

SEDATU

SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



CONAVI

COMISION NACIONAL
DE VIVIENDA

Código de Edificación de Vivienda

3ra. EDICIÓN
2017

CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA

3ª EDICIÓN - 2017

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



CONAVI
COMISIÓN NACIONAL
DE VIVIENDA

Dr. Jorge León Wolpert Kuri

Director General de la Comisión Nacional de Vivienda

Arq. Tomasz Dominik Kotecki Golasinska

Subdirector General de Análisis de Vivienda, Prospectiva y Sustentabilidad

Ing. Alejandro Morales Ramírez

Coordinador General de Análisis de Vivienda y Prospectiva



Coordinación:

International Finance Corporation. World Bank Group. IFC.
Kristtian Rada. Líder del Programa de Ciudades y Gobiernos para América Latina y el Caribe
Océane Seuleiman
Associate Operations Officer
Cities and Climate Business
IFC Latin America and Caribbean Region

Consultor:

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. ONNCCE, S.C.

Coordinación General:

Arq. Evangelina Hirata Nagasako

Colaboradores Expertos:

Ing. Joel Antonio Ruiz Esparza Ochoa
Arq. Karlos Daniel Barros Rivera
Lic. Glenora Alcobé Nuñez
Ing. Miguel Ángel Camacho Cabrera

Equipo de Organización y Logística:

Ing. Korina Danell Rodríguez
Lic. Ana Azuela Burciaga

Principales Expertos Participantes:

Empresas:

- Vinte Inmobiliaria
Arq. José Antonio Soto Montoya
Arq. Eleazar Acuña Cabrera
Dr. Mauricio Martínez Alanís
- THREE Consultoría Medioambiental SA de CV
Arq. Lourdes Salinas Cortina
Ing. Malenny Jimenez Appel
Mtra. Teresa Tattersfield Yarza
- IBALCA, S.A. de C.V.
Ing. Darío Ibarguengoitia González
Ing. Topiltzin Díaz Negrete
Ing. Francisco Oropeza Ibarra

Consultores

- Ing. Alfonso Solís Vázquez
- Ing. Benjamín Núñez Fernández
- Lic. Ricardo Lerín Rueda
- Ing. Roberto Sánchez López
- Ing. José Manuel Zamudio Rodríguez

Edición y Producción

Alberto Herrera
Tania Blancas

INTRODUCCIÓN

El **Artículo 72 de la Ley de Vivienda** establece que la Comisión formule un **modelo normativo voluntario** que promueva que las autoridades competentes, expidan, apliquen y mantengan en vigor y permanentemente actualizadas, disposiciones legales, normas oficiales mexicanas, códigos de procesos de edificación y/o reglamentos de construcción.

En respuesta a esta disposición, la CONAVI ha publicado y actualizado el **Código de Edificación de la Vivienda (CEV)**, aplicable a la vivienda de hasta 5 niveles de todos los estratos socioeconómicos, el cual puede ser adoptado en cualquier municipio.

El CEV establece una línea base para el diseño y la edificación de viviendas seguras, habitables, accesibles y sustentables en un contexto urbano ordenado y equilibrado; a través de la inclusión de los criterios técnicos más actuales contemplados en las Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas y en las mejores prácticas aplicadas en el país.

Asimismo, el CEV establece las obligaciones y responsabilidades de las autoridades y de los involucrados en la edificación de vivienda para asegurar la correcta aplicación y vigilancia del cumplimiento de la normatividad.

El diseño del CEV contempla variantes en sus requisitos acordes a las características físicas y climáticas de las distintas regiones del país, a modo de proveer todos los elementos necesarios para su fácil adopción, pero de igual manera prevé la posibilidad de que sus requisitos sean adaptados técnicamente de acuerdo a las necesidades identificadas en cada una de ellas.

La continua actualización del CEV y de la normatividad local basándose en él, permitirá consolidar y fortalecer un marco normativo nacional con criterios homologados, en beneficio de los involucrados en la edificación de viviendas y de las personas que las habitan.

Estructura general del CEV:

El contenido del CEV está estructurado en 10 Partes, incluida una con Anexos, y en ellas se establece que

las viviendas y unidades habitacionales deberán proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse con base en los siguientes ejes:

• *Aspectos administrativos*

El proceso de edificación, debe satisfacer los requerimientos necesarios sobre la funcionalidad, requiere la habitabilidad y la seguridad física de las viviendas. Para esto se necesita una estructura administrativa que garantice el cumplimiento y aplicación de la normatividad definida en cada concepto, e incluya los niveles de participación y responsabilidad. En este sentido, se establecen los mecanismos administrativos inherentes en el proceso de edificación tales como los permisos y licencias necesarios; las inspecciones; la oficina de control y administración de la edificación (OCAE), encargada de regular, supervisar y administrar el proceso de edificación; el certificado de ocupación del inmueble o equivalente; entre otros.

• *Aspectos urbanos:*

Los criterios técnicos para la edificación de vivienda deben considerar en lo general el análisis del sitio para garantizar la aptitud habitacional de acuerdo a los planes de desarrollo urbano locales. El desarrollo de vivienda social urbana se genera principalmente a nivel de grandes conjuntos habitacionales; y para garantizar el apego a los planes de desarrollo urbano, se cuenta con capítulos referidos al ámbito urbano del conjunto. Cabe precisar sin embargo que el establecimiento de criterios de ordenamiento territorial no forma parte del alcance de este Código.

• *Aspectos técnicos:*

Relativos a la **funcionalidad**: Para la utilización de recursos y materiales de tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en la edificación, y permitan un uso satisfactorio de las viviendas y unidades habitacionales.

Relativos a la **seguridad**: Para que provean seguridad estructural, de tal forma que no se produzcan en las viviendas y unidades habitacionales, o en partes de

las mismas, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

Relativos a la *habitabilidad y sustentabilidad*: Para que provean la higiene, salud y protección del medio ambiente necesarias para que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estabilidad en el ambiente interior de las viviendas y unidades habitacionales y que éstas no deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato. Se consideran el diseño y desarrollo del sitio, el diseño sustentable de las envolventes, instalación de sistemas y equipos energéticamente eficientes, aprovechamiento de energías renovables, la iluminación eficiente, el uso eficiente del agua y la adecuada gestión de toda clase de residuos, entre otros.

La adopción y adaptación del CEV por los gobiernos locales:

El CEV es un Código Modelo que al adoptarse normativamente provee a los gobiernos locales de México un instrumento actualizado y armonizado con los ordenamientos jurídicos que rigen la edificación en el ámbito nacional. Asimismo, permite su adaptación técnica en función de las características físicas, climatológicas, de riesgo y del uso de materiales de la región, así como las prácticas de construcción aceptables.

De manera específica mediante la adopción del CEV se busca lograr que las autoridades:

- Cuenten con una herramienta con criterios básicos nacionales homologados para normar y hacer más eficientes los procesos de edificación.
- Actualicen con facilidad sus instrumentos normativos considerando los avances tecnológicos y la efectividad de su aplicación.
- Establezcan y promuevan la calidad y la seguridad física de las construcciones a través de la utilización de productos y servicios normalizados y certificados.
- Generen una mayor competitividad en el mercado, considerando el desarrollo tecnológico en la construcción y la normalización de productos.
- Promuevan la edificación de vivienda sustentable, estableciendo criterios mínimos, con la finalidad de reducir los impactos negativos en el medio ambiente.
- Fomenten la participación de todos los agentes involucrados en la edificación, en el límite de

cada una de sus responsabilidades, y

- Impulsen la profesionalización de los servicios implícitos en la edificación.

Alineado a estos objetivos, en forma complementaria a esta 3ª versión del CEV, la CONAVI ha desarrollado una **Guía para la Implementación del Código de Edificación de Vivienda (CEV): Adaptación y Adopción Local (GUICEV)**, cuyo objetivo es promover que los gobiernos locales cuenten con una herramienta con una serie de actividades estratégicas y recomendaciones para la implementación local del CEV.

El contenido general de la Guía incluye una breve descripción del marco normativo a tomar en cuenta en los procesos; las actividades preliminares para impulsar la implementación del CEV en la localidad; los procesos de adopción normativa y adaptación técnica para actualizar la normatividad local a partir del CEV; y el conjunto de actividades complementarias para la correcta observación, vigilancia y adecuación de la normatividad.

El CEV en su tercera edición:

El **Código de Edificación de Vivienda, siendo ésta su 3ª Edición**, incluye las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX) vigentes, así como los criterios técnicos y referencias ampliamente aceptadas en el ámbito de la construcción del país, con el fin de fomentar las mejores prácticas en la construcción de vivienda.

Esta nueva versión, el CEV expande su alcance para actualizar e incluir temas relevantes a la construcción de vivienda segura y de calidad. Por ejemplo; en el Capítulo 31, Sustentabilidad, se incorporaron nuevos conceptos como el comisionamiento, se profundiza en otros como en la selección de materiales sustentables, y se hace referencia a otras normativas como el Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México, el cual integra las normas de eficiencia energética que se han desarrollado a la fecha. También se reestructura en algunas de sus partes, como en la Parte 4, Aspectos Estructurales, para orientarse a criterios y lineamientos aplicables a la vivienda de hasta 5 niveles, así como para actualizar los criterios de diseño para ofrecer una seguridad adecuada ante la posible combinación de acciones intensas que se presenten a lo largo de su vida útil, como lo son el sismo, los vientos fuertes, el granizo, entre otras.

Así mismo; se desarrollaron los capítulos que habían quedado pendientes en la segunda edición CEV, como son los correspondientes al diseño y construcción de estructuras de acero, madera, prefabricadas y de sección compuesta (también conocidas como híbridas). Se incluyen también otros

capítulos innovadores como el Capítulo 47, sobre condiciones y sistemas especiales como los sistemas solares fotovoltaicos, y el Capítulo 48, Sistemas de Comunicación, que amplía el alcance para incluir otros sistemas de cableado además del de telefonía, e incorpora nuevas tecnologías de la información.

Para familiarizar al lector con esta 3ª Edición, en el Anexo 15 se presenta una descripción del contenido general de sus Partes, así como los cambios significativos respecto a la 2ª Edición. Adicionalmente, se encontrará en todo el documento **una línea gruesa en forma vertical marcando los párrafos que representaron alguna modificación o la inserción de un párrafo nuevo**, y un asterisco (*) donde se eliminó un párrafo de la 2ª Edición.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

CONTENIDO

ADMINISTRATIVA

PARTE 1

1 ADMINISTRACIÓN

- 101 Título, alcance y propósito
- 102 Aplicabilidad
- 103 Oficina de control y administración de la edificación (OCAE)
- 104 Obligaciones y atribuciones del funcionario responsable del control y administración de la edificación (FRAE)
- 105 Autorizaciones
- 106 Documentos de la construcción
- 107 Estructuras y usos temporales
- 108 Pago de derechos
- 109 Inspecciones
- 110 Certificado de ocupación
- 111 Servicios
- 112 Comité de revisiones
- 113 Incumplimiento del CEV
- 114 Orden de suspensión de obra
- 115 Entrega de la vivienda

2 GLOSARIO DE TÉRMINOS

3 TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA

- 301 Clasificación de la vivienda

PLANEACIÓN Y DISEÑO URBANO

PARTE 2

4 DESARROLLO URBANO, CONJUNTOS HABITACIONALES ESTRUCTURA URBANA, LOTIFICACIÓN Y DONACIONES

- 401 Generalidades
- 402 Condicionantes para conjuntos habitacionales
- 403 Conjuntos habitacionales
- 404 Estructura urbana áreas y densidad
- 405 Donaciones

- 406 Señalamiento vial, mobiliario urbano y vegetación

5 EQUIPAMIENTO URBANO

- 501 Lineamientos Generales

6 INGENIERÍA URBANA

- 601 Consideraciones Generales
- 602 Agua potable
- 603 Alcantarillado sanitario y pluvial
- 604 Plantas de tratamiento y fosas sépticas
- 605 Aguas pluviales
- 606 Gas combustible doméstico
- 607 Electrificación y alumbrado público
- 608 Telefonía

7 VIALIDAD Y ESTACIONAMIENTOS

- 701 Vialidades
- 702 Señalización
- 703 Estacionamientos

DISEÑO DEL EDIFICIO

PARTE 3

8 DISEÑO DEL EDIFICIO

- 801 Emplazamiento
- 802 Patios de iluminación y ventilación natural
- 803 Espacios para cocheras
- 804 Perfil de fachada
- 805 Definición de espacios
- 806 Iluminación y ventilación
- 807 Funcionalidad de los espacios
- 808 Área mínima de espacios
- 809 Altura mínima de espacios
- 810 Alto y ancho mínimo de vanos
- 811 Dimensión de escaleras
- 812 Dimensión de espacios de uso común
- 813 Higiene
- 814 Superficies útiles en baños
- 815 Superficies útiles en cocinas
- 816 Superficies útiles en lavanderías o patios-lavandería
- 817 Seguridad y protecciones
- 818 Almacenaje temporal de basura
- 819 Buzones

- 820 Interfonos
- 821 Riego de áreas verdes
- 822 Dirección
- 823 Accesibilidad
- 824 Edificación resistente a inundaciones
- 825 Elevadores

9 ACCESIBILIDAD EN LA VIVIENDA

- 901 Accesibilidad
- 902 Criterios de diseño para espacios exteriores
- 903 Mobiliario urbano
- 904 Vivienda Accesible
- 905 Criterios de diseño para espacios interiores de la vivienda
- 906 Instalaciones
- 907 Ventanas
- 908 Criterios de dotación de vivienda accesible y adaptable
- 909 Criterios de diseño de vivienda accesible y adaptable

10 PREVENCIÓN DE INCENDIOS

- 1001 Consideraciones generales
- 1002 Rangos de resistencia al fuego
- 1003 Construcción contra incendios
- 1004 Recubrimientos para muros, lambrines y falsos plafones
- 1005 Señalización

ASPECTOS ESTRUCTURALES

PARTE 4

11 ÁMBITO ESTRUCTURAL

- 1101 Consideraciones generales
- 1102 Estudios preliminares
- 1103 Definición de la Estructura
- 1104 Entrega de documentos

12 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

- 1201 Generalidades
- 1202 Criterios de diseño
- 1203 Diseño por sismo
- 1204 Diseño por viento y granizo
- 1205 Notación

13 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

- 1301 Morteros
- 1302 Muros Diafragma
- 1303 Mampostería Confinada
- 1304 Mampostería Reforzada Interiormente
- 1305 Mampostería No Confinada ni Reforzada

14 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

- 1401 Requisitos para estructuras de concreto reforzado
- 1402 Análisis para estructuras de concreto reforzado
- 1403 Vigas de concreto reforzado

- 1404 Columnas de concreto reforzado
- 1405 Cimentación
- 1406 Muros estructurales
- 1407 Losas de concreto

15 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

- 1501 Consideraciones generales
- 1502 Propiedades geométricas
- 1503 Revisión de elementos comunes de acero
- 1504 Conexiones

16 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE SECCIÓN COMPUESTA

- 1601 Estructuras de sección compuesta
- 1602 Almas y patines con cargas concentradas
- 1603 Requisitos adicionales para diseño

17 DISEÑO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS

- 1701 Estructuras prefabricadas

18 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA

- 1801 Estructuras de madera
- 1802 Principios generales de diseño de estructuras de madera
- 1803 Resistencias de diseño de miembros de madera maciza
- 1804 Resistencia de diseño de placas de madera contrachapada
- 1805 Deflexiones
- 1806 Elementos de unión

19 REVISIÓN DE ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

- 1901 Revisión de estados límite de servicio de estructuras de concreto
- 1902 Revisión de estados límite de servicio de estructuras de acero

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

PARTE 5

20 TRABAJOS PRELIMINARES

- 2001 Consideraciones generales
- 2002 Obras de protección
- 2003 Trabajos preliminares
- 2004 Mediciones y trazos
- 2005 Seguridad y sanidad en la obra

21 MATERIALES

- 2101 Consideraciones generales
- 2102 Cementantes
- 2103 Agregados pétreos
- 2104 Agua de mezclado
- 2105 Aditivos
- 2106 Acero
- 2107 Piezas de mampostería
- 2108 Piedras

22 CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES

- 2201 Procedimiento constructivo
- 2202 Excavaciones

23 CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

- 2301 Construcción
- 2302 Morteros
- 2303 Procedimientos de construcción
- 2304 Muros Diafragma
- 2305 Mampostería Confinada
- 2306 Mampostería Reforzada Interiormente
- 2307 Mampostería No Confinada ni Reforzada
- 2308 Inspección de Obra
- 2309 Control de Obra

24 CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

- 2401 Cimbra
- 2402 Acero
- 2403 Concreto

25 CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES

- 2501 Instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias
- 2502 Instalaciones eléctricas
- 2503 Instalaciones especiales

26 CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO

- 2601 Estructuras de acero

27 CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE SECCIÓN COMPUESTA

- 2701 Estructuras de sección compuesta

28 CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS

- 2801 Estructuras prefabricadas

29 CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA

- 2901 Estructuras de madera

30 ACABADOS INTERIORES Y EXTERIORES

- 3001 Consideraciones generales
- 3002 Aplanados
- 3003 Recubrimientos en muros
- 3004 Recubrimientos en pisos
- 3005 Muros divisorios ligeros
- 3006 Techos
- 3007 Azoteas
- 3008 Herrería
- 3009 Carpintería

SUSTENTABILIDAD

PARTE 6

31 SUSTENTABILIDAD

- 3101 Consideraciones generales
- 3102 Aplicabilidad
- 3103 Selección del sitio
- 3104 Diseño y desarrollo del sitio
- 3105 Materiales de construcción
- 3106 Eficiencia energética
- 3107 Energía renovable

- 3108 Conservación, calidad y eficiencia en el uso del agua

- 3109 Gestión de los residuos

- 3110 Áreas verdes

- 3111 Calidad ambiental interior y confort

- 3112 Comisionamiento

- 3113 Edificaciones existentes

INSTALACIONES MECÁNICAS

PARTE 7

32 ADMINISTRACIÓN DE INSTALACIONES MECÁNICAS

- 3201 Consideraciones generales

- 3202 Sistemas mecánicos existentes

33 REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA MECÁNICO

- 3301 Consideraciones generales

- 3302 Aprobaciones

- 3303 Placas en los equipos

- 3304 Tipos de combustibles

- 3305 Acceso a los aparatos

- 3306 Espacios libres entre elementos constructivos de materiales combustibles

- 3307 Instalación de los aparatos

- 3308 Instalación de sistemas mecánicos

34 EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y ENFRIAMIENTO

- 3401 Consideraciones generales

- 3402 Calefactores centrales

- 3403 Equipos con bomba de calor

- 3404 Equipos de enfriamiento

- 3405 Convectores de zoclo

- 3406 Sistemas de calefacción radiante

- 3407 Calefactores de ducto

- 3408 Calefactores de piso con ventilación

- 3409 Calefactores de muro con ventilación

- 3410 Calefactores de cuarto con ventilación

- 3411 Equipos de enfriamiento por refrigeración

- 3412 Equipos de enfriamiento por absorción

- 3413 Equipos de enfriamiento por evaporación

- 3414 Hogar tipo estufa

- 3415 Calefactores de mampostería

35 SISTEMAS DE EXTRACCIÓN

- 3501 Consideraciones generales

- 3502 Extracción en secadoras de ropa

- 3503 Campanas de extracción superior

- 3504 Ductos de extracción

- 3505 Ventilación mecánica

36 SISTEMAS DE DUCTOS

- 3601 Consideraciones generales

- 3602 Aire de retorno

37 AIRE PARA COMBUSTIÓN

- 3701 Consideraciones generales

- 3702 Aire del interior de los edificios

- 3703 Aire del exterior

38 CHIMENEAS Y RESPIRADEROS

- 3801 Consideraciones generales
- 3802 Componentes de los respiraderos
- 3803 Conectores de chimeneas y respiraderos
- 3804 Respiraderos
- 3805 Chimeneas de mampostería y prefabricadas

39 SISTEMAS SOLARES

- 3901 Sistemas de energía solar

40 GAS LP

- 4001 Consideraciones generales
- 4002 Proyecto de instalación de aprovechamiento de Gas LP
- 4003 Recipientes
- 4004 Tuberías
- 4005 Válvulas
- 4006 Medidores volumétricos
- 4007 Reguladores de presión
- 4008 Aparatos de consumo
- 4009 Cálculo de los diámetros de tuberías de gas LP
- 4010 Distancias de separación entre elementos de la instalación
- 4011 Pruebas de hermeticidad
- 4012 Puesta en servicio

41 GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC)

- 4101 Consideraciones generales
- 4102 Proyecto de instalación de aprovechamiento de gas natural
- 4103 Materiales de tuberías
- 4104 Conexiones
- 4105 Reguladores de presión
- 4106 Instalación de tuberías
- 4107 Soldaduras en tuberías de acero
- 4108 Pruebas de hermeticidad
- 4109 Puesta en servicio

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

PARTE 8

42 ADMINISTRACIÓN DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

- 4201 Consideraciones generales
- 4202 Sistemas de instalaciones hidráulicas y sanitarias existentes
- 4203 Inspección y ensayos

43 REQUISITOS GENERALES PARA LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

- 4301 Consideraciones generales
- 4302 Suministro de agua individual y disposición de aguas residuales
- 4303 Protección del edificio y de las tuberías
- 4304 Tuberías en zanjas con relleno
- 4305 Soporte de tuberías
- 4306 Impermeabilización de aberturas
- 4307 Mano de obra
- 4308 Identificación y certificación de los materiales

44 MUEBLES SANITARIOS E INSTALACIONES FIJAS

- 4401 Muebles, llaves y accesorios de muebles
- 4402 Diámetro de Salidas de conexión
- 4403 Instalación
- 4404 Regaderas, charolas receptoras y accesorios
- 4405 Lavabos
- 4406 Inodoros
- 4407 Tinas
- 4408 Fregadero o tarja doméstica
- 4409 Trituradores de residuos de comida
- 4410 Lavaderos
- 4411 Lavavajillas
- 4412 Máquinas lavadoras de ropa
- 4413 Coladeras de piso
- 4414 Tinas de hidromasaje
- 4415 Bidet
- 4416 Accesorios y dispositivos de los muebles sanitarios
- 4417 Canceles de regaderas
- 4418 Calentadores de agua

45 ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA

- 4501 Consideraciones generales
- 4502 Dotación de servicios
- 4503 Demanda de agua
- 4504 Accesorios, presión y flujo
- 4505 Alimentaciones
- 4506 Tuberías ocultas
- 4507 Almacenamiento
- 4508 Tuberías
- 4509 Materiales de tuberías y conexiones a usarse en la vivienda
- 4510 Sujeciones
- 4511 Recipientes de almacenamiento de agua
- 4512 Cisterna
- 4513 Información complementaria

46 DRENAJE SANITARIO

- 4601 Consideraciones generales
- 4602 Características de la instalación
- 4603 Cálculo del sistema de drenaje
- 4604 Drenajes pluviales

47 SISTEMAS DE VENTILACIÓN

- 4701 Consideraciones generales
- 4702 Extensiones y terminales de ventilación sanitaria
- 4703 Requerimientos y conexiones de ventilaciones
- 4704 Protección
- 4705 Ventilación de muebles
- 4706 Tubería de ventilación húmeda
- 4707 Ventilación de ramales
- 4708 Ventilación en circuito
- 4709 Sistema de desagüe y ventilación combinados
- 4710 Ventilación de muebles en isla
- 4711 Ventilación para desvíos
- 4712 Diámetro del tubo de ventilación

**48 REQUISITOS GENERALES PARA LAS
INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

4801 Consideraciones generales

49 ALAMBRADO Y PROTECCIÓN

4901 Identificación de las terminales

4902 Salidas de contactos

4903 Salidas requeridas para alumbrados

4904 Acomefidas

50 MÉTODO DE CABLEADO

5001 Cableado y materiales

51 CONDICIONES ESPECIALES

5101 Sistemas de emergencia

5102 Sistemas de reserva legalmente requeridos

5103 Sistemas de reserva opcionales

5104 Fuentes de generación de energía eléctrica
interconectadas5105 Circuitos y equipos que funcionan a menos de
50 volts5106 Circuitos clase 1, clase 2 y clase 3 de control
remoto, de señalización y de potencia
limitada5107 Cables de instrumentación en charolas tipo
ITC

5108 Sistemas de alarma contra incendios

52 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

5201 Circuitos de comunicaciones

5202 Equipos de radio y televisión

5203 Sistemas de comunicaciones de banda ancha
alimentados por una red5204 Sistemas de comunicación de banda ancha
alimentados con la instalación del edificio9 GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LA
CONSTRUCCIÓN

10 SELECCIÓN DE MATERIALES

11 LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS ADICIONALES
PARA LA UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS PASIVOS12 ESPECIFICACIONES ADICIONALES PARA
SISTEMAS Y EQUIPOS DE
CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y AIRE
ACONDICIONADO13 ESPECIFICACIONES ADICIONALES PARA
SISTEMAS Y EQUIPOS DE AGUA DE SERVICIOS14 ESPECIFICACIONES ADICIONALES PARA
SISTEMAS Y EQUIPOS DE ILUMINACIÓN15 CAMBIOS SIGNIFICATIVOS DE LOS CAPÍTULOS
QUE CONFORMAN EL CEV1 REFERENCIA A NORMAS NACIONALES E
INTERNACIONALES

2 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

3 BITÁCORA DE OBRA

4 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL USO Y ESTUDIO DE
IMPACTO URBANO

5 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

6 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

7 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA

8 ESPECIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA
EL CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE
CARBONO RECOMENDABLES

CAPÍTULO 1 - ADMINISTRACIÓN

SECCIÓN 101 TÍTULO, ALCANCE Y PROPÓSITO

101.1 Título. Las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento deben ser conocidas como el Código de Edificación de Vivienda al que en lo sucesivo se le denomina CEV.

101.2 Alcance. Las disposiciones del Código de Edificación de Vivienda (CEV) son de orden público y de observancia en el ámbito de la autoridad que lo administra y tienen por objeto aplicarse al diseño, la construcción, modificación, ampliación, conservación, reconstrucción y mejoramiento de viviendas de hasta 5 niveles de altura, en su carácter unifamiliar o multifamiliar y de unidades habitacionales.

101.3 Propósito. El propósito del CEV es el de regular el proceso de la edificación de vivienda, en el contexto urbano, con una adecuada infraestructura en su conjunto, con el fin de salvaguardar la seguridad de los usuarios, la salud y el bienestar en general, a través de la accesibilidad económica, resistencia estructural, facilidades de medios de salida, estabilidad, higiene, iluminación y ventilación, uso eficiente de la energía, seguridad para las personas y los bienes contra el fuego y otros elementos atribuidos al medio ambiente.

SECCIÓN 102 APLICABILIDAD

102.1 Otras leyes. Las disposiciones del CEV establecen estándares de seguridad, calidad y habitabilidad, entre otros, y no deben ser interpretadas para contravenir las establecidas en las leyes y reglamentos, federales, estatales y/o municipales.

Cada orden de gobierno establece los reglamentos y normas para aplicarse en el ámbito de su competencia sin menoscabo de lo mandado en la legislación de los otros órdenes de gobierno dentro de cada uno de su ámbito de competencia.

102.2 Normas y códigos citados. Las actividades relacionadas con el objeto de este ordenamiento están reguladas por lo dispuesto en él y en los demás ordenamientos que resulten aplicables.

102.3 Apéndices. Las disposiciones incluidas en los apéndices del CEV se deben aplicar cuando así se especifique en el acuerdo de adopción respectivo.

102.4 Edificaciones existentes. Las disposiciones del CEV no son aplicables a las obras existentes o en proceso de construcción o de modificación a la entrada en vigor del CEV. Éstas deben ser reguladas por los mismos reglamentos y normas con las que fueron autorizadas.

102.4.1 Ampliaciones, modificaciones, reparaciones o mantenimiento. Las ampliaciones, modificaciones o reparaciones así como el mantenimiento de cualquier edificación citada en la Sección 101.2, deben cumplir con lo requerido por el CEV, aun cuando la edificación existente no cumpla con todos los requisitos del CEV. Las ampliaciones, modificaciones o reparaciones no deben volver insegura una estructura existente o afectar adversamente el funcionamiento de la edificación.

102.4.2 Manual de operación y mantenimiento. Cada desarrollo habitacional y edificación del mismo, debe contar con un manual de operación y mantenimiento, el cual considere las indicaciones necesarias para que tanto la vivienda como el conjunto urbano se mantengan en perfectas condiciones a través del tiempo. Dicho manual debe incluir como mínimo, información básica sobre la construcción de la vivienda, desarrollo habitacional, información sobre garantías, mantenimiento preventivo y emergencias, orientación acerca del régimen de propiedad en condominio, en su caso, servicios que se deben contratar y pagar, el reglamento interior del condominio y lo relativo a su administración.

SECCIÓN 103 OFICINA DE CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE LA EDIFICACIÓN (OCAE)

103.1 Oficina encargada. Se designa o crea la oficina, departamento o equivalente, encargada de regular, vigilar y administrar el proceso de edificación de vivienda en el ámbito de la autoridad que lo administra. Esta oficina depende del sistema administrativo gubernamental que corresponde, OCAE en lo sucesivo.

103.2 Nombramiento. La autoridad facultada para la autorización de edificaciones debe nombrar al funcionario responsable del departamento u oficina citada en el apartado 103.1, el que debe ser conocido como Funcionario Responsable del Control y Administración de la Edificación y a quien en lo sucesivo se denomina FRAE.

103.3 Designaciones de funcionarios. De acuerdo con los procesos establecidos por la jurisdicción correspondiente y con la aprobación de la autoridad competente, el FRAE está facultado para designar funcionarios técnicos a su cargo, corresponsables de sus funciones, debidamente certificados por los procedimientos definidos por la autoridad local, tales como: especialistas, inspectores, revisores de planos y otros empleados.

103.4 Director responsable de obra. El Director Responsable de Obra, por sus siglas DRO, es quien en conjunto con los corresponsables especialistas necesarios, actúan a nombre y en representación de la autoridad, para asegurar que desde el proyecto hasta la entrega de las obras se cumple con las disposiciones de los reglamentos de construcción y normas aplicables.

SECCIÓN 104 OBLIGACIONES Y ATRIBUCIONES DEL FUNCIONARIO RESPONSABLE DEL CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DE LA EDIFICACIÓN (FRAE)

104.1 Consideraciones generales. El FRAE está obligado a cumplir y hacer cumplir las disposiciones de este Código. Este funcionario está facultado para interpretar el CEV, adoptar políticas y procedimientos y aclarar la aplicación de sus disposiciones. Tales interpretaciones, políticas y procedimientos deben ser de conformidad con lo dispuesto en el CEV sin exonerarlo del cumplimiento de los requisitos específicamente previstos en el mismo ni de las atribuciones propias de su puesto.

104.2 Solicitudes y permisos. El FRAE está facultado para recibir solicitudes, revisar documentos del proyecto de construcción y emitir autorizaciones para la edificación y modificación de las viviendas, inspeccionar aquellas para las cuales estas autorizaciones fueron emitidas y hacer cumplir las disposiciones del CEV.

104.3 Avisos y órdenes. El FRAE debe emitir todos los documentos, como avisos y órdenes, necesarios para asegurar el cumplimiento del CEV.

104.4 Inspecciones. El FRAE está autorizado para hacer todas las inspecciones que se requieran antes, durante y después de la edificación y para ordenar y aceptar informes de inspección de personas físicas o morales autorizadas por la oficina a su cargo. Los informes de tales inspecciones deben hacerse por escrito y deben estar certificados por el titular responsable o por el representante de la entidad autorizada. El FRAE está autorizado para solicitar la opinión experta de un perito cuando juzgue necesario obtener informes acerca de asuntos técnicos inusuales que se presenten.

Es obligación del FRAE realizar aquellas inspecciones que se le soliciten, con celeridad, honradez y eficiencia; acudiendo al sitio de las obras en un plazo no mayor de un día hábil posterior a la solicitud debidamente requisitada. De no hacerlo el FRAE, incurrir en responsabilidad por omisión.

104.5 Identificación. El FRAE y el personal a su cargo deben portar y exhibir la identificación que los acredite, cuando inspeccionen edificaciones habitacionales en el cumplimiento de sus obligaciones previstas en el CEV.

104.6 Derecho de ingreso. Cuando sea necesario hacer una inspección de conformidad con las disposiciones del CEV, o cuando el FRAE considere que en una obra o edificación existe una condición contraria o violatoria al CEV, que la hace insegura, peligrosa o riesgosa, el funcionario mismo o la persona designada por él, están autorizados para entrar en cualquier momento para inspeccionarla y cumplir con las atribuciones establecidas en el CEV, considerando que:

Cuando tal obra o edificación esté ocupada, se deben presentar las credenciales al ocupante solicitando el ingreso. Si está desocupada, el FRAE debe localizar al propietario u otra persona que esté a cargo o en control de la obra o edificación y solicitar el ingreso. En caso de que no se le permita el acceso, el FRAE debe recurrir a las instancias competentes, para dar cumplimiento a su encargo y a lo dispuesto en este Código. De ningún modo el FRAE puede ingresar a la propiedad sin el consentimiento de sus ocupantes o del propietario o del encargado o del representante legal de la obra, salvo que medie una resolución o acuerdo judicial expedidos para tal caso.

104.7 Departamento de archivos. El FRAE debe conservar en condiciones de orden y seguridad, los registros oficiales de las solicitudes recibidas, permisos y certificados emitidos, aranceles recolectados, reportes de inspecciones y de avisos y órdenes emitidas. Se deben mantener tales registros en los archivos oficiales durante el periodo requerido para la retención de archivos públicos de acuerdo con la ley en la materia.

104.8 Responsabilidad. Es responsabilidad del FRAE, del miembro del Comité de Revisiones como se define en la Sección 112 y de los funcionarios encargados de hacer cumplir el CEV, ajustarse a la aplicación de las disposiciones de este Código en el desempeño de sus empleos, cargos o comisiones, a fin de salvaguardar los principios de legalidad, honradez, lealtad, imparcialidad y eficiencia que rigen en el servicio público.

El incumplimiento de lo dispuesto en la presente sección da lugar al procedimiento y a las sanciones que correspondan.

104.8.1. Obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en el proceso de edificación de vivienda. El propietario es el responsable de evidenciar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el CEV ante la autoridad competente, y por lo tanto tiene la obligación de contar con los servicios y asistencia de los agentes que se indican en esta sección.

En caso de que el propietario decida asumir las responsabilidades de alguno o de la totalidad de los agentes, debe comprobar el cumplimiento de los requisitos correspondientes a los agentes que sustituye.

Los agentes que se indican en este capítulo se corresponsabilizan con el propietario exclusivamente en lo relativo a las obligaciones y responsabilidades que se les asignan en este Código y deben evidenciar su cumplimiento con los documentos que se indican en la Sección 105 Autorizaciones.

En los casos en que la reglamentación local exceptúe la obligación de contar con un Director Responsable de Obra (DRO), el propietario es la persona que asume el papel y las responsabilidades civiles y penales de éste último.

104.8.2. Del propietario. Es obligación y responsabilidad del propietario:

Obtener los usos del suelo, las licencias de construcción, y demás autorizaciones o permisos de conformidad con la normatividad local aplicable.

Asentar en la bitácora los nombres de los siguientes agentes partícipes en el proceso de edificación de vivienda: el promotor o desarrollador, el proyectista, el constructor y su supervisor, el DRO y los corresponsables; debiendo anotar los datos generales tales como su nombre y el de sus representantes, domicilio y teléfono, así como los números de registro correspondientes. El propietario debe confirmar estos nombramientos con su firma antes del inicio de las obras. En el caso de que el propietario sustituya a alguno de los agentes, lo debe asentar en la bitácora y junto con las razones correspondientes informar a la autoridad competente. Cuando la normatividad local así lo disponga, la sustitución del DRO implica la suspensión total de los trabajos, hasta que sea nombrado el nuevo DRO y éste sea aprobado por el FRAE.

Dar aviso de terminación de obra a las autoridades competentes mancomunadamente con el DRO. En los Municipios en donde no exista normatividad que determine el procedimiento para tramitar este aviso, se sustituye por un Acta Cir-

cunstandiada en la que se deja constancia de la entrega de la documentación mencionada a la autoridad correspondiente.

Mostrar al FRAE la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por el CEV. Mantener por un período no menor a cinco años posteriores a la fecha del aviso de terminación de obra, los registros de todos los informes de supervisión, planos, observaciones originales, cálculos, datos obtenidos e informes proporcionados por los laboratorios de prueba. Estos registros deben contener información suficiente para permitir la repetición satisfactoria de una inspección o de una verificación.

104.8.3. Del promotor. Es obligación y responsabilidad del promotor:

1. Demostrar ante la autoridad competente que el terreno elegido para la edificación de vivienda, cuenta con los estudios necesarios, avalados por un profesionista certificado, quien debe comprobar las condiciones de seguridad, de aptitud estructural, geológica y urbana de su entorno para soportar el uso previsto en dicho terreno y, en su caso, proporcionar estos estudios al proyectista y al DRO.
2. Contar con el proyecto ejecutivo, mismo que, en su caso, observe las indicaciones derivadas de los estudios necesarios urbanos, de geotecnia, abastecimiento eléctrico, hídricos u otros que sean necesarios.
3. Recabar y resguardar la documentación de obra ejecutada o cualquier otro documento solicitado por el CEV. Al finalizar la obra debe entregarla al propietario.

104.8.4. Del proyectista. Es obligación y responsabilidad del proyectista:

Realizar el proyecto ejecutivo con sujeción a las exigencias de la normatividad aplicable, debe advertir al propietario, en su caso, de la necesidad de contar con estudios elaborados por especialistas para asegurar las condiciones óptimas de edificación en el sitio. En su caso, acordar con el promotor o el propietario la contratación de los especialistas, asesores y colaboradores que considera necesarios, sin dejar por ello de responsabilizarse de la totalidad del proyecto ejecutivo. El proyecto ejecutivo debe estar firmado por un profesionista registrado en su especialidad.

104.8.4.1 Proyecto ejecutivo. Este proyecto ejecutivo debe contar por lo menos, en su caso, con los siguientes proyectos:

1. De infraestructura urbana, incluyendo los sistemas de abastecimiento de agua y disposición de aguas servidas y pluviales, electrificación, vialidades, mobiliario urbano, etc.
2. Arquitectónico, incluyendo planos y memoria descriptiva del mismo.
3. Instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas, con sus correspondientes memorias de cálculo y memorias descriptivas.
4. Estructural. Con la descripción detallada de las características de la estructura y, en su caso, el proyecto de protección a colindancias. La memoria de cálculo estructural misma que en su caso, incorpore las indicaciones derivadas de los estudios de geotecnia realizados en el terreno para determinar, entre otras cosas, las condiciones de capacidad de carga del suelo y su posible comportamiento ante un sismo importante.
5. Si las condiciones topográficas o de ubicación del terreno y los datos de precipitación pluvial indican la posibilidad de escurrimientos superficiales que puedan ocasionar inundaciones, se debe contar con el estudio hidrológico correspondiente y el proyecto ejecutivo debe contemplar las medidas de mitigación pertinentes, las especificaciones de construcción relativas a los proyectos antes mencionados, relacionándolas con la normatividad vigente.
6. El DRO y los corresponsables involucrados deben revisar el proyecto ejecutivo y otorgar la responsiva en el mismo para asegurar que se cumplen las disposiciones de los Reglamentos de Construcciones y normatividad aplicable.
4. Para mantenimiento preventivo se deben indicar los procedimientos y materiales de construcción a utilizar, así como su programa de mantenimiento. Se deben señalar también los casos que requieran la intervención de profesionales especialistas.
5. Para mantenimiento correctivo se deben indicar los procedimientos y materiales a utilizar para los casos más frecuentes, así como las acciones que requieran la intervención de profesionales especialistas.
6. La indicación de los sistemas y elementos estructurales que no deben ser alterados o modificados.
7. En el caso de vivienda progresiva, el manual debe indicar las alternativas de su crecimiento y las indicaciones constructivas correspondientes.
8. El DRO y los corresponsables involucrados deben revisar el Manual de Operación y Servicio a fin de que cumplan con las disposiciones de los Reglamentos de Construcciones y normatividad aplicable.

104.8.5 Del constructor. Es obligación y responsabilidad del constructor:

104.8.4.2 Manual de operación y mantenimiento de la vivienda. Es obligación y responsabilidad del proyectista elaborar y entregar al promotor o al propietario, el manual de operación y mantenimiento de su vivienda, el cual debe contener como mínimo la siguiente información:

1. Diagramas, planos o croquis arquitectónicos de la vivienda y de su entorno.
2. Capítulos relativos a cada sistema de instalaciones, estructura y mobiliario fijo.
3. En cada capítulo se debe hacer una descripción del sistema en cuestión e indicar las acciones mínimas de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.
1. Designar por escrito en la bitácora a su representante en la obra, superintendente, director o residente de obra, quien es responsable del cumplimiento de la normatividad vigente.
2. Facilitar al supervisor representante del constructor, una copia del proyecto ejecutivo autorizado y las facilidades necesarias para la supervisión, de la obra a su cargo.
3. Constatar la ubicación y dimensiones del terreno en donde se edifique la vivienda con base en la escritura o documento de posesión; la confirmación o desviación se asienta en la bitácora. En el caso de inconsistencias debe informar esta situación por escrito al promotor o propietario.
4. Anotar o confirmar en la bitácora la descripción de los procedimientos y materiales de construcción utilizados, las fechas de las distintas operaciones e incidentes, la interpretación y la forma en que se han resuelto detalles estructurales, constructivos, de instalaciones o acabados no contemplados en el proyecto ejecutivo, los resultados de los ensayos de laboratorio de pruebas del material empleado en la obra, o al menos un resumen de ellas. Esta bitácora debe estar aprobada por la autoridad correspondiente. Las observaciones, propuestas y even-

tualidades anotadas en ella deben contar con la aprobación del DRO y los corresponsables, en su caso.

5. Conservar y resguardar en buen estado la bitácora, facilitarla al DRO y, en su caso, a los corresponsables, a los representantes de la autoridad, al supervisor, al promotor y al propietario.
6. Cumplir con las disposiciones relativas a seguridad e higiene durante el proceso de la obra.
7. Ser el responsable de la ejecución material de la obra comprobando se cumplan las especificaciones del proyecto ejecutivo, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto ejecutivo, con las instrucciones del DRO y, en su caso, de los corresponsables.
8. Ser el responsable de que los materiales y productos de construcción cumplan con las especificaciones del proyecto ejecutivo; proporcionar, según corresponda, los certificados, las garantías y otras evidencias de cumplimiento con la normatividad aplicable relacionadas con la construcción de la estructura, acabados y de las instalaciones.
9. Cumplir con las especificaciones de construcción establecidas en el proyecto ejecutivo, en caso de no estar incluidas en el proyecto ejecutivo o no ser las adecuadas, debe establecerlas en la bitácora contando para ello con la aprobación escrita del DRO y del promotor o propietario y, en su caso, del representante de las empresas de supervisión y de los corresponsables. Avisando apropiada y oportunamente, en su caso, a la autoridad competente.
10. Terminación de obra. Una vez finalizados los trabajos de construcción, entregar al DRO los planos tal como se construyó el proyecto completo en original, el libro de bitácora, las especificaciones, las memorias de cálculo, las memorias descriptivas del proyecto original, la licencia de construcción, con la incorporación en su caso, de las modificaciones aprobadas por el DRO y autorizadas por la Autoridad competente y la memoria descriptiva que justifique las modificaciones a este proyecto original.

Una vez revisadas por el DRO debe el constructor asistir al propietario para dar el aviso a la autoridad competente.

11. Al finalizar la obra, entregar al propietario los registros de todos los informes de super-

visión, planos, observaciones originales, cálculos, datos obtenidos e informes proporcionados por los laboratorios de prueba. Estos registros deben contener información suficiente para permitir la repetición satisfactoria de una verificación.

Debe además actualizar el manual de operación y mantenimiento mencionado en 104.8.4.2 y todos los planos y memorias que reflejen el estado total de la obra tal y como se construyó.

12. En caso de que subcontrate parte o la totalidad de la obra se debe responsabilizar de la misma en los términos establecidos en el CEV, exigir y hacer cumplir lo conducente a los subcontratistas.

104.8.6 Obligaciones. Es obligación y responsabilidad del Director Responsable de Obra (DRO), y en su caso, del o los corresponsables:

1. Suscribir la solicitud de licencia de construcción y el proyecto ejecutivo.
2. Dirigir y vigilar la obra asegurándose de que tanto el proyecto ejecutivo, como la ejecución de la misma, cumplan con la normatividad aplicable.
3. Planear, supervisar e indicar al constructor las medidas de seguridad del personal y terceras personas en la obra, en las colindancias y en la vía pública, durante su ejecución.
4. Llevar en la obra, el libro de bitácora foliado y encuadernado en el cual inscribe y aprueba los cambios al proyecto ejecutivo, a las especificaciones o las indicaciones al constructor, quien se encarga de su resguardo. La Bitácora de Obra debe cumplir con los criterios establecidos en el Apéndice Normativo (Anexo 3 Recomendaciones para el uso y reglamento de la Bitácora de Obra).
5. Coordinar las acciones para dar aviso de terminación de obra a las autoridades competentes mancomunadamente con el propietario o promotor y el constructor. En los Municipios donde no exista una normatividad que determine el procedimiento para tramitar este aviso, se debe levantar un Acta Circunstanciada en la que se deje constancia de la entrega de la documentación mencionada a la autoridad correspondiente.
6. Entregar al Propietario o Promotor, una vez concluida la obra, la licencia de construcción, los planos registrados actualizados del proyecto completo en original, el libro de bitácora, las especificaciones, las memorias de cálculo, las

memorias descriptivas del proyecto original tal y como se construyó, la memoria descriptiva que justifique las modificaciones a este proyecto original, el Manual de Operación y Mantenimiento y el Aviso de Terminación de Obra que incluya la aceptación o aprobación correspondiente; debe conservar un juego de copias de estos documentos.

104.8.7. Del supervisor. Es obligación y responsabilidad del supervisor del constructor:

1. Confirmar al Propietario o, en su caso al Promotor, la existencia del proyecto ejecutivo autorizado y su congruencia con la normatividad aplicable.
2. Durante el desarrollo de la obra, identificar las características de los insumos de construcción relativas a la estructura y a las instalaciones y con base a los análisis o evidencia documental proporcionada por un laboratorio o por un organismo de certificación acreditado, solicitar al DRO su aprobación periódica y sistemática para su utilización en la obra.
3. Confirmar al Propietario o al Promotor, en su caso, el cumplimiento de las especificaciones de construcción en la ejecución de las obras.
4. Asentar en la bitácora las observaciones, omisiones o modificaciones detectadas y, en su caso, proponer al DRO las acciones preventivas o correctivas correspondientes, asegurando el cumplimiento de lo dispuesto por el DRO.
5. Informar al DRO y al Propietario o al Promotor, en su caso, la congruencia entre la edificación y el proyecto ejecutivo aprobado y autorizado.
6. Al finalizar la obra, entregar al propietario los registros de todos los informes de supervisión, planos, observaciones originales, cálculos, datos obtenidos e informes proporcionados por los laboratorios. Estos registros deben contener información suficiente para permitir la repetición satisfactoria de alguna verificación y la actualización de la información del Proyecto Ejecutivo tal como se construyó.

104.9 Uso de materiales de construcción y sistemas constructivos autorizados. Los materiales de construcción, equipos, productos y sistemas constructivos aprobados por el FRAE y demás regulación en la materia, deben ser utilizados e instalados de acuerdo con lo establecido en la autorización respectiva, cumpliendo siempre con la normatividad vigente.

104.9.1 Reutilización de materiales y equipos.

Los materiales de construcción, equipos y productos usados pueden reutilizarse siempre que lo autorice el FRAE de acuerdo con el estado de conservación y utilidad en que se encuentren. El FRAE puede solicitar al DRO pruebas de laboratorio o físicas para demostrar que la reutilización de los mismos es segura.

104.10 Modificaciones. Cuando existan dificultades prácticas para el cumplimiento de las disposiciones de este Código, el FRAE, tiene autoridad para modificar ciertos requisitos en casos particulares; siempre y cuando, primero determine que una razón especial única hace que el cumplimiento estricto de la letra del CEV sea poco práctico y que la dispensa es conforme con la intención y el propósito del CEV, y que dicha modificación no disminuye los requisitos estructurales, ni los requisitos exigidos para asegurar la salud y la vida de las personas, así como para la protección contra incendios. Los detalles de la autorización de modificaciones al CEV deben ser registrados y guardados, para constancia, en los archivos de la Oficina de Control y Administración de la Edificación (OCAE) durante el tiempo requerido para la retención de archivos públicos de acuerdo con la Ley.

104.10.1. Áreas de riesgos. El FRAE, puede otorgar autorizaciones para la edificación de construcciones o modificaciones, en áreas sujetas a riesgos naturales de conformidad con lo dispuesto en el marco legal aplicable.

104.11 Materiales, diseños, equipos y sistemas constructivos alternativos. Las disposiciones de este Código no tienen la intención de impedir el uso de un material, ni prohíben un diseño o sistema constructivo que no esté descrito específicamente en el CEV.

Un material, diseño, equipo o sistema constructivo alternativo propuesto, puede ser autorizado cuando el FRAE determine que la propuesta es satisfactoria y que cumple con el propósito de las disposiciones del CEV, siempre y cuando el material, diseño, equipo o sistema constructivo propuesto sea para un uso similar al dispuesto por este Código y cumpla con los estándares de calidad requeridos y la normatividad vigente.

Las disposiciones específicas de desempeño básico o de estándares de calidad de los códigos internacionales, pueden ser permitidas también como aplicación supletoria a la de los requisitos especificados en este Código siempre y cuando no se contrapongan con la normatividad vigente.

104.11.1. Ensayes. Cuando no exista evidencia suficiente de que un material o sistema constructivo cumple con las disposiciones del Código, o para

sustentar la respuesta a reclamaciones por el uso de materiales o sistemas constructivos alternativos, el FRAE, tiene autoridad para solicitar pruebas y ensayos como evidencia del cumplimiento del CEV, sin costo para la jurisdicción local.

Los métodos de pruebas y ensayos deben estar de acuerdo con lo especificado en este mismo CEV o bajo otros estándares reconocidos, como los normalizados tanto en las NOM como en las NMX vigentes. Cuando no existan métodos de pruebas reconocidos y aceptados, el FRAE está facultado para aprobar los procedimientos de prueba propuestos.

Las pruebas y ensayos deben ser realizados por una entidad acreditada. Los reportes y resultados de las pruebas y ensayos deben ser registrados y conservados, para constancia, en los archivos de la OCAE, durante el tiempo requerido para la retención de archivos públicos de acuerdo con la Ley.

SECCIÓN 105 AUTORIZACIONES

105.1 Autorizaciones. Las autorizaciones consistentes en permisos y licencias, se deben otorgar o denegar de conformidad con las disposiciones del CEV y del marco legal correspondiente.

Los permisos y licencias de construcción referidas en esta sección del CEV, las debe autorizar el FRAE y se deben gestionar en la OCAE. Estos documentos son intransferibles por lo que no se pueden utilizar a favor de otra persona o en un domicilio distinto en virtud de que únicamente amparan al titular en una ubicación determinada, de acuerdo con el objeto para el que se haya otorgado. Los permisos, licencias, y autorizaciones pueden expedirse por medios electrónicos.

105.1.1 Documentos legales. Para iniciar cualquier trámite de permiso o licencia se requiere:

1. Comprobar la propiedad, mediante la presentación de título o escritura.

En el caso de predios ejidales o comunales se debe contar con la respectiva acta de asamblea ejidal legalizada.
2. Boleta de pago del impuesto predial o constancia catastral del bien inmueble que lo señale libre de gravámenes fiscales.
3. Alineamiento y número oficial.
4. Deslinde o levantamiento topográfico certificado por la oficina de catastro.

5. La OCAE puede determinar otros documentos válidos para el caso.

105.2 Obligatoriedad de autorizaciones. Todo propietario o persona que pretenda, por sí o por mediación de un tercero, construir, ampliar, modificar, reparar, trasladar, demoler o cambiar el destino de una edificación o estructura; o erigir, instalar, ampliar, modificar, reparar, quitar, convertir o reemplazar cualquier sistema eléctrico, de gas, mecánico o hidráulico y sanitario, cuya instalación se regule por el CEV, debe hacer la solicitud de autorización al Funcionario Responsable del Control y Administración de la Edificación y no debe iniciar los trabajos de que se trate, hasta obtener la autorización requerida.

105.2.1 Reparaciones de emergencia. Cuando deban realizarse reemplazos y reparaciones de equipo en una situación de emergencia, la solicitud del permiso debe presentarse en la OCAE al siguiente día hábil, después de ocurrida la emergencia.

105.2.2 Obras que no requieren autorización. No se requiere presentar solicitud o dar aviso a la OCAE para realizar las reparaciones menores ordinarias como:

1. Reemplazo de lámparas o la conexión de equipo eléctrico portátil aprobado a receptáculos permanentemente instalados.
2. Reparaciones que no impliquen afectación estructural del edificio, parte o porción de él, como son: la remoción o corte de algún elemento estructural o apoyo portante, la remoción o cambio de algún muro de carga.
3. Reparaciones pero no la remoción o cambio de algún medio de salida requerido, o la reubicación de partes que afecte la imagen urbana del conjunto.
4. Las reparaciones menores que tampoco impliquen la ampliación, modificación, reemplazo o reubicación de alguna tubería de abastecimiento de agua, alcantarilla, desagüe, conductor de desagüe, desagüe de aguas residuales negras, desperdicios, tubería de gas, respiraderos o conducto similar, tendido eléctrico o instalación mecánica u otro trabajo que afecte la salud pública o la seguridad general.
5. Igualmente, pueden realizarse trabajos de limpieza, aplanados, pintura y rodapiés de fachadas y obras de jardinería; reposición y reparación de los acabados de la construcción, así como reparación y ejecución de instalaciones, siempre que no afecten los elementos estructurales, no modifiquen la demanda a

las redes urbanas existentes, ni contravengan los acuerdos estipulados en el reglamento interno del conjunto urbano o condominio, en su caso.

6. Obras urgentes para prevención de accidentes, situación que debe notificarse a la OCAE, dentro de un plazo máximo de cinco días hábiles contados a partir del inicio de las obras.
7. Construcciones provisionales para uso de oficinas, bodegas o vigilancia de predios durante la edificación de una obra y de los servicios sanitarios correspondientes.
8. Pozos de exploración para estudios varios y obras de jardinería que no impliquen cambio en la infiltración o extracción de agua del subsuelo.

No se debe asumir que la exención de los requisitos de permisos dispuestos en el CEV concede autorización alguna para que se realice cualquier trabajo que infrinja, en la forma que sea, las disposiciones del CEV o de cualquier otra normatividad aplicable.

105.2.3 Obra Pública. La construcción, ampliación, reparación y mantenimiento de los sistemas que brindan servicios públicos, tales como agua, drenaje, alumbrado, electrificación, gas y telefonía, entre otros, realizados por dependencias, entidades de la administración pública y concesionarios de servicios públicos, dentro o fuera de la vía pública requieren de la aprobación de la oficina a cargo del FRAE.

Para el mantenimiento o reparación de redes y equipo de generación, transmisión, distribución, conteo u otro a cargo de las oficinas de servicio público, se debe solicitar autorización al FRAE indicando el tipo, ubicación y duración de los trabajos, así como en su caso, la necesidad de control vial o de otro tipo.

105.2.4 Obras con permiso. Pueden ejecutarse las siguientes obras con autorización expedida al propietario por el FRAE, sin mediar responsabilidad del DRO o de responsables técnicos de obra o proyecto para:

1. Construcción de bardas interiores o exteriores con altura máxima de dos metros cincuenta centímetros (2.50 m).
2. Construcción de fosas sépticas o albañales donde no exista el servicio público para ello.
3. Apertura de claros de un metro cincuenta centímetros (1.50 m), como máximo en construcciones hasta de dos pisos, si no se afectan elemen-

tos estructurales o las condiciones originales de diseño estructural.

4. Construcciones provisionales para uso de servicios sanitarios, oficinas, bodegas o vigilancia de predios durante la edificación de una obra.
5. Impermeabilizaciones y arreglo o cambio de techos de azotea o entresijos de madera cuando se emplee el mismo tipo de construcción.
6. Edificaciones de una casa habitación con dimensiones máximas de cuarenta metros cuadrados (40 m²), de una sola planta, por una sola vez en el predio de que se trate y exclusivamente para uso particular del propietario. En estos casos, ningún claro debe ser mayor de cinco metros en techo de madera y de tres metros en techo de losa de concreto.

105.3 Solicitud de autorización. Para obtener un permiso o licencia, el solicitante debe presentar previamente una solicitud por escrito en un formulario proporcionado para ese propósito por la oficina del FRAE. Dicha solicitud debe:

1. Identificar y describir el trabajo a cubrir por el permiso para el cual se presenta la solicitud.
2. Describir el terreno en el cual el trabajo propuesto va a ser realizado de acuerdo con la descripción legal, dirección de calle o descripción similar que identifique la obra o edificación propuestas.
3. Indicar el uso y destino para el cual se proyecta el trabajo propuesto.
4. Estar firmada por el solicitante, o el representante legal del solicitante.
5. Proporcionar otros datos e información que pueda requerir el FRAE.
6. Acompañarse de los documentos de la construcción y la información requerida que se lista a continuación:
 - 6.1 Planos a escala del proyecto de la o las viviendas, debidamente acotados y especificados, con los signos técnicos convencionales.
 - 6.2 Deslinde Catastral o, en su caso, constancia de entrega del terreno por parte del fraccionador.
 - 6.3 Comprobantes de tener convenio en vigor o de estar al corriente en el pago de las obligaciones fiscales del terreno, consumo de agua y obras de urbanización o alumbrado público en su caso.
 - 6.4 Aprobación de las dependencias en materia de servicios públicos.

Cuando así lo crea conveniente, el FRAE puede exigir al solicitante la presentación del proyecto de instalación eléctrica y del sistema contra incendio por parte de las dependencias o autoridades que correspondan. La solicitud y los planos deben llevar firmas autógrafas del propietario y, en su caso, de los responsables técnicos.

105.3.1. Respuesta a solicitudes. La solicitud, planos, especificaciones, cálculos y otra información presentada por un solicitante para la obtención de una autorización, deben ser revisados por el FRAE, o el funcionario que la OCAE autorice para tal efecto, debiendo notificar al solicitante, en un plazo no mayor de dos días hábiles, el monto a pagar.

Dichos planos, pueden ser revisados por otras áreas administrativas locales para verificar su cumplimiento con toda la normatividad aplicable.

El FRAE debe emitir o negar el permiso o licencia al solicitante en un plazo no mayor de diez días naturales, a partir de que éste haya efectuado y dado aviso a la OCAE del pago correspondiente.

Si la solicitud o documentos de la construcción no cumplen con los requisitos del CEV y de la normatividad aplicable, el FRAE debe rechazar tal solicitud por escrito declarando las razones para ello.

Si el trabajo descrito en una solicitud de permiso o licencia y los planos, especificaciones y otra información presentada con la misma, cumplen con los requisitos del CEV, así como con la normatividad aplicable, el FRAE debe emitir el documento solicitado.

105.3.2 Autorizaciones parciales. El FRAE está facultado para emitir una autorización para la construcción de una parte de una edificación o estructura antes que todos los planos y especificaciones de la edificación o estructura completa hayan sido presentados o aprobados, siempre y cuando se haya presentado la información suficiente y las declaraciones detalladas cumpliendo con todos los requisitos establecidos en este Código.

El otorgamiento de una autorización parcial no implica que el permiso le vaya a ser otorgado para toda la edificación o estructura.

105.3.3 Documentos de la construcción autorizados. La OCAE debe conservar un ejemplar de los planos, especificaciones y cálculos aprobados durante el periodo requerido para la retención de archivos públicos de acuerdo con la ley en la materia e igualmente se debe entregar al solicitante un ejemplar de planos y especificaciones aprobados, para que una copia de éstos, se conserven en to-

do momento en el lugar de la obra o construcción, durante el periodo de ejecución de la obra autorizada y hasta en tanto no se haya concluido la edificación y se notifique su terminación.

105.4 Validez de la autorización. La emisión de una autorización, no debe ser interpretada como una aprobación para violar alguna de las disposiciones del CEV o norma técnica aplicable. No son válidos los permisos y licencias que impliquen la violación de las disposiciones del CEV u otra normatividad aplicable.

La emisión de una autorización basada en los documentos para la construcción y otra información, no impide que el FRAE requiera la corrección de errores en los documentos para la construcción y otra información. El FRAE también está autorizado para evitar el destino o uso de una estructura cuando ésta se encuentre violando las disposiciones del CEV u otra normatividad aplicable.

Las autorizaciones tienen validez cuando el FRAE las expida de conformidad con las disposiciones establecidas en este Código. Las autorizaciones que infrinjan o cancelen las disposiciones del CEV u otra normatividad aplicable no tienen ninguna validez.

El FRAE está facultado para prohibir la ocupación o uso de un edificio, estructura o instalación que viole este Código y demás normatividad aplicable.

105.5 Vigencia. La autorización otorgada por el FRAE tiene una vigencia de 270 días naturales contados a partir de su emisión.

El FRAE puede conceder, por escrito, una o más prórrogas de tiempo, por periodos de no más de 180 días naturales cada uno. La prórroga se debe pedir por escrito y debe demostrarse la causa justificada que impide el inicio de las obras o el retraso o la suspensión de las mismas.

Si el trabajo autorizado se suspende o se abandona por un periodo de 180 días naturales o más, después de comenzado el trabajo, la autorización debe ser revocada.

Para reiniciar la obra, debe obtenerse primero una nueva autorización y cubrir el importe de los derechos que para dicha obra establezca la ley de ingresos aplicable, siempre y cuando no se hayan hecho ni se hagan cambios en los planos y especificaciones originales de dicha obra y siempre que dicha suspensión o abandono no haya excedido de un año en cuyo caso se debe reiniciar todo el proceso.

105.6 Suspensión o revocación. El FRAE puede suspender o revocar una autorización emitida bajo las disposiciones de este Código cuando dicha autorización se haya emitido con base en información

incorrecta, inexacta o incompleta, o en violación a alguna normatividad aplicable o a alguna de las disposiciones de este Código.

105.7 Ubicación de la autorización. En la obra o edificación se debe colocar en un lugar visible un letrero con el tipo de obra, nombre y registro del DRO y de los Corresponsables, en su caso, así como el número de autorización de la obra y ubicación de la misma.

105.8 Corresponsabilidad. Es deber de cada persona que realiza un trabajo de instalación o reparación de la edificación o estructura, como instalaciones eléctricas, de gas, mecánicas o hidráulicas y sanitarias para las cuales este CEV es aplicable, cumplir con todas las disposiciones de este Código.

105.9 Aprobaciones previas. Con base en este Código, no puede requerirse cambios en los documentos de la construcción, en la construcción, en el uso habitacional designado a un edificio, estructura o instalación para el cual se haya emitido una autorización legal en el pasado o haya sido legalmente aprobada de otra manera, y cuya construcción se haya realizado de buena fe dentro de los primeros 180 días posteriores a la emisión de este Código.

SECCIÓN 106 DOCUMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

106.1 Delegación de autoridad. La autoridad constitucionalmente facultada para emitir y regular los ordenamientos relativos a las construcciones, fija los tamaños y características de las construcciones así como los requisitos que se deben cumplir para obtener las licencias y permisos, usualmente plasmados en un Reglamento de Construcciones o su equivalente. Esta autoridad otorga a la OCAE y FRAE las facultades necesarias para hacerlos cumplir, entre ellos el manejo de los documentos necesarios para el caso.

106.1.1 Presentación de documentos. Además de la solicitud de autorización deben presentarse en dos o más juegos originales y las copias que se requiera, los planos, especificaciones, cálculos de ingeniería, diagramas, informes de investigación de suelos, programas de investigaciones especiales y de revisión estructural y otra información requerida por el FRAE.

106.1.2 Los documentos de construcción deben ser revisados y firmados por un DRO. Cuando existan condiciones especiales de tamaño de la edificación, de impacto urbano, de posible seguridad estructural, de alto impacto social o de contaminación ambiental, el FRAE está autorizado

para requerir otros documentos de construcción, relacionados con el proyecto en cuestión.

Excepción: El FRAE puede eximir la presentación de planos, cálculos, requisitos de inspección de construcción y otra información firmada por el DRO, si se determina que la naturaleza del trabajo para el que se ha solicitado el permiso o licencia es tal que la revisión de los planos no es necesaria para cumplir con las disposiciones del CEV.

106.1.3 Información sobre los documentos de la construcción. Los documentos de la construcción, planos y especificaciones deben elaborarse a la escala solicitada sobre papel y en buena calidad de impresión. Se permite la presentación de los documentos por medios electrónicos cuando lo apruebe el FRAE. Los documentos de construcción, planos y especificaciones deben indicar claramente, la ubicación, naturaleza y extensión de la obra propuesta y mostrar en detalle que se cumplen las disposiciones del CEV, la normatividad aplicable, y la solicitada por el FRAE.

106.1.4 Instrucciones de instalación del fabricante. Las instrucciones de instalación de los fabricantes, requeridas por el CEV, deben estar disponibles en el lugar de trabajo en el momento de la inspección.

106.1.5 Información para la construcción en áreas propensas a inundaciones. Para las edificaciones y estructuras en zonas en peligro de inundación como las establecidas en el anexo correspondiente, los documentos de la construcción deben incluir:

1. La delimitación de la zona en peligro de inundación, límites del cauce de crecida y de zonas de inundación, y el nivel de inundación de diseño, según los Atlas de Riesgos respectivos o lo que determine la autoridad competente.
2. El alzado o proyección vertical del piso más bajo proyectado, incluyendo el sótano. En las áreas sujetas a inundación poco profunda según en el anexo correspondiente, debe indicarse la altura del piso más bajo proyectado, incluyendo el sótano, por encima del nivel de terreno adyacente más alto.
3. En las zonas costeras de alto peligro, según en el anexo correspondiente, debe incluirse el alzado o proyección vertical de la parte inferior del elemento estructural horizontal más bajo.
4. Si las cotas de diseño no están incluidas en los Atlas de Riesgo, el FRAE y el solicitante deben obtener y utilizar razonablemente cualquier cota de diseño de inundación e información

del cauce de crecida disponible de otras fuentes. No se deben considerar períodos de retorno menores a 50 años.

106.3 Plano de ubicación. Los documentos de construcción presentados con la solicitud de autorización deben ser acompañados por un plano que muestre el tamaño y la ubicación de la nueva construcción y de las estructuras existentes en el lugar y las distancias a los límites del predio. En el caso de demolición, el plano debe mostrar la construcción a ser demolida y la ubicación y el tamaño de las estructuras existentes y construcciones que permanecerán en el predio.

106.4 Aprobación de los documentos de la construcción. El FRAE emite una autorización cuando los documentos para la construcción son aprobados por escrito y se les pone un sello, además de las firmas necesarias en los planos y especificaciones aprobados. Dichos planos y especificaciones aprobados no deben ser cambiados, modificados o alterados sin la autorización del FRAE. Toda obra regulada por este Código debe ejecutarse de acuerdo con los documentos para la construcción aprobados.

Un juego de documentos para la construcción, revisados y aprobados debe quedar en poder del FRAE. El otro juego se debe devolver al solicitante y una copia de éste, incluyendo claramente los sellos y firmas de aprobación, se debe mantener en el lugar de la obra y debe estar disponible para la inspección a cargo del FRAE o su representante autorizado.

106.5 Documentos de la construcción modificados. La obra se debe ejecutar de conformidad con la autorización emitida y de acuerdo con los documentos para la construcción aprobados. Para realizar cualquier cambio durante la construcción, se debe solicitar autorización, para lo cual, se tienen que presentar los documentos necesarios con la modificación que se pretenda.

SECCIÓN 107 ESTRUCTURAS Y USOS TEMPORALES

107.1 Generalidades. En materia de vivienda descrita en el apartado 101.2 del CEV, el FRAE está facultado para emitir autorizaciones para estructuras y usos temporales. Dichas autorizaciones deben estar limitadas al tiempo de servicio, pero no deben ser permitidas por más de 180 días. El FRAE está autorizado para otorgar hasta dos extensiones de la autorización por causas justificadas.

107.2 Conformidad. Las estructuras y usos temporales deben cumplir con los requisitos de resistencia estructural, de seguridad contra el fuego, de medios de salida, de iluminación, de ventilación

y sanitarios, indicados en el CEV, necesarios para asegurar la salud pública, la seguridad y el bienestar humano.

107.3 Energía temporal. El titular de la solicitud de autorización de obra puede solicitar a la empresa que corresponda el suministro y uso temporal de energía en una parte de la instalación eléctrica, antes de que tal instalación se haya completado totalmente y de que se haya emitido el certificado de uso y ocupación. La parte cubierta por la autorización temporal debe cumplir con los requisitos especificados para la iluminación, calor y energía establecidos en la Parte 9 del CEV.

107.4 Terminación de la autorización. El FRAE está autorizado para dar por terminada una autorización para una estructura o uso temporal y ordenar que la estructura o el uso temporal sean retirados.

SECCIÓN 108 PAGO DE DERECHOS

108.1 Pago de derechos. El importe del pago de derechos de los permisos y licencias, deben ser establecidos por la autoridad local competente, arancel al que están sujetos el FRAE y los solicitantes. Las autoridades locales pueden asignar a la OCAE la provisión de recursos adicionales en función de su recaudación por concepto de derechos.

SECCIÓN 109 INSPECCIONES

109.1 Inspección. Toda obra para la cual se requiere una autorización debe estar sujeta a inspección por la OCAE y debe permanecer accesible y expuesta para fines de inspección hasta ser concluida y aprobada por el FRAE.

El FRAE, en su calidad de autoridad local competente, está autorizado para llevar a cabo las inspecciones que sean necesarias a efecto de garantizar la seguridad técnica y estructural de las edificaciones y a recibir los reportes de las inspecciones realizadas por parte de las personas autorizadas para ello.

Los reportes de inspecciones deben ser presentados por escrito y validados por un funcionario o por la persona acreditada por la OCAE como responsable del reporte.

Ante la falta de una inspección convenida, las obras pueden continuar

109.2 Registro de inspecciones. Las obras que requieren autorización no pueden iniciar hasta que el

titular de la autorización, el DRO o un agente del mismo haya colocado en un lugar visible y accesible, la bitácora para que la autoridad competente anote en ella los registros correspondientes a las visitas de inspección realizadas. El titular de la autorización debe mantener disponible la bitácora hasta que la autoridad competente verifique la conclusión de las obras y haya otorgado la autorización final.

109.3 Solicitudes de inspección. La persona que ejecute la obra autorizada debe notificar a la autoridad competente cuando dicho trabajo esté listo para su inspección. Toda solicitud debe ser por escrito o correo electrónico, por lo menos un día hábil antes del que se desee realizar la inspección. Es obligación de la persona que solicita cualquier inspección derivada del cumplimiento de lo dispuesto en este CEV, facilitar el acceso a la obra o edificación y proporcionar al inspector los medios necesarios para llevarla a cabo.

109.4 Aprobación para continuación de obras. Cuando la OCAE, por medio de escrito o anotación en bitácora notifique la suspensión de una obra, solo se deben ejecutar los trabajos que se indiquen en la propia notificación, con el fin de corregir lo que corresponda. En caso de que las fallas señaladas se intenten cubrir u ocultar, el FRAE puede clausurar la obra y cancelar la autorización correspondiente.

109.5 Tipo de inspecciones. En forma periódica y programada, el Funcionario Responsable del Control y Administración de la Edificación, previa notificación al titular de la autorización o a su agente, debe realizar o instruir a un funcionario de la OCAE para que realice inspecciones al lugar de la construcción según considere conveniente, ya sea para aprobar la fase de la construcción que corresponda, como la conclusión, o bien para notificar al titular de la autorización o a su agente que la obra no cumple con las disposiciones del CEV.

109.5.1 Inspección de la cimentación. Debe hacerse después de que las excavaciones para las zapatas estén terminadas y todo el acero de refuerzo esté colocado. En la cimentación de concreto debe colocarse todo el encofrado requerido antes de la inspección. Todos los materiales para la cimentación deben estar en la obra, excepto cuando se pretenda utilizar concreto premezclado, suministrado de acuerdo con las normas reconocidas y aprobadas nacionalmente.

109.5.2 Inspección y pruebas de instalaciones hidráulicas y sanitarias, mecánicas, de gas y eléctricas. El FRAE debe realizar una inspección a fondo y las pruebas necesarias a la instalación hidráulica y sanitaria, mecánica, de gas y eléctrica antes de:

1. Colar o tapar todas las canalizaciones.

2. Colocar o instalar muebles y accesorios.

3. La última inspección de la estructura.

109.5.3 Inspecciones en áreas propensas a inundación. En las obras ubicadas en zonas identificadas como propensas a inundación, cuando se construya el piso más bajo, incluyendo sótanos y antes de continuar la construcción en vertical, el FRAE debe requerir la documentación relativa a lo ejecutado bajo el nivel del piso terminado más bajo, incluyendo el sótano, avalada por el DRO.

109.5.4 Inspección de mampostería y estructura. El acero de refuerzo o el armado estructural de cualquier parte de una edificación o estructura no debe cubrirse u ocultarse hasta obtener previamente la autorización de la autoridad competente.

La protección de juntas y penetraciones en sistemas resistentes al fuego no debe ocultarse hasta que haya sido inspeccionada y aprobada.

La autoridad competente, al ser notificada, debe hacer las inspecciones que se indican a continuación:

109.5.4.1 Inspecciones de losas de concreto y sótanos. Deben realizarse después de que todas las canalizaciones, accesorios y otros elementos de equipos auxiliares y de servicio embebidos en la losa de concreto, estén colocados en sitio, pero antes de cualquier colado de concreto o de instalar la cimbra del nivel de entrepiso siguiente.

109.5.4.2 Inspecciones de estructuras. Deben hacerse después de que el techo, toda la estructura, bloqueos anti-fuego y tirantes estén colocados, toda la tubería, chimeneas y respiraderos estén terminados y después de que sean aprobadas las canalizaciones, guías y pasos necesarios para las instalaciones hidráulicas y sanitarias, mecánicas y eléctricas, así como las inspecciones a las instalaciones mismas.

109.5.4.3 Inspecciones previas a los acabados. Deben hacerse después de terminar muros de ladrillo o "block" y antes de emplastar. En el caso de plafón de yeso o similar, la inspección se efectúa después de que todos los listones y tableros de yeso interiores y exteriores estén colocados, pero antes de que se aplique el enyesado o antes de que las juntas de los tableros de yeso y anclajes estén colocados, emplastecidos y terminados.

Además, deben revisarse las canalizaciones, guías y accesorios de instalaciones embebidas en muros antes de colocar el recubrimiento final.

Posteriormente, debe realizarse la inspección en acabados de muros interiores y exteriores.

109.5.5 Otras inspecciones. Además de las inspecciones anteriores, el FRAE puede realizar las inspecciones que considera necesarias de cualquier trabajo de la obra, para asegurar el cumplimiento de las disposiciones del CEV y de la normatividad aplicable.

109.5.5.1 Inspección de la construcción clasificada como resistente al fuego. En donde sea requerida la clasificación de construcción resistente al fuego entre unidades de vivienda o debido a la situación en la propiedad, el FRAE debe realizar una inspección de la obra después de que los muros estén levantados, pero antes de la colocación de acabados.

109.5.6 Inspección final. El FRAE debe realizar una inspección y aprobación final de todas las edificaciones y estructuras cuando hayan sido terminadas y estén listas para su ocupación y uso. De esta inspección deriva la aprobación de ocupación.

109.6 Agencias de inspección. El FRAE está autorizado para contratar, aceptar y hacer propios los informes de peritos, personas físicas y morales especializadas en inspección de obras, siempre que satisfagan los requisitos de competencia y responsabilidad y estén certificados e inscritos en el padrón respectivo.

SECCIÓN 110 CERTIFICADO DE OCUPACIÓN

110.1 Aviso de terminación de obra. El titular de la autorización está obligado a manifestar por escrito a la OCAE la terminación de las obras ejecutadas. Es requisito indispensable contar con el certificado de aceptación emitido por la autoridad competente antes de ocupar la vivienda.

110.2 Visto Bueno de Seguridad y Operación. En los casos de conjuntos y edificios habitacionales, junto con el Aviso de Terminación de Obra, se debe presentar ante la oficina a cargo del FRAE, una declaración del Director Responsable de Obra y en su caso de los corresponsables de seguridad estructural, diseño urbano e instalaciones, manifestando su responsiva y Visto Bueno de Seguridad y Operación a las edificaciones e instalaciones que reúnen las condiciones de seguridad para su operación y funcionamiento.

El Visto Bueno de Seguridad y Operación debe contener:

1. El nombre, denominación o razón social del o los propietarios; en el caso de ser el representante le-

gal, debe acompañar los documentos con los que acredite su personalidad.

2. El domicilio para oír y recibir notificaciones.

3. La ubicación del inmueble de que se trate.

4. El nombre y número de registro del Director Responsable de Obra, y en su caso de los corresponsables de seguridad estructural, diseño urbano e instalaciones en su caso.

5. La manifestación, bajo protesta de decir verdad del DRO de que la edificación e instalaciones correspondientes reúnen las condiciones de seguridad previstas por éste Código y la normatividad local correspondiente, para su operación y funcionamiento.

6. Los resultados de las pruebas de laboratorio, de acuerdo a la norma NMX-C-155 ONNCCE 2014.

7. La declaración del propietario y del DRO, de que la construcción que se trata, cuenta con los equipos y sistemas de seguridad para situaciones de emergencia, cumpliendo con las Normas Mexicanas y las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

8. La constancia de seguridad estructural, en su caso.

110.3 Ocupación. La edificación, estructura o instalación habitacional sólo puede ocuparse hasta que el FRAE la haya inspeccionado y constate que dichos trabajos se realizaron de conformidad con las disposiciones del CEV y de la normatividad local aplicable y emita un certificado que autoriza la ocupación del inmueble, conforme a las características de la autorización emitida. Este certificado se debe emitir como respuesta al Aviso de Terminación de Obra, así como por el Visto Bueno de Seguridad y Operación y a la inspección de los profesionales calificados y certificados de la OCAE a cargo del FRAE.

No se requiere certificado de ocupación para los trabajos exentos de licencia. Ver Sección 105.2.2.

Una vez que el FRAE emita el Certificado de Ocupación, el propietario o poseedor es el responsable de la operación y mantenimiento de la construcción, y de satisfacer las condiciones de seguridad e higiene.

El Certificado de Ocupación, debe ser otorgado, si así procede, en un plazo de cinco días hábiles contados a partir de presentado el aviso de terminación de obra.

El FRAE puede autorizar cambios en la obra ejecutada con respecto al proyecto original, siempre

que no se afecten las condiciones de seguridad, estabilidad, uso de suelo y edificio específico, higiene y habitabilidad; atendiendo a la autorización de construcción emitida y las previsiones que fija este Código. Ver también 104.2, 104.10, 104.10.1, 104.11, 104.11.1, y 106.4.

110.4 Contenido del certificado. El Certificado de Ocupación, debe incluir la siguiente información:

1. El número de certificado.
2. El domicilio del inmueble.
3. El nombre y domicilio del propietario.
4. El nombre y la firma del FRAE.
5. Descripción de la edificación o estructura o la parte de ella para la cual se emite el certificado.
6. Declaración del FRAE indicando que la edificación o estructura o la parte de ellas que ha sido inspeccionada en cumplimiento del CEV.
7. El número de autorización, permiso o licencia de las obras realizadas.
8. Los datos del DRO indicados en la licencia de construcción.
9. Toda estipulación y condición especial incluida en la autorización de la construcción, incluyendo la mención a sistemas de protección contra incendios.

110.5 Modificaciones y demoliciones. En caso de que el FRAE o los funcionarios de la oficina a su cargo o la persona física o moral contratada, al visitar el inmueble y cotejar la documentación correspondiente se percaten de que la obra no se ajusta al proyecto y especificaciones autorizadas o a las modificaciones del proyecto autorizadas, el FRAE debe ordenar al propietario efectuar las modificaciones que fueren necesarias, para que el proyecto y la obra cumplan con el CEV y la normatividad aplicable y en tanto éstas no se ejecuten, no debe autorizar la emisión del certificado de ocupación de la obra.

El FRAE está facultado para ordenar la demolición parcial o total de una obra, con cargo al propietario, cuando se haya ejecutado en contravención al CEV y la normatividad correspondiente, independientemente de las sanciones que procedan de conformidad con este Código y la legislación aplicable.

110.6. Cambio de uso del edificio. Cualquier cambio en el carácter o uso de una estructura o edificación existente, debe ser solicitado a la OCAE y re-

suelto por ésta de conformidad con la normatividad aplicable.

110.7 Ocupación temporal. El FRAE está autorizado a emitir un permiso temporal de ocupación antes de que se complete el trabajo entero cubierto por el permiso, siempre que dicha parte o partes puedan ser ocupadas en forma segura. El FRAE debe establecer un lapso durante el cual es válido el certificado temporal de ocupación.

110.8 Revocación. El FRAE debe, por escrito, suspender o revocar un Certificado de Uso y Ocupación emitido según las disposiciones del CEV, cuando haya sido emitido con base a información proporcionada incorrectamente, o cuando se determine que la edificación o parte de la misma está infringiendo las disposiciones del CEV u otra normatividad aplicable.

SECCIÓN 111 SERVICIOS

111.1 Conexión a los servicios. Ninguna persona debe hacer conexiones desde un servicio, fuente de energía, combustible o potencia, para lo que se requiere un permiso, a ninguna edificación o sistema regulado por el Código, hasta que sea aprobado por el FRAE.

111.2 Conexiones provisionales. El Funcionario Responsable del Control y Administración de la Edificación, debe tener la facultad de autorizar y aprobar la conexión provisional de una edificación o sistema de servicio, fuente de energía o potencia.

111.3 Autoridad para desconectar los servicios. El FRAE, tiene la facultad de autorizar la desconexión de los servicios de la edificación, estructura o sistema regulado por este Código, en función a lo establecido en la Sección 102.2 en caso de emergencia, donde sea necesario eliminar un peligro inmediato para la vida o la propiedad, o cuando dicha conexión al servicio haya sido hecha sin la aprobación requerida. Ver las Secciones 111.1, 111.2. El FRAE, debe notificar a las autoridades competentes y al usuario o propietario de la edificación, estructura o sistema de servicio de la decisión de desconectar antes de realizar dicha acción y si no es posible, se le debe notificar por escrito inmediatamente después de la desconexión.

SECCIÓN 112 COMITÉ DE REVISIONES

112.1 Generalidades. A fin de conocer y decidir sobre interpretaciones de órdenes, decisiones, determinaciones y resoluciones emitidas por el FRAE y

demás personal adscrito o contratado por la OCAE, con respecto a la aplicación de este Código, se crea el Comité de Revisiones.

Dicho Comité debe emitir el reglamento de operación para llevar a cabo sus funciones, sin contravenir lo establecido en el Código.

El Comité de Revisiones atendiendo a las solicitudes de aclaraciones acerca de las interpretaciones del CEV realizadas por el FRAE, debe proceder a la revisión del caso escuchando a las partes y resolver lo conducente en forma clara y precisa.

Los cuestionamientos formulados por los interesados y la resolución del Comité de Revisiones deben constar en el acta que al efecto se levante, firmada por los asistentes.

112.2 Integrantes. El Comité de Revisiones debe estar integrado por miembros calificados por su experiencia y capacitación para decidir sobre asuntos pertinentes a la construcción de edificaciones y que no sean empleados de la OCAE. El Comité debe estar integrado, por especialistas representantes de entidades técnicas gubernamentales, privadas y académicas, incluyendo al FRAE, el cual no tiene derecho a voto.

112.3 Limitaciones de autoridad. El Comité de Revisiones no tiene facultades para eximir el cumplimiento de las disposiciones del CEV.

112.4 Resolución. El FRAE debe resolver la solicitud de aclaración atendiendo al acuerdo que adopte el Comité de Revisiones.

SECCIÓN 113 INCUMPLIMIENTO DEL CEV

113.1 Actos ilegales. Incorre en ilegalidad cualquier persona, empresa o corporación que construya, modifique, extienda, repare, traslade, retire, demuela u ocupe cualquier edificación, estructura o instalación regulada por este Código, o hacer que se ejecuten dichas acciones, en conflicto con o en contra de cualquiera de las disposiciones de este Código.

113.2 Aviso de incumplimiento. El FRAE debe entregar un aviso de incumplimiento y suspensión de la obra, a la persona responsable de la construcción, modificación, ampliación, reparación, traslado, remoción, demolición u ocupación de una edificación o estructura en contravención a las disposiciones del CEV, o a las disposiciones, permisos, licencias, planos y especificaciones aprobados o a una autorización o certificado emitido bajo las disposiciones de este Código. Dicho aviso debe contener la orden de detener la obra y la de realizar la reparación o recti-

ficación que corresponda y el plazo en que se debe realizar dicha rectificación.

113.3 Seguimiento. Si no se da respuesta a lo ordenado en el aviso de incumplimiento y suspensión en el tiempo señalado, el FRAE puede realizar la clausura de la obra y proceder conforme a las disposiciones aplicables, pudiendo convocar a la fuerza pública con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones del CEV.

113.4 Multas por incumplimiento. Cualquier persona que infrinja una disposición del CEV o no cumpla alguno de los requisitos del mismo o que construya, modifique o altere una edificación o estructura en violación a los documentos aprobados para la construcción o a alguna instrucción del FRAE o al permiso o certificado emitido según las disposiciones de este código, se hace acreedora a la multa que corresponda por el incumplimiento a las disposiciones de este Código y de las demás leyes aplicables. Lo anterior, sin perjuicio de que el infractor pueda ser sujeto de responsabilidad civil o penal, según sea el caso.

SECCIÓN 114 ORDEN DE SUSPENSIÓN DE OBRA

114.1 Notificación al propietario. Tras el aviso del FRAE de que algún trabajo en alguna edificación o estructura está siendo ejecutado contraviniendo las disposiciones del CEV o de alguna manera insegura o peligrosa, dicho trabajo debe ser suspendido inmediatamente.

El aviso de incumplimiento y la orden de suspensión deben presentarse por escrito y se deben entregar a cualquiera de estos tres responsables de la obra: el titular de la propiedad involucrada, el DRO, o la persona que está ejecutando la obra, debiendo establecerse en la misma notificación, las condiciones bajo las cuales se permite reanudar la ejecución de la obra.

114.2 Continuación ilegal. Toda persona que después de haber sido notificada con una orden de suspensión de obra, continúe un trabajo en o alrededor de la estructura, excepto aquellos trabajos en los que esa persona está autorizada para remover una violación o una condición insegura, está sujeta a las multas aplicables.

SECCIÓN 115 ENTREGA DE LA VIVIENDA

115.1 Generalidades. Toda vivienda nueva, al momento de ser entregada al propietario, debe haber

cumplido con las reglamentaciones del presente Código en cuanto a planeación y diseño, respondiendo a las características de proyectos especificadas para sistema constructivo, estructura, seguridad contra incendios, impermeabilización, aislamiento, acabados, plomería, electricidad, gas, aparatos e instalaciones especiales. Dicha entrega está sujeta a lo estipulado en esta Sección.

115.2 Notificación. El DRO y, en su caso, un representante de la empresa, debe avisar al propietario, vía correo, correo electrónico o personalmente, la hora y fecha en que se le debe hacer entrega de su vivienda, quince días antes de su realización.

115.3 Cita del día de entrega. Los involucrados en la entrega, el DRO y el propietario deben reunirse a la puerta de la vivienda, que es entregada y recibida, a la hora y fecha previamente acordada. El DRO o su representante, debe llevar consigo todo el paquete correspondiente al protocolo de entrega-recepción de la vivienda. Las partes pueden hacerse acompañar de las personas que, a su juicio, consideren pertinente.

115.4 Lista de verificación de habitabilidad. Durante el acto de entrega-recepción, se presenta un listado al nuevo propietario para comprobar que todas las características de habitabilidad se han cumplido. Ambas partes deben firmar de conformidad el certificado.

115.5 Entrega de accesorios. Si el tipo de vivienda así lo exige, se debe hacer entrega al nuevo propietario del paquete de accesorios de la vivienda.

115.6 Entrega del manual de operación y mantenimiento del usuario. En el caso de condominios o conjuntos habitacionales, se debe entregar al propietario un Manual del Usuario, mismo que debe contener una guía práctica para conocer, conservar y modificar dicha vivienda según las concesiones y restricciones del fraccionamiento sin transgredir las ordenanzas de este Código.

115.7 Entrega de certificado de garantía. Al igual que los demás bienes y productos, la vivienda debe estar sujeta a un certificado de garantía que la cubra de cualquier desperfecto o vicio oculto que pudiera presentarse. El DRO y el propietario deben acordar con anticipación las cláusulas u obligaciones de dicho certificado.

115.8 Entrega de planos y permisos. Se debe entregar al propietario una copia de los planos constructivos de la vivienda, firmados y sellados según lo especifique la autoridad municipal correspondiente, así como los permisos de edificación o licencia de construcción. La entrega de estos documentos está sujeta a que el adquirente cubra los costos de copiado o reproducción.

115.9 Entrega del aviso de terminación de obra. El DRO debe entregar al propietario una copia del Aviso de Terminación de Obra, expedido por la autoridad que haya otorgado la licencia de construcción.

115.10 Certificado de entrega-recepción. Se debe extender al propietario un Certificado de Entrega-Recepción de la vivienda en el cual se estipule que el propietario recibió su vivienda habiéndose cumplido con las disposiciones de este Código, además de los términos de contratación y compra-venta. Ambas partes deben firmar de conformidad el certificado.

115.11 Entrega de llaves. Se debe entregar al propietario, o adquirente, los juegos de llaves, en original y copia, de las cerraduras y chapas instaladas en la vivienda. Se deben entregar las copias adicionales que se hayan hecho.

los fines y objetivos un aforo incluirá diversos aspectos como son: sentidos de circulación, variación por unidad de tiempo, composición vehicular, etc. *CONAVI*

Aglomeración urbana. Ver área urbana. *SEDESOL*

Agua en bloque. Cantidad de agua que es requerida por un día en una colonia, fraccionamiento o familia.

Agua freática. Manto acuífero subterráneo que descansa sobre la primera capa impermeable del subsuelo, a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas y climatológicas de cada región. La superficie del agua se designa como nivel del agua freática.

Agua potable. Agua apta para el uso y consumo humano, con la calidad adecuada de acuerdo con las normas establecidas por las autoridades sanitarias, fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, dentro de los límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor. *NOM 127 SSA 1994 modificada en 2000*

Agua residual doméstica. Aguas de composición variable proveniente de las descargas de usos domésticos.

Agua salobre. Aquella cuya proporción de sales la hace impropia para ser bebida.

Aguas pluviales. Son las aguas producto de la lluvia, nieve o granizo, que escurren sobre la superficie.

Aguas servidas residuales. Se denomina aguas servidas a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Se les llama también aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales.

Aire de combustión. Aire necesario en la combustión de una caldera o estufa.

Aire de ventilación. La porción de aire de suministro que proviene del exterior (intemperie) más todo aire recirculado que haya sido tratado para mantener la calidad deseada del aire dentro de un espacio determinado. *IECC-MÉXICO*

Aislante térmico. Producto, elemento o componente que se utiliza para proporcionar el flujo de calor. También identificado como termoaislante. *IECC-MÉXICO*

Albañal. Canal o conducto de desagüe de las aguas sucias. *CONAVI*.

Albañal interior. Es la tubería que recoge las aguas residuales de una edificación y termina en un registro antes de salir del predio.

Alcantarilla. Estructura que conduce una corriente a través del terraplén de un camino o vialidad. También se le llama así a los sumideros o bocas de tormenta y a las tuberías que conforman una red para evacuar aguas residuales y pluviales.

Alcantarillado. Sistema de alcantarillas o tubos de drenaje.

Alineación. Línea que delimita la construcción de un edificio por el lado de la calle. Línea de la calle.

Alineamiento. 1.- El alineamiento oficial es la traza sobre el terreno que limita el predio respectivo con la vía pública en uso o con la futura vía pública, determinada en los planos y proyectos debidamente aprobados. *SEDESOL* 2.- Traza sobre el terreno que limita el predio respectivo con la vía pública en uso o con la futura vía pública determinada en las láminas de alineamiento y derechos de vía. *LDUDF* 3.-Es el documento oficial que se emite por cada predio, así como las restricciones de construcción. *CONAVI*

Alineamiento y Número Oficial. Documento oficial expedido por las autoridades correspondientes que refiere a la traza sobre el terreno que limita el predio respectivo con la vía pública. El alineamiento debe contener las afectaciones y restricciones de carácter urbano que señala la Ley de Desarrollo Urbano y su Reglamento para las Construcciones Municipales.

En el mismo documento se identifica el predio con un número correspondiente a su ubicación en la vía pública. La Autoridad municipal define la secuencia de numeración, facilitando con esto la localización exacta del predio.

Altimetría. Parte de la topografía que estudia la medición de elevaciones o alturas. *CONAVI*

Aluvi6n. Material detrítico depositado transitoria o permanentemente por una corriente. *SEDESOL*

Alumbrado. Iluminaci6n general interior: Sistema de alumbrado que proporciona iluminaci6n artificial uniforme a un espacio interior determinado. No incluye iluminaci6n decorativa o sistemas que proveen iluminaci6n para determinadas aplicaciones especializadas que varíen el nivel de iluminaci6n. *IECC-MÉXICO*

Ambiente urbano. Ver Imagen urbana. *SEDESOL*

Análisis de energía. Método para obtener y comparar la utilizaci6n de la energía eléctrica, en un periodo dado, del diseño propuesto y del diseño estándar

de referencia basado en estimaciones del uso de la energía. *IECC-MÉXICO*

Análisis del sitio. Serie de procedimientos encaminados a establecer la vocación natural o potencial de uso de una extensión de terreno o territorio, en consideración a sus características físicas y económicas, esto es : topografía, clima, geología, edafología, hidrología, etc. *CONAVI*

Análisis urbano. Proceso teórico-científico de desmembrar y reconstruir un contexto urbano, examinando los hechos observados para distinguir sus partes constitutivas, sus relaciones recíprocas y las relaciones de cada parte con el todo. Serie de operaciones tendientes a conocer la realidad existente en dicho contexto, abarcando el medio físico y el medio económico-social. *CONAVI*

Antropometría. En arquitectura se considera a la antropometría como la ciencia que estudia las medidas del cuerpo humano con el fin de conocer los espacios mínimos que el hombre necesita para desenvolverse diariamente, los cuales deben de ser considerados en el diseño de su entorno logrando así la definición espacial mínima confortable para las personas y la optimización del proyecto a desarrollar.

Arandela de compresión. Pieza delgada, circular y con un orificio en el centro, que sirve para mantener apretados una tuerca o tornillo, asegurar el cierre hermético de una junta o evitar el roce entre dos piezas: el grifo lleva una arandela de goma para ajustar el cierre.

Área de actuación. Son las áreas que se corresponden con grandes terrenos desocupados dentro del tejido urbano, cuentan con accesibilidad vial y en su entorno existen servicios básicos de infraestructura. Son áreas donde pueden desarrollarse proyectos urbanos de bajo impacto, determinados por las normas y reglamentos locales o los apoyados por algún programa de fomento económico o desarrollo social. Incluye diversos equipamientos y otros usos complementarios.

Área de actuación en suelo urbano. Tanto en el uso del suelo urbano, como el de conservación, el Programa de Desarrollo Urbano Municipal delimitará las áreas de actuación y determinará objetivos y políticas específicas para cada una de ellas y son:

1. Áreas con potencialidad de desarrollo; que corresponden a zonas que tienen grandes terrenos sin construir, incorporados al tejido urbano y que cuentan con accesibilidad y servicios urbanos, apoyados con programas de fomento económico.
2. Áreas con potencialidad de mejoramiento de zonas habitacionales de población de bajos ingresos,

con altos índices de deterioro y carencia de servicios urbanos.

3. Áreas con potencialidad de reciclamiento con infraestructura vial y de transporte y servicios urbanos adecuados
4. Áreas de conservación patrimonial que tienen valores históricos, arqueológicos, artísticos y típicos, que forman parte del patrimonio cultural urbano
5. Áreas de integración de las conurbaciones municipales o metropolitanas.
6. Áreas de rescate cuyas condiciones naturales han sido alteradas, que requieren acciones para restablecer en lo posible su situación original.
7. Áreas de preservación de extensiones naturales que no presentan alteraciones y requieren medidas para el control del uso del suelo.
8. Áreas de producción rural y agroindustria que podrán ser emisoras para transferencia de potencialidades de desarrollo en beneficio de las mismas.

Área de aportación. Superficie de la cuenca o parte de la misma que aporta cierto volumen de aguas pluviales hacia una estructura o conducto.

Área de donación. El área de donación es la superficie de terreno de un conjunto habitacional, que el desarrollador tiene la obligación de transmitir a favor del municipio y del estado según su caso, destinado para equipamiento urbano y áreas verdes según su caso, de acuerdo con las disposiciones previstas en este Código y por la autoridad competente.

Área de influencia: Área en el entorno de alguna actividad importante o de una gran aglomeración de población que está sometida a sus influjos por unas u otras razones.

Área metropolitana. Ver zona metropolitana. *SEDESOL*

Área natural. Las áreas del territorio en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana. *SEDESOL*

Áreas naturales protegidas. Son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se esta-

blecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley. SEMARNAT

Áreas privativas. Departamentos, viviendas, casas o locales de propiedad exclusiva de cada condómino, así como los servicios e instalaciones existentes dentro de ellos.

Área propia de captación. Superficie inmediata al tramo de una tubería o estructura de la red donde se captan las aguas pluviales que llegan por escurrimiento sobre la superficie al correspondiente tramo o estructura.

Área total del conjunto habitacional. Se debe considerar como área total del conjunto habitacional la que resulte de las medidas, colindancias y superficies del predio o los predios que lo componen contenidas en el título o los títulos de propiedad inscritos en la oficina de registro público de la propiedad local o su equivalente y acordes con el levantamiento topográfico.

Área tributaria. La correspondiente al escurrimiento de aguas pluviales que es conducido por tuberías hasta un tramo de tubería o estructura que las recibe.

Área urbana. Es la ciudad propiamente dicha, definida desde todos los puntos de vista geográfico, ecológico, demográfico, social, económico, etc.- Excepto el político o administrativo.

En otras palabras, área urbana es el área habitada o urbanizada, es decir, la ciudad misma más el área contigua edificada, con usos de suelo de naturaleza no agrícola y que, partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física en todas direcciones hasta ser interrumpida, en forma notoria, por terrenos de uso no urbano como bosques, sembradíos o cuerpos de agua. La población que allí se localiza es calificada como urbana.

El crecimiento de las ciudades hace que el área urbana frecuentemente no coincida con los límites administrativos o políticos de la ciudad, sino que los sobrepase y se extienda más allá de ellos. Esta característica del crecimiento urbano se ha manifestado en muchas ciudades. SEDESOL

Área urbanizada. La actualmente ocupada por la infraestructura, equipamientos, construcciones o instalaciones de un centro de población. SEDESOL

Área de vialidad pública. Se debe identificar como área de vialidad pública a la porción del conjunto

habitacional que corresponda al total de las superficies destinadas para calles y andadores públicos cuya dosificación, secciones y características deben estar de acuerdo con lo previsto.

Área verde. Superficie de terreno de uso público dentro del área urbana, provista de vegetación, jardines, arboledas, suelos altamente permeables y/o edificaciones menores complementarias. Se utiliza por extensión, para superficies similares no públicas. (Ejemplo: campos de golf, grandes jardines privados, huertos urbanos, clubes privados de esparcimiento y deporte, etc.).

Arrendamiento. Contrato por el cual se cede, temporalmente, el uso y ocupación de un bien mueble o inmueble, edificio o vivienda propia, contra el pago de una renta o alquiler. Hay arrendamiento cuando las dos partes contratantes se obligan recíprocamente, una, a conceder el uso o goce temporal de una cosa y la otra, a pagar por ese uso o goce un precio cierto. SEDESOL

Asentamiento humano. Establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. SEDESOL, CONAVI, LGAH

*

Atarjea. Tubería o conducto normalmente cerrado, que funciona usualmente con sección parcialmente llena, es decir, a superficie libre. Se destina a la conducción de las aguas residuales, pluviales o ambas.

Atarjea. Revestimiento protector de ladrillos de una cañería. Conducto de desagüe de aguas residuales.

Atención de desastres. Conjunto de actividades administrativas para el sustento de la prevención, auxilio y recuperación de la población que sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia. SEDESOL

Atlas de riesgo. Mapa regional o de una localidad específica en donde se ubican los principales focos de riesgo que pueden afectar a la población.

Autoproducción de vivienda. El proceso de gestión del suelo, construcción y distribución de vivienda bajo el control directo de sus usuarios de forma individual o colectiva, la cual puede desarrollarse mediante la contratación de terceros o por medio de procesos de autoconstrucción. Ley de Vivienda

cionario de Arquitectura y Urbanismo. Editorial Trillas. 2001.

Calefacción radiante. Sistema de calefacción consistente en una serie de paneles colocados en las paredes, suelo y techo de una habitación, que contienen una serie de conductores eléctricos en su interior, encargados de distribuir el calor. También llamada calefacción a panel.

Calefactor central. Sistema mecánico por una fuente principal suministra calor a todo el edificio mediante una red de conductos.

Calentador solar de agua. Es un sistema que calienta agua sólo con la energía proveniente del sol y sin consumir gas o electricidad. Un calentador solar de agua consta principalmente de tres partes: El colector, que se encarga de capturar la energía del sol y transferirla al agua; el termo tanque, donde se almacena el agua caliente; y el sistema de tuberías por donde el agua circula. En las ciudades donde se alcanzan temperaturas muy bajas durante las noches, los calentadores deben estar provistos de un dispositivo que evite el congelamiento del agua al interior del colector. *CONUEE*

* **Calentador de agua de almacenamiento.** Aparato para calentar el agua contenida en un depósito de almacenamiento. *NOM-003-ENER-2011*

Calentador de agua instantáneo. Aparato para calentar agua de manera continua a una temperatura uniforme al paso del agua por un serpentín. *NOM-003-ENER-2011*

Calentador de agua de rápida recuperación. Aparato para calentar agua de manera continua a una temperatura uniforme, al paso del agua por uno o más intercambiadores de calor. *NOM-003-ENER- 2011*

Calidad de la vida. Son aquellos aspectos que se refieren a las condiciones generales de vida individual y colectiva: vivienda, salud, educación, cultura, esparcimiento, alimentación, etc. El concepto se refiere, principalmente, a los aspectos del bienestar social que pueden ser instrumentados mediante el desarrollo de la infraestructura y del equipamiento de los centros de población, es decir, de los soportes materiales del bienestar. *SEDESOL*

Calle. 1.- Camino público en un poblado, para circular el área urbana o de edificaciones. *SEDESOL*. 2.- Faja de tierra de uso público limitada por diversos predios edificados o no y cuyas funciones principales son: permitir el tránsito de personas, vehículos y/o animales, comunicar, entre si los predios que la delimitan, alojar los servicios públicos de infraestructura posibilitar la circulación hacia otras calles y en consecuencia hacia otros predios más o menos distantes. *CONAVI*

Calzada. Parte de la calle, situada entre dos aceras, o de la carretera destinada a la circulación de vehículos.

Canalización mural. Procedimiento constructivo que tiene por objetivo canalizar algún fluido o cable de un muro.

Cárcamo. Estructura para alojar agua. También cárcavo.

Cárcavas. Son los socavones producidos por erosión remontante, o incisión fluvial, del agua de lluvia en suelos de sustrato blando principalmente de tipo arcilloso con pendiente pronunciada y con poca o nula cobertura vegetal, lo cual forma largos surcos o abarrancamientos radiales o paralelos de bordes vivos.

Carga muerta. Los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo. *SEDESOL*

Carga total conectada para alumbrado. Es la suma de la potencia en watts, de todos los luminarios y sistemas de iluminación permanentemente instalados dentro de un edificio, para iluminación general, de acento, localizada, decorativa, etc., incluyendo la potencia del balastro. *NOM-007-ENER-2014*

Carga viva. Las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente. *SEDESOL*

Carta urbana. Es un folleto para divulgación masiva que contiene el plano con la estrategia urbana y los usos destinos y reservas y una síntesis del Plan o Programa de Desarrollo Urbano según el ámbito territorial al que se refiera Nacional, Regional, Estatal, de Centro de Población, etc. *SEDESOL*

Cartografía. En sentido amplio, término que designa la totalidad de la serie de procesos que intervienen en la elaboración de los mapas. En sentido más limitado, dibujo de un mapa. *SEDESOL*

Casa. Edificación construida para ser habitada. *CONAVI*

Casa habitación. Cada una de las células de vivienda (pueden ser casa unifamiliar o departamento en edificio multifamiliar). *CONAVI*

Catastro. Es un sistema que depende de los gobiernos estatales y permite captar y registrar, en los libros correspondientes, la información sobre deslindes y avalúos de la propiedad urbana y de la rústica o rural ya sea federal, estatal, municipal, particular o ejidal, para conocer oportunamente los cambios que

en ella se operen, a efecto de llevar un control exacto de la propiedad raíz. *SEDESOL, CONAVI*

Celda de carga. Estructura diseñada para soportar cargas de compresión, tensión y flexión, en cuyo interior se encuentran uno o varios sensores de deformación llamados Strain Gages que detectan los valores de deformación.

Centro de población. 1. - Áreas urbanas ocupadas por los usuarios necesarios para su vida normal; las que se reservan a su expansión futura; las constituidas por los elementos naturales que cumplen una función de preservación de las condiciones ecológicas de dichos centros; y las que, por resolución de la autoridad competente, se dediquen a la fundación de los mismos. *SEDESOL.* 2.- Las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas dentro de los límites de dichos centros; así como las que por resolución de la autoridad competente se provean para la fundación de los mismos. *LGAH, CONAVI*

Certificado. Documento oficial, emitido por un organismo nacional de certificación, que demuestra la certificación de un producto, proceso o servicio, de acuerdo a una Norma Oficial Mexicana (NOM) o una Norma Mexicana (NMX) o una especificación. *IECC-MÉXICO*

Charola de drenaje. Esta pieza se construye de lámina galvanizada de grueso calibre, de una longitud tal que permite coleccionar todo el condensado de la unidad, tanto del serpentín como de sus codos de retorno y de las líneas de entrada y salida del líquido. En su interior la charola está totalmente aislada con espumante poliuretano expandido por el método "vaciado en el lugar" y moldeado de acuerdo a las formas del serpentín. Al aislante de poliuretano se le proporciona un declive suficiente y apropiado para facilitar el drenaje rápido de la unidad mediante cople de 13 mm. Convenientemente colocado aun cuando se mantenga en una posición perfectamente horizontal. Recold, unidades mejoradoras de aire.

Chapa de madera. Capa delgada de madera obtenida al desenrollar una troza en un torno especial o por rebanado de una troza.

Ciclón. Fenómeno meteorológico que dura varios días; consiste en fuertes vientos rotativos que se mueven circularmente en forma de remolino -de ahí su nombre- y de precipitaciones abundantes, acompañadas de un descenso de temperatura y de presión. *SEDESOL*

Cierre hidráulico. Es un dispositivo a continuación de toda boca de admisión que funciona como sello

líquido. Este artefacto está diseñado y construido de manera de evitar el retroceso de gases, sin afectar el flujo de las aguas o líquidos que escurren a través de él. Se le conoce como sifón. Existen artefactos que traen incorporado el sifón como es el caso de los W.C.

Cimentación. Es la parte estructural del edificio, encargada de transmitir las cargas al terreno.

Circulación urbana. Tránsito, movimiento o flujo de vehículos y peatones en los conductos y espacios disponibles para tal fin en el medio urbano. *CONAVI*

Ciudad. Espacio geográfico transformado por el hombre mediante la realización de un conjunto de construcciones con carácter de continuidad y contigüidad. Espacio ocupado por una población relativamente grande, permanente y socialmente heterogénea, en el que se dan funciones de residencia, gobierno transformación e intercambio, con un grado de equipamiento de servicios, que asegura las condiciones de la vida humana. La ciudad es el lugar geográfico donde se manifiestan, en forma concentrada, las realidades sociales, económicas, políticas y demográficas de un territorio.

Ciudades medianas: Son localidades con una población que fluctúa entre los 50 mil y 300 mil habitantes. Estas ciudades poseen un cierto grado de industrialización y de servicios, por lo que generalmente hacen de cabeza de importantes subsistemas urbanos de nivel regional.

Ciudades pequeñas: Son aquellas que se ubican entre los 15 mil y 50 mil habitantes. En estas ciudades se llevan a cabo básicamente funciones complementarias a la actividad primaria, así como funciones comerciales y de servicio en general.

Centros y sistemas rurales: Centros de población rurales, son aquellos asentamientos con una población menor a los 15 mil habitantes y cuyas principales fuentes de trabajo se encuentran ubicadas en forma circundante a las áreas de vivienda, dado que el medio de producción más importante es la tierra. *CONAVI, SEDESOL*

Ciudad: Se clasifica por el tipo de función y amplitud de los servicios colectivos especializados y su consolidación, así como por la atracción que ejercen o potencialmente ejercerán en el territorio circundante.

Clarificadora. Procedimiento para separar partículas suspendidas en los fluidos.

Cloración. Proceso de purificación del agua en el cual el cloro es añadido al agua para desinfectarla, para el control de organismos presente. También usado en procesos de oxidación de productos impuros en el agua.

CO₂ equivalente. Medida utilizada para comparar los diferentes gases de efecto invernadero con respecto al Dióxido de Carbono. Se utiliza para cuantificar emisiones. *FAO*

Coefficiente de Desempeño de Calefacción. Es la relación entre la energía transferida para calefacción y la energía eléctrica de entrada que se consume para el proceso. *IECC-MÉXICO*

Coefficiente de Desempeño de Refrigeración. Es la relación entre la energía transferida para enfriamiento y la energía eléctrica de entrada que se consume para el proceso bajo condiciones de operación de diseño. *IECC-MÉXICO*

Coefficiente de Ganancia de Calor Solar (CGCS). Es la proporción de la ganancia de calor que entra a través de un sistema vidriado por la radiación solar incidente. La ganancia de calor solar incluye la radiación solar transmitida directamente y la fracción de la radiación solar absorbida, que se transfiere por radiación o convección hacia el espacio interior. *IECC-MÉXICO*

Coefficiente de Ocupación de Suelo (COS). 1.- El factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie edificable del mismo. *SEDESOL*. 2.- La relación aritmética existente entre la superficie construida en planta baja y la superficie total del terreno. *LDUDF*

Coefficiente de Sombreado (CS). Es la razón entre la energía solar que se gana a través de un vidrio específico, a la energía solar que se gana a través de un vidrio claro de 3 mm de espesor, bajo idénticas condiciones. *NOM-024-ENER-2012*

Coefficiente de Utilización de Suelo (CUS). 1.- El factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie construida que puede tener una edificación, en un lote determinado. *SEDESOL*. 2. La relación aritmética existente entre la superficie total construida en todos los niveles de la edificación y la superficie total del terreno. *LDUDF*

Coefficiente de Variación Diaria. Coeficiente que representa el incremento en la demanda de agua potable en el día de mayor consumo a lo largo del año con relación a la demanda media anual.

Coefficiente Global de Transferencia de Calor (K). Es la densidad de transferencia de calor por unidad de superficie y por unidad de diferencia de temperatura entre los ambientes a cada lado del sistema vidriado. Nota: Comúnmente conocido como valor "U". *NOM-024-ENER-2011*

Coefficiente Sísmico. Coeficiente que se emplea para ajustar el cálculo de la sobrecarga sísmica hori-

zontal en la base del edificio, a la relación entre el período de vibración de la estructura y el del terreno en el que se asienta.

Colector. Conducto que recibe la aportación de uno o más subcolectores. Es la tubería que recoge las aguas negras de las atarjeas. Puede terminar en un interceptor, en un emisor o en la planta de tratamiento. No es conveniente conectar los albañales (tuberías de 15 y 20 cm) directamente a un colector de diámetro mayor a 76 cm, debido a que un colector mayor a este diámetro generalmente va instalado profundo; en estos casos el diseño debe prever atarjeas paralelas "madrinas" a los colectores, en las que se conecten los albañales de esos diámetros, para luego conectarlas a un colector, mediante un pozo de visita.

Colindancias. Señalamiento de las propiedades que limitan a terrenos o edificios, basándose generalmente en los puntos cardinales. *CONAVI*

Colonia. Organización común por sectores de la ciudad, generalmente con características homogéneas. En México se utiliza prácticamente como sinónimo de fraccionamiento. *SEDESOL*

Columnas o postes. Elementos estructurales sometidos esencialmente a cargas de compresión y que actúan en forma aislada por tener separación entre sí.

Comisionamiento. Es el proceso sistemático de acopio informativo de alta confiabilidad que documenta y valida el resultado del diseño del proyecto a ejecutar durante todas las etapas definidas en la Norma Mexicana NMX-C-506- ONNCCE-2015. *IECC-MÉXICO*

Comunidad. Puede decirse que es una unidad social con estructura, organización y funciones propias dentro de un contexto territorial determinado. *SEDESOL*

Concreto ligero. Concreto compuesto de áridos de poca densidad y peso inferior al normal, de densidad igual a unos 2.400 kg/m³ (150 libras/pie³).

Concreto reforzado. Hormigón reforzado con armaduras de hierro o acero que actúan conjuntamente para resistir los esfuerzos.

Condiciones de diseño del sistema de ventiladores. Condiciones de funcionamiento que se puede esperar que ocurra durante la operación normal del sistema que resulta a la máxima velocidad del flujo de aire del ventilador de suministro a espacios acondicionados servidos por el sistema. *IECC- MÉXICO*

Condominio. Forma de propiedad en la que diferentes departamentos, viviendas, casas o locales de un inmueble, construidos en forma vertical, hori-

zontal o mixta, susceptibles de aprovechamiento independiente por tener salida propia a un elemento común de aquél o a la vía pública, pertenecen a distintos propietarios en forma singular y exclusiva, los cuales además tienen un derecho de copropiedad sobre los elementos y partes comunes del inmueble. Dominio de algo perteneciente a dos o más personas en común. Una modalidad de la propiedad, mediante la cual un terreno y, en su caso, sus edificaciones pertenecen en común a distintos propietarios, manteniendo exclusiva propiedad sobre áreas privativas. *CONAVI*

Condominio horizontal. La modalidad en la cual cada condómino es propietario exclusivo de un área privativa de terreno y en este caso, tal propietario lo será también de la edificación que se construya sobre el mismo, a la vez que es propietario en parte proporcional de las áreas, servicios, instalaciones y edificaciones de uso común. La edificación no supera los dos niveles. *CONAVI*

Condominio mixto. La combinación en un mismo predio de las modalidades de condominio vertical y horizontal. *CONAVI*

Condominio vertical. La modalidad en la cual cada condómino es propietario exclusivo de un departamento, vivienda o local de un edificio, compartiendo muros, losas y techos y además es propietario en parte proporcional de sus elementos estructurales o partes comunes, así como del terreno e instalaciones de uso general. La edificación cuenta con tres o más niveles. *CONAVI*

Conexiones. Cosas o partes de un sistema que conectan los diversos elementos entre sí. Unión de una cosa con otra.

Coníferas. También llamadas gimnospermas. Árboles de hoja perenne en forma de aguja con semillas alojadas en conos. Su madera está constituida esencialmente por un tipo de células denominadas traqueidas.

Conjunto habitacional. 1.- Grupo de viviendas planificado y dispuesto en forma integral, con la dotación e instalación necesarias y adecuadas de los servicios urbanos: vialidad, infraestructura, espacios verdes o abiertos, educación, comercio, servicios asistenciales y de salud. *CONAVI, SEDESOL.* 2.- Desarrollos urbanos realizados por el INFONAVIT y exentos de gravámenes federales y locales, con el fin de que sean adquiridos por los trabajadores mediante créditos otorgados por el Instituto (Artículo 42 Ley INFONAVIT). *CONAVI*

Conjunto urbano. Es una modalidad en la ejecución de desarrollo urbano que tiene por objeto ordenar o reordenar, como una unidad espacial integral, el trazo, las vialidades públicas, la zonificación

y normas de usos y destinos del suelo, la ubicación de edificios y la imagen urbana de un sector territorial de un centro de población. Podrá comprender la mezcla de usos permitidos.

Este puede ser: habitacional, de servicios, abasto, comercio o industrial. *CONAVI*

Conservación. 1.- Es la acción que, de acuerdo con lo previsto en los programas de desarrollo urbano de conformidad con las leyes vigentes, se orienta a mantener el equilibrio ecológico, el buen estado de las obras materiales –edificios, monumentos, plazas públicas, parques– y en general, todo aquello que constituye el acervo histórico, cultural y social de los centros de población. *SEDESOL.* 2.- La acción tendiente a mantener el equilibrio ecológico y preservar el buen estado de la infraestructura, equipamiento, vivienda y servicios urbanos de los centros de población, incluyendo sus valores históricos y culturales. *LGAH.* 3.- Mantenimiento especializado conforme a normas internacionales, probablemente será necesariamente mencionar esas normas internacionales de los bienes e inmuebles. *CONAVI*

Contaminación. Presencia, en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de la Nación en general o de los particulares. *SEDESOL*

Contaminación de un cuerpo de agua. Introducción o emisión en el agua, de organismos patógenos o sustancias tóxicas, que demeriten la calidad del cuerpo de agua.

Contaminante. Toda materia o sustancia o sus combinaciones, compuestos o derivados químicos y biológicos tales como humos, polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos y desperdicios, y cualquier otro elemento que, al incorporarse o adicionarse al aire, agua o tierra puedan alterar o modificar sus características naturales o las del ambiente; así como toda forma de energía como calor, radioactividad, ruidos que, al operar sobre o en el aire, agua o tierra alteren su estado normal. *SEDESOL*

Contenido de humedad (de la madera). Peso del agua en la madera expresada como un porcentaje del peso de la madera anhidra.

Contenido de humedad en equilibrio (de la madera). Contenido de humedad que alcanza la madera en condiciones estables de humedad relativa y temperatura.

Conurbación. Conjunción geográfico espacial de dos o más áreas, ciudades o pueblos, que han llegado a formar una sola mancha o extensión urba-

Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA). Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en W/m^2 . *NOM-007-ENER-2014*

Derecho de vía. El derecho de vía es una franja de terreno de anchura variable, cuyas dimensiones fija la autoridad competente, que se requiere para la construcción de diferentes tipos de infraestructura tales como vialidades, vías ferroviarias, líneas eléctricas, líneas de telecomunicación, acueductos, emisores de aguas residuales, canales, gasoductos, oleoductos y otros.

Desarenador. Depósito construido en canales y otras estructuras hidráulicas que retiene el agua durante un breve período de tiempo al reducir su velocidad, con objeto de que se depositen la mayor parte de los sólidos suspendidos que contiene el agua.

Desarrollos progresivos. Proceso mediante el cual se lleva a cabo una urbanización residencial desde su etapa de fundación partiendo de obras de infraestructura, equipamiento básico y su vinculación con el entorno, y se van complementando gradualmente hasta alcanzar los niveles proyectados a medida que se va consolidando el territorio en términos de poblamiento y urbanización.

Desarrollo Sostenible. Ver “Desarrollo Sustentable”.

Desarrollo Sustentable. El proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. *SEDESOL*

Desarrollo Urbano. 1.- Proceso programado de adecuación y ordenamiento del medio urbano en sus aspectos físicos, económicos y sociales y en función de factores dinámicos como el crecimiento y el cambio. El desarrollo implica un proceso integral que persigue el equilibrio de los aspectos físicos, económicos y sociales, siendo diferente al aspecto parcial de crecimiento físico que en ocasiones es interpretado como desarrollo. El desarrollo urbano debe ser concebido en integración o como parte integral del desarrollo regional o territorial, ya que difícilmente se dan en forma independiente. *CONAVI*. 2.- El proceso de planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. *LGAH*

Desastre. Destrucción súbita de vidas humanas y bienes materiales por la acción de un agente destructivo. Es el resultado de la conjunción simultánea de un agente activo destructivo que puede ser

de origen natural o social y un sujeto vulnerable pasivo. En estos términos, la acción de un fenómeno destructivo en una zona deshabitada no utilizada por el hombre, no constituye un desastre. Según el área en la que opera el factor destructivo, los desastres pueden clasificarse en hidro meteorológicos, tectónicos, químicos y sanitarios. *SEDESOL*

Descarga domiciliaria o albañal exterior. Instalación que conecta el último registro del albañal interior de una edificación a la atarjea o colector. *

Deslindar. Señalar y distinguir los límites precisos de un terreno. *CONAVI*

Deslinde. Atributo del dominio por el cual un propietario, poseedor o usufructuario tiene derecho a medir, delimitar y cercar su fundo. *CONAVI*

Desorden urbano. Asentamientos humanos al margen de la planeación urbana, carente de los más indispensables servicios urbanos, como agua, drenaje, luz, etc., o bien en zonas de alto riesgo (barrancas, vías del tren, cañadas, paso de ríos, etc.). *CONAVI*

Desplante. Es el área construida ocupada a nivel del terreno natural exclusivamente por las viviendas. *CONAVI*

Destinos. 1.- Son los fines públicos a que se prevea dedicar determinadas áreas o predios de un centro de población. Es la determinación de las áreas o predios declarados para satisfacer las necesidades colectivas de un asentamiento humano. *SEDESOL, LGAH, LDUDF, CONAVI*. 2.- Los fines públicos a los que se prevea dedicar determinados predios propiedad la Administración Pública.

Despoblamiento. Se refiere a la pérdida de población como principal producto de la emigración.

Deterioro urbano. Decadencia físico-ambiental con repercusiones económicas sociales y políticas que se presenta en las construcciones, instalaciones y espacios urbanos, bien sea por uso excesivo o inconveniente de éstos, falta de acciones de mantenimiento y conservación, a por obsolescencia ya sea de la ciudad en su conjunto o de ciertas áreas de la ciudad, de acuerdo a la dinámica de cambios de los núcleos urbanos. *SEDESOL, CONAVI*

Diagnóstico urbano. Juicio crítico de la situación o estado real de un medio urbano con base en el conocimiento de la información más amplia y concreta posible acerca de los aspectos físicos, económicos, sociales e históricos que constituyen dicho medio urbano. *CONAVI*

Dictamen. Resultado de la evaluación técnico-jurídica emitida por la autoridad competente, respecto de un asunto sometido a su análisis. *LDUDF*

en forma alguna enajenarse, cederse, transmitirse, arrendarse, hipotecarse o gravarse en todo o en parte. Serán inexistentes los actos en contravención a lo anterior. Esta extensión de terreno deberá aplicarse a la explotación de todos los recursos que contiene, bien con carácter individual o colectivo. *SEDESOL*. 2.- Porción de tierra que por el gobierno se entrega a un núcleo de población agrícola para su cultivo en la forma autorizada por el derecho agrario, con objeto de dar al campesino oportunidades de trabajo y elevar el nivel de los medios rurales. *CONAVI*

Elementos ambientales (Ambiente). El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados. *SEDESOL*

Elementos del paisaje urbano. Los espacios públicos abiertos, los bienes del dominio público y del dominio privado del DF, los espacios abiertos, las construcciones, edificaciones y sus fachadas, la publicidad exterior, el espacio aéreo urbano, el subsuelo urbano, el mobiliario urbano, los espacios destinados a la edificación, pisos, banquetas y pavimentos, las instalaciones provisionales para puestos callejeros, ferias, circos o espectáculos, así como el paisaje natural que lo rodea y las secuencias, perspectivas y corredores visuales. *LDUDF*

Elementos naturales. Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*

Elementos pasivos. Elementos de un sistema que no consumen o generan algún tipo de energía pero que ayudan al óptimo funcionamiento del mismo.

Emigración. Ver Migración. *SEDESOL*

Emisiones de Carbono. Las emisiones de CO₂, llamadas también emisiones de dióxido de carbono (CO₂ es la forma química del dióxido de carbono), que se emiten a la atmósfera y suelen tener dos tipos de origen: natural y antropogénico. *SEMARNAT*

Emisor. Conducto que recibe las aguas pluviales o mezcladas con las residuales de la red de colectores y las lleva al punto de descarga o vertido. Es el conducto que recibe las aguas de un colector o de un interceptor. No recibe ninguna aportación adicional en su trayecto y su función también puede ser la de conducir las aguas negras a la caja de entrada de la planta de tratamiento. También se le denomina emisor al conducto que lleva los efluentes o aguas tratadas de la caja de salida de la planta de tratamiento al sitio de descarga.

Emisividad. Es la proporción de radiación térmica emitida por una superficie u objeto debido a una diferencia de temperatura determinada. *NOM-024-ENER-2012*

Emitancia(ε). Es la relación del flujo radiante emitido por una superficie a una temperatura dada contra el emitido por un radiador de cuerpo negro a la misma temperatura. Se le conoce también como emitancia térmica. Para esta Norma Mexicana, se considera el valor de la emitancia medido a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente. Su valor está en el intervalo entre 0,00 y 1,00. *NMX-U-125-SCFI- 2016*

Entidad Federativa. Una de las partes integrantes de la Federación. Las entidades federativas son: Estados libres y soberanos en todo lo concerniente a su régimen interior; pero unidos en una federación establecida según los principios de esta ley fundamental. *SEDESOL*

Energías limpias. 1.- Son los métodos de producción de energía que utilizan fuentes renovables y que no deterioran el medio ambiente ni alteran los ciclos existentes en los ecosistemas. *SENER* 2.- Tien- de a referirse a fuentes de energía no convencionales y de origen no fósil que pueden incluir un gran rango de fuentes como; energía nuclear, biocombustibles e hidroeléctrica, así como un rango de energías renovables como eólica, solar, geotérmica, biomasa y mareopotriz. Bajo ciertas definiciones, puede referirse a fuentes de energía fósil "más limpias" o de bajo contenido de carbón en la fuente como la energía nuclear. *UNDP*

Energías renovables. Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Energía termosolar. Aquella energía que se obtiene al captar el calor y la luz solar, produciendo calor y aprovechando para usos domésticos, industriales, etc.

Envoltente térmica de la edificación. Se refiere al techo, muros, vanos, puertas, piso y superficies inferiores, que conforman el espacio interior de un edificio. *IECC-MÉXICO*

Entorno urbano. 1.-Conjunto de elementos naturales y construidos que conforman el territorio urbano, y que constituyen el marco de referencia y convivencia de los habitantes y visitantes determinado por las características físicas, costumbres y usos, que se relacionan entre sí. *LDUDF*. 2.- Está constituido por el conjunto de lugares, edificios o inmuebles, instalaciones, construcciones y espacios abiertos, predominantemente públicos destinados a que la población realice actividades sustantivas para su

reproducción social y/o en donde se prestan a la población servicios públicos especializados. En el caso específico de la dotación requerida para un conjunto habitacional, se agrega la función de relacionar las zonas de habitación.

Eólica. Utilizamos el calificativo eólica para definir al tipo de energía generada por el viento o de las masas de aire que circulan por el planeta. La palabra eólica es una derivación del nombre del dios Eolo, dios griego de los vientos que poseía dominio sobre las masas de aire y que normalmente se relacionaba con los navegantes intrépidos que se atrevían a cruzar los mares. La energía eólica es hoy en día una de las más naturales y recomendables ya que se sustenta en recursos renovables y no genera ningún tipo de contaminación, a diferencia de otras energías, como la generada por el petróleo. *www.definiciónabc.com*

Epicentro. Ver Sismo. *SEDESOL*

Equilibrio ecológico. Es el equilibrio que debe existir entre los ecosistemas del mundo, tales como:

Ecosistemas naturales maduros, que aparecen, más o menos, en sus estados naturales. Generalmente no son empleados por el hombre, como las áreas silvestres, montañas, desiertos, etcétera.

Ecosistemas naturales controlados, domina el hombre para uso recreativo, o bien, para la producción de los recursos naturales como son los parques, bosques controlados, áreas de caza y algunas zonas del mar.

Ecosistemas productivos, que emplea el hombre para la producción intensiva de alimentos o de otros recursos naturales, como son las granjas, ranchos, ganado, minas.

Ecosistemas urbanos, en los que el hombre vive y trabaja, como son las áreas industriales, ciudades y pueblos. Ver Ecosistema. *SEDESOL*

Equipamiento urbano. 1.- Conjunto de edificios y espacios, predominantemente de uso público, en los que se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, o bien, en los que se proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas, sociales, culturales y recreativas. *SEDESOL*. 2.- El conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas. *LGAH*. 3.- El conjunto de inmuebles, instalaciones y construcciones, destinados a prestar a la población, los servicios de administración pública, de educación y cultura, de comercio, de salud y asistencia; de deporte y de recreación, de traslado y de transporte y otros, pa-

ra satisfacer sus necesidades. *LDUDF*. 4.- Dotación de servicios; conjunto de estructuras urbanas, instituciones e instalaciones especiales cuya función o misión más importante es prestar servicios al público en general; hasta tal punto que su número y calidad determinan el nivel cualitativo de una comunidad en el orden urbanístico. Se les clasifica como equipamiento de enseñanza de cultura y culto, comercial, sanitario social, de espacios verdes, de instalaciones deportivas, de turismo y recreo de servicios financieros y profesionales, de transportación, etc. El conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas. *CONAVI*

Escalas del desarrollo de vivienda. Los desarrollos habitacionales se caracterizan a partir de escalas que definen en rangos, que requieren tratamientos diferentes y deben establecerse con rangos numéricos de agrupaciones mínimas de habitantes y de viviendas.

Espacio abierto. Espacios dedicados a los destinos y fines públicos de recreación, salud pública, vegetación, cultura, etc.; se diferencian según el rango de contexto a que se aluden, o sea, regional, emplazamiento urbano, sitio urbano, sector urbano, unidad vecinal, barrio, vecindario, edificación. *SEDESOL*

Espacio acondicionado. Un área o cuarto dentro de una edificación que es calefaccionada o enfriada, y que contiene conductos no aislados, o con una abertura fija directamente hacia un espacio acondicionado adyacente. *IECC-MÉXICO*

Espacio urbano. El volumen ubicado, determinado, condicionado y desarrollado sobre el suelo urbano. Es el ámbito donde existen edificaciones o que es susceptible de ser edificado. *LDUDF*

Especificaciones de construcción. Documento conteniendo el detalle de las características de los elementos constitutivos como son los materiales a emplear y se enlista o detalla el origen, marca o estándar de manufactura. También los procedimientos de ejecución y competencias laborales de la mano de obra y en su caso, las herramientas o maquinaria a emplear en el proceso de construcción, así como las pruebas de aceptación.

Estado límite de servicio. Los segundos incluyen la ocurrencia de daños económicos o la presentación de condiciones que impiden el funcionamiento adecuado de la construcción. *SEDESOL*

Estado límite de falla. Los primeros se refieren a modos de comportamiento que ponen en peligro la estabilidad de la construcción o de una parte de ella, o su capacidad para resistir nuevas aplicaciones de carga. *SEDESOL*

Factor de resistencia (en estructuras de madera). Factor, $F_{R'}$ aplicado a la resistencia de un miembro o conexión que toma en cuenta la variabilidad de las dimensiones, las propiedades del material, la calidad de la mano de obra, el tipo de falla y la incertidumbre en la predicción de resistencia.

Falla. Grieta o fractura entre dos bloques de la corteza terrestre, que implica un desplazamiento relativo, vertical u horizontal, entre éstos. *SEDESOL*

Familia. Es un grupo de dos o más personas que tienen vínculos de parentesco, matrimonio o adopción. Para fines de análisis de vivienda o planeación las personas deben estar viviendo juntas para constituir una familia. *SEDESOL*

* **Fibra de madera.** Término utilizado para designar al conjunto de los elementos celulares constitutivos de la madera.

Fideicomiso. Conforme a la definición legal, mediante el fideicomiso, una persona física o jurídica llamada fideicomitente, destina ciertos bienes o derechos a un fin lícito y determinado, encargando la realización de ese fin a una institución de crédito llamada fiduciaria. Las personas que reciben los beneficios del fideicomiso se llaman fideicomisarios. *SEDESOL*

* **Finca.** Propiedad o bien inmueble. *SEDESOL*

Fines (Públicos y Particulares). Fines públicos, son los beneficios legalmente otorgados para la satisfacción de necesidades de un grupo social; por ejemplo, en relación al suelo urbano, el fin público son los destinos. Fines particulares, son los beneficios actuales, directos y personales que el Estado en forma delimitada otorga a los individuos como parte del cuerpo social; por ejemplo, en relación al suelo urbano, el fin particular son los usos. Ver Destinos, Usos. *SEDESOL*

Fisonomía urbana. Ver Forma urbana *SEDESOL*

Foco sísmico. Ver Sismo. *SEDESOL*

Fleje. Figura en forma rectangular o circular que se coloca en vigas y columnas, comúnmente llamadas estribos pero que estos son en forma de U.

Forma urbana. Características particulares o de conjunto que adopta la ciudad, en un determinado momento histórico, mediante el proceso de conformación de los elementos de su estructura en un espacio dado. *SEDESOL*

Forro de madera. Sinónimo de cubierta de madera.

Fosa séptica. Cámara cubierta en la que se recogen las aguas residuales de un edificio y en la

que se produce la putrefacción de las materias orgánicas por acción de las bacterias, antes de ser tratada.

Fotovoltaico (panel). Los módulos fotovoltaicos o colectores solares fotovoltaicos (llamados a veces paneles solares, aunque esta denominación abarca otros dispositivos) están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos (electricidad solar). El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son: a) radiación de 1000 W/m²; b) temperatura de célula de 25 °C (no temperatura ambiente). *

Fraccionamiento. Se entiende por fraccionamiento, la división de un terreno en manzanas y lotes, que requiera del trazo de una o más vías públicas, así como la ejecución de obras de urbanización que le presten servicios urbanos. *SEDESOL*

Fragilidad de territorio. Vulnerabilidad a la que se ve expuesto un terreno atendiendo a sus características ambientales. *SEDESOL*

Franjas de integración. Zonas de contacto entre distintos distritos de un asentamiento que en un programa urbano se dice que serán dedicadas a disminuir el gradiente existente entre dos sectores de distinto nivel, origen o características. *SEDESOL*

Fuerzas laterales. Fuerza de cizallamiento total en cualquier plano horizontal de una estructura sujeta cargas laterales, distribuida de forma proporcional a las rigideces de los diversos elementos que resisten las fuerzas laterales.

Fundación de centros de población. Es el acto legislativo que constituye y establece un centro de población, determinando su denominación, delimitación geográfica, las áreas urbanas, las reservadas a su expansión futura y las constituidas por elementos naturales que cumplen una función de preservación de las condiciones ecológicas de dicho centro; como también, la designación de usos y destinos.

Fundación. La acción de establecer un asentamiento humano. *LGAH*

Fundo Legal. Forma jurídica que tuvo su origen en una ordenanza del emperador Carlos V en la que se determinaba el espacio mínimo que debía asignarse a cada pueblo fundado; este espacio debía incluir el lugar en donde se asentara el caserío y el destinado a los servicios públicos o usos de utilidad general. Su extensión fue modificada varias veces hasta que se estableció, como medida definitiva, en la ordenanza del 12 de julio de 1695, la de 600 varas a la redonda a partir del pueblo. *SEDESOL*

tes de ese ámbito en el desarrollo de sus actividades habituales, en función de las pautas que los motivan. Tanto la forma y aspectos de la traza urbana, tipo de antigüedad de las construcciones, como las particularidades de barrios, calles, edificios o sectores históricos de una localidad, son algunos de los elementos que dan una visión general o parcializada de sus características. *LDUDF, SEDESOL*. 2.- Los elementos móviles de una ciudad y en especial las personas y sus actividades, son tan importantes como las fijas. *CONAVI*

Impacto Ambiental (Evaluación de). Alteraciones en el medio ambiente, en todo o en alguna de sus partes, a raíz de la acción del hombre. Este impacto puede ser reversible o irreversible, benéfico o adverso. *SEDESOL*

* **Impacto urbano.** 1.- Descripción sistemática, evaluación y medición de las alteraciones causadas por alguna obra pública o privada, que por su magnitud rebasen las capacidades de la infraestructura o de los servicios públicos del área o zona donde se pretenda realizar la obra, afecte negativamente el ambiente natural o la estructura socioeconómica, signifique un riesgo para la vida o bienes de la comunidad o para el patrimonio cultural, histórico, arqueológico o artístico local. *SEDESOL*. 2.- Es la influencia o alteración causada por alguna obra pública o privada, que por su funcionamiento, forma o magnitud rebase las capacidades de la infraestructura o de los servicios públicos del área o zona donde se pretenda ubicar; afecte negativamente el espacio, imagen o paisaje urbano, y/o la estructura socioeconómica, al generar fenómenos de especulación inmobiliaria o de bienes y servicios, signifique un riesgo, para la salud, la vida o los bienes de la comunidad; o que signifique su desplazamiento o expulsión paulatina, o para el patrimonio cultural, histórico, arqueológico o artístico de la Ciudad. *LDUDF*

Impacto Urbano - Ambiental. Es la influencia o alteración causado por alguna obra pública o privada, que por su funcionamiento, forma o magnitud rebase las capacidades de la infraestructura o de los servicios públicos del área o zona donde se pretende ubicar, afecte negativamente el espacio urbano el medio ambiente, la imagen o el paisaje urbano, o la estructura socioeconómica, o signifique un riesgo para la salud, el ambiente, la vida o los bienes de la comunidad. *LDUDF*

Inclinómetro. Aparato para la prospección magnética de minerales.

Índice de Edificación. Ver Densidad de Construcción, Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS), Coeficiente de Utilización del suelo (CUS). *SEDESOL*

Índice de Generación de Humo. Clasificación numérica relativa del material de revestimiento de un

edificio; queda prohibido el empleo de materiales cuyo índice sea superior a 450.

Índice de Hacinamiento. Es un indicador que expresa la relación entre el número de personas que habitan una vivienda y el número de cuartos o piezas habitables de ésta; se le formula normalmente en términos del número promedio de habitantes por cuarto. A nivel de zona o sector indica la relación entre el número de habitantes de éstas y el número de cuartos habitables existentes en la misma. *SEDESOL*

Índice de Propagación de Llama. Designación numérica que se aplica a un material de construcción, que es una medida comparativa de la capacidad del material para resistir la propagación de una llama sobre su superficie.

Índice de Urbanización. Aun cuando teórica y operativamente es difícil establecer una base satisfactoria que permita ponderar la importancia relativa de los distintos tamaños de las ciudades para medir el nivel de urbanización de un país o región, en un estudio realizado en el Centro de Estudios Económicos y Demográficos del Colegio de México, se ha formulado un «índice de urbanización» en el cual se considera con mayor peso relativo a la concentración de la población en ciudades de mayor tamaño. *SEDESOL*

Infiltración. Es la entrada de aire no controlada a una edificación, ocasionada por los efectos de la presión del viento o por efecto de las diferencias de densidad de densidad del aire interno y externo, o por los efectos de ambos. *IECC-MÉXICO*

Infraestructura. Acervo físico y material que permite el desarrollo de la actividad económica y social, el cual está representado por las obras relacionadas con las vías de comunicación y el desarrollo urbano y rural tales como: carreteras, ferrocarriles, caminos, puentes, presas, sistemas de riego, suministro de agua potable, alcantarillado, viviendas, escuelas, hospitales, energía eléctrica, etc. *CONAVI*

Infraestructura urbana. 1.- Conjunto de obras que constituyen los nexos o soportes de la movilidad y el funcionamiento de las ciudades y que hacen posible el uso del suelo: accesibilidad, saneamiento, encauzamiento, distribución de aguas y energía, comunicaciones, etcétera. *SEDESOL, CONAVI*. 2.- Los sistemas y redes de organización y distribución de bienes y servicios en los centros de población. *LGAH*. 3.- Las redes y sistemas de organización y distribución de bienes y servicios, incluyendo su equipamiento para el buen funcionamiento de la Ciudad. *LDUDF*

Ingeniería Urbana. 1.- Rama de la ingeniería civil, relacionada con la construcción de la infraestructura, que hace factible el aprovechamiento del suelo para usos urbanos. *SEDESOL*. 2.- Conjunto de los

aspectos de la ingeniería civil relacionados básicamente con la construcción de las infraestructuras que hacen posible el aprovechamiento urbano del suelo. *CONAVI*

Ingeniería Vial. Ingeniería de tránsito, actividad o rama de la ingeniería que se especializa en el cálculo y control de los dispositivos físicos y mecánicos orientados a mantener y mejorar el funcionamiento del sistema vial y del tránsito de vehículos. *CONAVI*

Inmigración. Desplazamiento de población que ingresa, temporal o permanentemente a un área. Ver Migración. *SEDESOL*

Inductiva / Inducción: Método de raciocinio que consiste en alcanzar un principio que se deriva lógicamente de unos datos o hechos particulares.

Instalación sanitaria: En una construcción doméstica tiene por objeto la recolección de las aguas residuales (aguas jabonosas, aguas grasas, aguas negras) que se desechan en baños, ½ baños, cuartos de lavado, (o áreas de lavado) y cocinas; esta agua residual será conducida a través de tuberías cocciones, bajadas de aguas negras registros, redes de albañal, y al final serán conectadas a las redes municipales.

Instalación urbana. Conjunto de los aspectos de la ingeniería civil relacionados básicamente con la construcción de las infraestructuras que hacen posible el aprovechamiento urbano del suelo. *CONAVI*

Interurbanos. Relaciones y servicios entre las distintas áreas o zonas que integran una ciudad. *CONAVI*

Instrumentación. Ver Instrumento. *SEDESOL*

Instrumento. Es todo aquel medio de acción físico o intelectual necesario y adecuado para dar cumplimiento a un programa o alcanzar determinado objetivo. En el terreno específico del desarrollo urbano, los instrumentos son los medios de los que se sirven los agentes gubernamentales para ejercer acciones de planeación y ejecución en el campo de los asentamientos humanos.

- Los instrumentos de planeación pueden clasificarse en administrativos y técnicos refiriéndose los primeros, a acciones de coordinación, evaluación, etcétera, y los segundos al desarrollo de metodología, instructivos, manuales, etcétera.

- Los de ejecución pueden clasificarse a su vez, en instrumentos de acción directa, de regulación y control, de inducción y de fomento.

- Los de acción directa son aquellos que, como las inversiones, permiten materializar los planes y programas en actividades y realizaciones concretas.

- Los instrumentos de regulación y control, reglamentan y norman las acciones, en tanto que los de inducción propician, en forma indirecta, conductas y efectos sobre el campo de acción en el que inciden, principalmente, a través de medidas financieras y fiscales.

- Los de fomento son aquellos que, como la información, apoyan la participación organizada de la población afectada por una problemática específica. Los instrumentos pueden clasificarse también, en jurídicos, financieros y administrativos. Los instrumentos jurídicos y administrativos, que sirven para la regulación y control de los fenómenos urbanos, están prescritos por la legislación vigente. Los instrumentos financieros, por su parte, sólo tienen un carácter inductivo.

El uso de estos instrumentos presupone un control del funcionamiento de los asentamientos humanos por parte del sector público y una incidencia sobre el desarrollo urbano. *SEDESOL*

Interacción urbana. Influencia recíproca entre dos o más ciudades o áreas de una ciudad, en función de las actividades y necesidades a nivel de los procesos de naturaleza social, económica y política, así como de los flujos comerciales, de población y de servicios. *SEDESOL*

Interceptor. Es la tubería que intercepta las aguas negras de los colectores y termina en un emisor o en la planta de tratamiento. En un modelo de interceptores las tuberías principales o colectores, se instalan en zonas con curvas de nivel más o menos paralelas y sin grandes desniveles, y descargan a una tubería de mayor diámetro o interceptor, generalmente paralelo a alguna corriente natural.

Interés público. De acuerdo con el derecho administrativo es el deseo social para el logro de determinado beneficio común o la realización de ciertas acciones tendientes a la consecución de los fines que persigue un grupo nacional, mismo que pueden estar o no previsto en el orden jurídico. *SEDESOL*

Interurbano. Ver Interacción urbana. *SEDESOL*

Intraurbano. Ver Interacción urbana. *SEDESOL*

Inundación. Es el efecto de fenómenos meteorológicos, tales como lluvias, ciclones y deshielos, que ocasionan acumulaciones temporales de agua en terrenos que se caracterizan por deficiencias de drenaje que impiden el desalojo acelerado de dichos volúmenes. *SEDESOL*

Islas de calor. Acumulación de calor por la inmensa mole de hormigón y demás materiales absorbentes de calor; y atmosférica que se da en situaciones de estabilidad por la acción de un anticiclón térmico.

Límite urbano. Línea que marca el borde o fin de un área urbana, o bien, que ha sido establecida legalmente como límite de la expansión urbana de una ciudad determinada. *SEDESOL, CONAVI*

Localidad. Centros de población mayores a 2,500 habitantes. De acuerdo con el XI Censo General de Población y Vivienda. Se distribuyen en seis rangos de población a los cuales corresponde determinada jerarquía urbana y nivel de servicio.

Losas continuas. Losa que se asienta sobre tres o más apoyos como una unidad.

Lote o predio. Parcela de tierra con acceso a la vía pública cuyas dimensiones son suficientes para cumplir con el requisito de área y frente mínimos que determinan los programas. *CONAVI*

Lote con servicios. 1.- Comprende los predios urbanizados que cuentan con acceso a servicios básicos como agua potable, drenaje y energía eléctrica. *SEDESOL*. 2.- Programa que pone al alcance del usuario un lote en propiedad con infraestructura básica y servicios elementales y servidumbre urbana mínimos, para cumplir con la legislación local vigente. *CONAVI*

Lote mínimo. 1.- La superficie más pequeña del suelo determinada en los programas para un predio como resultado de una lotificación. *CONAVI*. 2.- El que tiene la superficie mínima que determinen los programas. *LDUDF*

Lote tipo. Lote predominante en la zona o calle que señalen los planes o programas de desarrollo urbano o, en su caso, el que a juicio del valuador proceda. *CONAVI*

Lotificación. Acción y efecto de dividir un terreno en lotes o parcelas pequeñas. Se utiliza este término como sinónimo de fraccionamiento, pero en realidad no tiene mayor implicación que la aquí anotada. *SEDESOL, CONAVI*

Luminario. Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica. *NOM-007-ENER-2014*

Madera clasificada estructuralmente. Madera clasificada de acuerdo con la Norma Mexicana correspondiente: para madera de coníferas se aplica la norma *NMX-C-239-ONNCCE-2014* y pa-

ra el caso de madera de latifoliadas, la norma *NMX-C-409-ONNCCE-1999*.

Madera contrachapada. Placa compuesta de un conjunto de chapas o capas de madera unidas con adhesivo, generalmente en número impar, en la cual las chapas adyacentes se colocan con la dirección de la fibra perpendicular entre sí.

Madera húmeda. Madera aserrada cuyo contenido de humedad es mayor que 18 por ciento.

Madera seca. Madera aserrada con un contenido de humedad igual o menor que 18 por ciento.

Mampostería. Aparejo de un muro realizado con piedras de distintos tamaños sin labrar o poco labradas, colocadas sin orden establecido y unidas con argamasa, mortero, yeso, cal o cemento.

Manto acuífero. Toda formación o estructura geológica de rocas, gravas y arenas situadas encima de una capa impermeable, que por su porosidad y permeabilidad natural posee la capacidad de almacenar agua que circula en su interior. Este flujo que se realiza entre los poros y oquedades que se intercomunican, y que es de velocidad variable, obedece a las características específicas de permeabilidad de cada tipo de formación. *SEDESOL*

Manzana tipo. Manzana predominante en la zona o calle que señalen los planes o programas de desarrollo urbano o, en su caso, el que a juicio del valuador proceda. *CONAVI*

Maremoto (Tsunami). Ola marítima de gran fuerza destructiva, que puede originarse por un sismo en el fondo marino, la actividad volcánica submarina o por derrumbes en dicho fondo marino. El Término es sinónimo de tsunami. *SEDESOL*

Material elastomérico. Material macromolecular que permite recuperar rápidamente la dimensión y forma originales después de sufrir una deformación, como el poliisobutileno o el neopreno.

Meandro. Se llama meandro al arco formado por el accionar del caudal de un río que presenta una gran ondulación en su recorrido. Los meandros se originan usualmente en los ríos ubicados en las llanuras aluviales que casi no presentan pendientes a causa de los sedimentos de la tierra que comúnmente se asientan en las zonas convexas del meandro.

Mecánica de suelos. Rama de la ingeniería que estudia el comportamiento del suelo ante la compresión o el esfuerzo cortante, o cuando el agua circula a su través.

Medidas de mitigación. Aquellas condiciones que deben cumplir las personas físicas o morales, que

construyan, amplíen, reparen o modifiquen una obra con el fin de prevenir, mitigar o compensar las alteraciones o afectaciones al entorno urbano, a la vialidad, a la estructura socioeconómica, la infraestructura y/o la imagen urbana. *LDUDF*

Medio Ambiente. 1.- Es el conjunto complejo de condiciones físicas, geográficas, biológicas, sociales, culturales y políticas que rodean a un individuo u organismo y que, en definitiva, determinan su forma y la naturaleza de su supervivencia. *CONAVI*. 2.- Conjunto del sistema externo físico y biológico en el que viven el hombre y otros organismos. Es la suma de todas las fuerzas o influencias externas que afectan a un organismo. En otras palabras es todo lo que nos rodea. La materia, la sustancia que rodea inmediatamente al individuo y con la cual realiza intercambios de variada naturaleza de gran importancia. *SEDESOL*

Medio físico urbano. Conjunto de elementos físico-naturales (territorio y clima), y todo el conjunto de obras y estructuras realizadas por la sociedad que conforman el espacio geográfico de un medio urbano, considerando los aspectos cuantitativos y cualitativos de dichos elementos. *SEDESOL, CONAVI*

Megalópolis. Palabra griega que significa «*gran ciudad*». Es la gran área urbanizada resultante de la fusión gradual de varias metrópolis y ciudades conformando una gran aglomeración urbana. Se caracteriza por un enorme crecimiento urbano, suburbano y metropolitano, produciendo una cinta casi continua de ciudades. *SEDESOL*

Mejoramiento urbano. Concepto que incluye la regeneración y la consolidación urbana, procesos dinámicos ambos, que se distinguen porque el primero hace referencia a las acciones encaminadas a suprimir las causas del deterioro urbano en zonas específicas o en la totalidad de la urbe, mientras que la consolidación implica acciones orientadas a superar deficiencias y carencias en los asentamientos humanos relativamente recientes o en proceso de poblamiento. *SEDESOL*

Mejoramiento. La acción tendente a reordenar o renovar las zonas de un centro de población de incipiente desarrollo o deterioradas física o funcionalmente. *LGAH*

Mejoramiento de vivienda. Considera la reparación o rehabilitación o ampliación de la edificación, así como la introducción o mejoramiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. Acción dirigida a la vivienda existente para conservarla o adaptarla. *CONAVI*

Meteorología. Estudio científico del clima, los factores que lo producen, sus elementos, su distribución

sobre la superficie terrestre y su influencia sobre los seres vivos.

Metrópoli. Es la ciudad principal de un país, estado o región. La palabra proviene del griego «*mater*» que significa «*madre*» y «*polis*» que significa «*ciudad*», esto es la ciudad madre. Por lo general se utiliza también para denominar a una gran ciudad. Es la ciudad o pueblo principal de un país, especialmente aquella en la cual se asienta el gobierno: una capital. *SEDESOL*

Microclima. Caracteres climáticos específicos de un espacio territorial particular de dimensiones reducidas, independientes del clima general circundante. Puede ser natural, influenciado o modificado por la acción de la sociedad, o bien creado artificialmente por el hombre.

Microrregión. Ver Región. *SEDESOL*

Migración o movimiento migratorio. Puede ser definida como el cambio de residencia de duración considerable. También se denomina así al desplazamiento de individuos con traslado de residencia desde el lugar de origen o lugar de salida al lugar de destino o lugar de entrada. Para efectos del IX Censo General de Población, se consideran sólo los desplazamientos entre entidades federativas y las que tienen su origen en otros países. *SEDESOL*

Mitigación (medidas de). Implementación o aplicación de cualquier política estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto. *www.cepis.org.pe*

Mobiliario urbano. Todos aquellos elementos urbanos complementarios, que sirven de apoyo a la infraestructura y al equipamiento, que refuerzan la imagen de la Ciudad como: fuentes, bancas, botes de basura, macetas, señalamientos, nomenclatura, etc. Por su función pueden ser: fijos, permanentes y móviles o temporales. *LDUDF*

Modelo urbano. Tipificación morfológica de una ciudad real o ideal; modelos prácticos o teóricos, generalmente con el fin de reproducir dichos modelos en la realidad. Entre los modelos urbanos más conocidos están: radio concéntrico, lineal, reticular, en anillo, polinuclear, etc. *CONAVI*

Módulo de rigidez. Velocidad del cambio de deformación como una función del esfuerzo en una probeta sometida a carga cortante o de torsión.

Muestreo inalterado. Porción de suelo extraído con fines de estudio de laboratorio en donde requiera que se conserve en estado real o natural, para realizarle pruebas especiales y determinar las propiedades mecánicas del estrato estudiado. *Sistema de Alcantarillado y Agua Potable Jalisco, México.*

*

*

cimiento de densidades, en función de la estructura y funciones urbanas. CONAVI futuro y las normas que habrán de aplicarse en la materia. Constituye parte importante y fundamental de un plan regulador o de un plan director. *SEDESOL*.



* **Obra de Urbanización.** Se refiere a las obras de introducción de los servicios necesarios para el cabal funcionamiento de una zona urbana. *SEDESOL*

Obturador. Cualquiera de las sustancias empleadas para inyectarlas en la junta de un edificio, que al secarse forman un material o una película flexible e impermeable que evita la penetración de aire o agua en el edificio. También llamado sellador de junta.

Ocupación del suelo. Acción y efecto de ocupar el suelo, tomando posesión física de él, para desarrollar una determinada actividad productiva o de cualquier otra índole, relacionada con la existencia concreta de un grupo social en el tiempo y el espacio geográfico. Ver Uso del suelo. *SEDESOL*

Ordenamiento territorial. Comprende el conjunto de las disposiciones que tienen por objeto establecer la relación entre la distribución de los usos, destinos y reservas del suelo de un territorio o demarcación específicos, con los asentamiento humanos, las actividades y derechos de sus habitantes, la zonificación y las normas de ordenación, así como la reglamentación en materia de construcciones de imagen y paisaje urbano, de equipamiento urbano, de impacto urbano o urbano-ambiental y de anuncios.

Orientación de las fibras de madera. Disposición de las fibras con respecto al eje longitudinal del tronco del árbol, cuya dirección puede ser: recta, inclinada, en espiral o entrelazada.



Paisaje. Extensión de terreno que forma conjunto artístico. *CONAVI*

Paisaje urbano. 1.- Conjunto de elementos naturales y artificiales observables en una ciudad y que la definen como una entidad física con un panorama visual específico, en su totalidad o en aspectos parciales. *CONAVI*. 2.- Conjunto de elementos naturales, así como aquellos producidos por la acción humana, que forman parte de la ciudad y de su entorno y que constituyen el marco de percepción visual de sus habitantes, considerados como un valor del medio ambiente, jurídicamente protegible. *LDUDF*

Panel radiante. Tablero que contiene una serie de conductores eléctricos en su interior, encargados de distribuir el calor. Ver calefacción radiante.

Paracaidismo. Invasión u ocupación ilegal de tierras urbanas o suburbanas baldías, sin uso aparente, realizada por grupos sociales organizados pertenecientes a estratos populares, generalmente con fines de asentamiento

Parcela. Unidad catastral; extensión de un terreno.

Parque. Lugar arbolado de cierta extensión para la caza o el paseo.

Parque Nacional. Son las áreas que por su ubicación, configuración topográfica, belleza, valor científico, cultural, recreativo, significación histórica, desarrollo del turismo, tradición u otras razones de interés nacional, se destinan al uso común mediante declaratoria expedida por el ejecutivo federal. *SEDESOL*

Parteaguas. Línea imaginaria que divide a cuencas hidrológicas adyacentes y en la que se distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, separándose en sistemas independientes de corrientes. *SEDESOL*

Participación ciudadana. Ver participación social. *SEDESOL*

Participación de la comunidad. Ver participación social. *SEDESOL*

Participación social. Es la actividad organizada, racional y consciente, por parte de un determinado grupo social, con el objeto de expresar iniciativas, necesidades o demandas, de defender intereses y valores comunes, de alcanzar objetivos económicos, sociales o políticos y de influir, directa o indirectamente, en la toma de decisiones para mejorar la calidad de vida de la comunidad. *SEDESOL*

Participación social y privada. Todas las formas de intervención de los sectores social o privado en el proceso de planeación, mejoramiento y conservación. *LDUDF*

Patrimonio Cultural Urbano. Conjunto de elementos y bienes inmuebles que expresan los valores y forma de vida materiales y espirituales de la ciudad y que sean declarados tales, por disposición de ley o por declaratoria específica de las autoridades en materia de cultura, a petición ciudadana o por vía de las autoridades en materia urbana. *LDUDF*

Pendiente Transversal. Inclinación que se les da a las vialidades hacia sus costados para facilitar el escurrimiento del agua de lluvia hacia las cunetas y estructuras de captación.

Pérgola. Armazón formado por columnas, pilares o barras que sostienen un enrejado adintelado, por donde trepan plantas ornamentales.

Período de retorno. El periodo de retorno se define como el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Este periodo se considera como el inverso de la probabilidad, del máximo evento de los “ n ” registros. El valor del periodo de retorno se determina en función de la posición de la variable aleatoria ($P_{m\acute{a}x}$ o $Q_{m\acute{a}x}$ en su caso) en una tabla de valores, ordenados de mayor a menor, con base en las siguientes relaciones (sagarpa):

$$T = n+1/m \quad y \quad P = m/n+1$$

Donde: T = Período de retorno en años.
 n = Número de años de registro.
 m = Número de orden.
 P = Probabilidad.

Persona con discapacidad. Todo ser humano que vive con temporal o permanentemente una alteración en sus facultades físicas, mentales o sensoriales que le impide realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano.

Persona con discapacidad auditiva. Es la persona que tiene pérdida total o parcial de la audición.

Persona con discapacidad intelectual. Es la persona con alteraciones sustanciales en el funcionamiento intelectual, que existen concurrentemente con limitaciones relacionadas a dos o más destrezas adaptativas aplicables en: comunicación, autocuidado, dirección, salud y seguridad, académico funcional, tiempo libre y trabajo.

Persona con discapacidad motriz. Es la persona que tiene pérdida total o parcial en su movilidad y que puede requerir de apoyos técnicos para desarrollar las actividades de la vida diaria.

Persona con discapacidad para el habla. Es la persona que tiene pérdida total o parcial de su capacidad para comunicarse por medio del habla.

Persona con discapacidad visual. Es la persona que cuenta con una pérdida total o parcial de la vista.

Peso específico (densidad) de la madera. Peso por unidad de volumen. Debe especificarse el contenido de humedad al que se determinaron el peso y el volumen.

Peso por unidad de volumen. Debe especificarse el contenido de humedad al que se determinaron el peso y el volumen.

Peso específico básico (densidad relativa o básica) de la madera. Peso anhidro de la madera dividido entre su volumen saturado ya que es la relación del peso específico de la madera y el peso específico del agua que es igual a la unidad en el sistema métrico.

Pie de casa. Fase inicial de la vivienda a desarrollar por etapas. Cuenta espacio para efectuar las funciones vitales básicas. *CONAVI*

Pies derechos (en estructuras de madera). Piezas ligeras de sección rectangular que generalmente forman parte de sistemas de muros.

Pilotes o pilas. Pilar de concreto armado que se entierra en el piso para que sirva de cimiento a edificios de gran altura y pesados; cualquier estaca de madera fuerte que, enterrada en el piso, sirve de apoyo a una construcción.

Plan (o Programa). Es el conjunto coordinado de metas, directrices, acciones y disposiciones que, relacionadas con las estrategias y tácticas requeridas para el desarrollo de un determinado modelo económico-social, instrumenta un proceso para alcanzar objetivos predeterminados. El plan es un proceso dinámico que requiere de la interacción entre los sectores considerados en él, así como de la coherencia y coordinación interinstitucional. *SEDESOL*

Planes y Programas de Desarrollo Urbano. Documentos que definen la planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, como parte del sistema nacional de planeación democrática. Jerárquicamente están ordenados de la siguiente forma. *CONAVI*

Plan de Seguridad. El plan de seguridad se define por su objetivo que es el de reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos y mitigar los efectos de los desastres. *SEDESOL*

Plan (o Programa) de Uso del Suelo. Existen diversas definiciones, incluso en un mismo país la disciplina y su aplicación han evolucionado, cambiándose los criterios y en consecuencia, la formulación de distintos tipos de planes.

Por lo general designan las áreas de la ciudad mejor condicionadas para los distintos usos urbanos; fija restricciones de densidad de uso en términos de población y construcción; especifica la ubicación por áreas de distintos tipos de vivienda; establece la ubicación de unidades vecinales con sus equipamientos y define los espacios que deben reservarse para recreación, conservación y actividades agrícolas. Asimismo, determina la relación entre la ciudad y la región e indica su integración con las ciudades vecinas, definiendo también las zonas que podrán subdividirse en el futuro y las normas que habrán de aplicarse en la ma-

teria. Constituye parte importante y fundamental de un plan regulador o de un plan director. *SEDESOL*

Plan (o Programa) Director. Plan maestro o plan general de desarrollo urbano que se orienta al ordenamiento, a mediano y largo plazo, de un determinado centro de población dentro de su contexto regional y de un sistema de centros de población. Uno de sus fines primordiales es definir y regular racionalmente el uso del suelo, por lo que debe ser complementado con las disposiciones legales que lo permitan. *SEDESOL, CONAVI*

Plan Estatal de Desarrollo Urbano. Es un proceso continuo de planeación que relaciona los objetivos estatales de desarrollo urbano con los del Plan Nacional de Desarrollo Urbano y con otros objetivos sectoriales. Con base en el análisis permanente de la situación local, plantea un conjunto. *CONAVI*

Plan Maestro. Es el proyecto ejecutivo de un conjunto habitacional que contiene la clasificación y cuantificación de los usos del suelo aprobados por la autoridad competente. *CONAVI*

Plan Urbano Maestro. Guía para el desarrollo físico a largo plazo de una ciudad. *CONAVI*

Plan Municipal de Desarrollo Urbano. Es un proceso continuo de planeación que incorpora los objetivos nacionales y estatales del desarrollo urbano, y que los concretiza en políticas, instrumentos y acciones que a nivel local, tiendan a reformar los objetivos mencionados y a lograr un desarrollo equilibrado de sus centros de población. *CONAVI.*

Plan Parcial. Plan de desarrollo urbano limitado a un área o sector que forma o va a formar parte de un determinado centro de población. *CONAVI*

Plan Nacional de Desarrollo Urbano. Es un proceso continuo de planeación que relaciona, en un sistema articulado, los objetivos nacionales y sectoriales en el análisis permanente de la situación de los asentamientos humanos y que plantea un conjunto interrelacionado y complementario de objetivos, políticas, metas, instrumentos y programas de acción. *CONAVI*

Plan Vial. Plan de circulación; planificación de la red de vías de comunicación en forma jerarquizada para un territorio o núcleo urbano determinado, considerando las vías pedestres, para vehículos automotores, ferrocarriles, aeropuertos, estaciones terminales y de transbordo, canales, etc., incluyendo e integrando todas las rutas y medios de transporte colectivo. *CONAVI*

*

Planeación del Ordenamiento Territorial. El proceso permanente y continuo de formulación, programación, presupuestación, ejecución, control, fo-

mento, evaluación y revisión del ordenamiento territorial. *LDUDF*

Planeación Urbana. Ver Planeación. *SEDESOL*

*

Planificación Física. Disciplina que define los diferentes componentes de un programa concreto de desarrollo físico para un territorio dado, distribuyendo y fijando usos del suelo, sistema de vialidad y transportes, elementos de infraestructura, equipamiento, etc. *CONAVI*

Planificación Regional. Establecimiento de planes sectoriales concretos y detallados de los aspectos: físico, económico y social de una región determinada, entendidos como un proceso continuo en función de la interacción sectorial de dichos aspectos. *CONAVI*

Planificación Urbana. Proceso de establecimiento y operación práctica de planes concretos de acción encaminados al aprovechamiento social ordenado del suelo y el espacio urbanos. *CONAVI*

Planimetría. Parte de la topografía, que enseña a representar en una superficie plana una porción de la terrestre. *CONAVI*

Plano Regulador Urbano. Conjunto de documentos gráficos y escritos, aprobados por el municipio y concretizados en un decreto-ley, en los que se determinan aspectos relacionados con la zonificación, comunicaciones, áreas verdes y límites de crecimiento de una ciudad para un periodo específico. Es parte integrante del plan regulador. Sin embargo, se utilizan ambos términos, de manera incorrecta, como sinónimos. *SEDESOL, CONAVI*

Planta de tratamiento. Facilidades para la purificación de residuos o efluentes, mediante métodos mecánicos, físicos, químicos y biológicos o combinación de éstos.

Pluviógrafo. Aparato o dispositivo que permite registrar la variación de la cantidades de lluvia con respecto al tiempo. Está formado por un recipiente cilíndrico, un embudo, un cilindro equipado con un flotador y una plumilla que registra la altura del agua caída en el recipiente sobre una hoja de papel que gira mediante un mecanismo de relojería.

Población. Es el conjunto de personas que viven dentro de un territorio geográfica y políticamente limitable, en un momento dado. *SEDESOL*

Población total. Es el resultado del recuento del total de hombres y mujeres de todas las edades, residentes en todo el país en cada una de las entidades federativas, en cada uno de los municipios o en cada una de las localidades, según el nivel geográfico al que corresponda la información. Incluye el total de la población que residía, en la fecha del censo, tanto

en el país como en cada una de las entidades federativas. *SEDESOL*

Población urbana. Las definiciones adoptadas de población urbana por los diferentes países o zonas, pueden quedar comprendidas en tres grupos principales: Clasificación de centros administrativos de pequeñas circunscripciones como urbanas, siendo considerado como rural el resto de la circunscripción; clasificación de pequeñas divisiones administrativas como urbanas, según un criterio que puede ser determinado por el tipo de administración local, el número de habitantes, el porcentaje de la población que ejerce una actividad agrícola. *SEDESOL*

Población Urbana-Rural. Ver Distribución de población. *SEDESOL*

Poblamiento. Acción y efecto de poblar o de asentarse en un territorio. Por poblamiento se entiende tanto la acción o proceso mismo de poblar como el resultado de tal proceso o sea la forma como un territorio es ocupado por un determinado grupo humano. *SEDESOL*

Podotáctil. Es una superficie localizada en el suelo con una textura particular fácilmente reconocible al tacto. Sirve para alertar a las personas con discapacidad visual que están al borde de una zona de peligro, por ejemplo un andén de pasajeros, escaleras, rampas, filo de banquetas y otros similares. También sirve para marcar rutas peatonales que guíen a los discapacitados visuales de un punto hacia otro.

Polígono de actuación. Superficie delimitada del suelo que se determina en los Programas de Desarrollo Municipal y Programas Parciales y a solicitud de la Administración Pública o de los particulares, para llevar a cabo acciones determinadas dentro de las áreas de actuación permitiendo la realización de proyectos urbanos mediante la relocalización de usos de suelo y destinos, así como el intercambio de potencialidades del desarrollo urbano. *LDUDF*

Polígono de Actuación Concertada (PAC). Superficie delimitada del suelo que se determina en los Programas de Desarrollo Municipal y Programas Parciales que se promueve ante los gobiernos de las entidades federativas, el desarrollo de los elementos técnicos y legales que permiten los instrumentos del PAC. Dichos polígonos se formalizan mediante convenios de concertación y se referirán a los proyectos estratégicos programados y a las reservas territoriales. Los poseedores o propietarios del suelo podrán asociarse o transmitir los terrenos para el desarrollo propuesto.

* **Poseedor.** Persona física o moral que por cualquier título detente la posesión de un bien inmueble o predio, donde se pretenda realizar alguna construcción

o, en su caso, instalar un anuncio y su estructura. *LDUDF*

Pozo de absorción. Pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Consiste en excavaciones de más o menos un diámetro y profundidad variable En estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a la altura aproximada de 1 m. para lograr una buena distribución de agua al fondo.

Pozo de visita. 1.- Abertura cubierta por una tapa, situada en la calle a la que se puede acceder para inspeccionar la alcantarilla o realizar algún tipo de arreglo en el sistema de canalización o cableado eléctrico. 2.- Estructura que se emplea como medio de acceso para la inspección y limpieza de las atarjeas y colectores. Además se utiliza para hacer cambios en la dirección del flujo, en el diámetro de las tuberías y en su pendiente, así como para la conexión de atarjeas y colectores.

Pozos caja. Los pozos caja están formados por el conjunto de una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique idéntica a la de los pozos comunes y especiales. Generalmente a los pozos caja cuya sección horizontal es rectangular, se les llama simplemente pozos caja y se utilizan en tuberías con diámetro de 1.50 m en adelante.

Pozos caja de unión. Son pozos caja de sección horizontal en forma de polígono irregular que se utilizan para unir tuberías de 0.90 m en adelante con tuberías de diámetros mayores a 1.50 m.

Pozos caja de deflexión. Son pozos caja que se utilizan para dar deflexiones máximas de 45 grados en tuberías de diámetros a partir de 1.50 m.

Pozos con caída adosada. Son pozos de visita comunes, especiales o pozos caja a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 20 y 25 cm de diámetro con un desnivel hasta de 2.0 m.

Pozo con caída. Estructura que permite efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel del agua conducida por las tuberías de la red. Se construye en terrenos con altas pendientes a fin de no sobrepasar las velocidades máximas y, también en el caso de realizar descargas a subcolectores o colectores profundos.

Pozos comunes. Son pozos de visita que tienen forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior. Tienen un diámetro interior de 1.2 m y se utilizan en tuberías de hasta 0.61 m de diámetro.

Pozos especiales. Al igual que los pozos de visita comunes, tienen forma cilíndrica en la parte infe-

rior y troncocónica en la parte superior. Presentan un diámetro interior de 1.5 m para tuberías de 0.76 a 1.07 m de diámetro, y 2.0 m de diámetro interior para tuberías con diámetro de 1.22 m.

Predicción de desastres. Acción que define el sitio, fecha y magnitud física de un desastre. Eventualmente se incluyen como parte de una predicción los posibles efectos destructivos de aquél. *SEDESOL*

Predio urbano. Parcela de tierra localizada en el medio urbano. Toma el calificativo de suburbano cuando está localizado en las afueras de la ciudad y no ha sido totalmente incorporado al tejido urbano. *CONAVI*

Presa rompe picos. Estructura hidráulica diseñada para suavizar el pico de las avenidas, almacenando por un tiempo cierto volumen de escurrimiento y permitiendo su salida gradualmente.

Presión de urbanización. Cuando no existe una plantación del crecimiento y de los usos del suelo en el medio urbano, el incremento de la población y de las actividades urbanas originan surge de los programas de desarrollo, según los usos establecidos en los programas para alcanzar condiciones de mejoramiento para la población y mejor uso de los servicios públicos. *CONAVI*

Presión demográfica. Imperativa demanda de tierra, servicios y medios de subsistencia en general, provocada por el crecimiento de la población y la escasa disponibilidad de estos elementos; puede producirse en el medio urbano o en el rural, de acuerdo a la ubicación del o los elementos demandados. *SEDESOL*

Prevención de emergencias. Son todas las acciones encaminadas a prevenir las causas de un desastre antes que éste se produzca a fin de evitarlo o mitigarlo. *SEDESOL*

Proceso de urbanización. Es la existencia y desarrollo de un espacio significado, convertido en un contenedor espacial de un determinado número de población urbana con una serie de actividades que la definen como totalidad social, y este contenedor espacial se ubica en un emplazamiento geográfico, transformándolo en hábitat urbano por una serie de características tempoespaciales exigidas por la complejidad que se presentan en las actividades humanas. *SEDESOL*

Proceso urbano. Conjunto complejo y dinámico de actividades realizadas en el medio urbano, en forma continua en el tiempo, y que influyen o determinan básicamente la producción de bienes y servicios; la transformación del medio físico y el cambio socio-cultural. *CONAVI*

Probeta cúbica. Pieza sometida a diversos ensayos mecánicos para estudiar la resistencia de un material.

Producción Social de Vivienda. Aquella que se realiza bajo el control de autoproductores y autoconstructores que operan sin fines de lucro y que se orienta principalmente a atender las necesidades habitacionales de la población de bajos ingresos, incluye aquella que se realiza por procedimientos autogestivos y solidarios que dan prioridad al valor de uso de la vivienda por sobre la definición mercantil. *Ley de Vivienda* *

Programa Estatal de Desarrollo Urbano. Es Un Proceso continuo de plantación que relaciona los objetivos estatales de desarrollo urbano con los del Plan Nacional de Desarrollo Urbano y con otros objetivos sectoriales. Con base en el análisis permanente de la situación local, plantea un conjunto de políticas, metas, instrumentos y programas de acción que tienden a traducir, en la estrategia estatal, los planteamientos del Plan Nacional de Desarrollo Urbano. *SEDESOL*

Programa Municipal de Desarrollo Urbano. Es un proceso continuo de planeación que incorpora los objetivos nacionales y estatales del desarrollo urbano, y que los concretiza en políticas, instrumentos y acciones que, a nivel local, tiendan a reforzar los objetivos mencionados y a lograr un desarrollo equilibrado de sus centros de población. *SEDESOL*

Programa Nacional de Desarrollo Urbano. Es un proceso continuo de planeación que relaciona, en un sistema articulado, los objetivos nacionales y sectoriales en el análisis permanente de la situación de los asentamientos humanos y que plantea un conjunto interrelacionado y complementario de objetivos, políticas, metas, instrumentos y programas de acción. *SEDESOL*

Programa Parcial. Plan de desarrollo urbano limitado a un área o sector que forma o va a formar parte de un determinado centro de población. Son instrumentos de la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, en áreas menores contenidas en los municipios o delegaciones. Los programas parciales tienen un carácter especial derivado de ordenación cronológica anticipada a las condiciones particulares de algunas zonas o áreas de la ciudad y de algunos poblados en suelo de conservación. Los planes parciales se entienden integrados a un programa director o regulador, y por lo tanto deben ser congruentes con los objetivos, políticas, estrategias y programas propuestos en él. *SEDESOL*

Programa Sectorial. Programa circunscrito a un sector o aspecto específico de la actividad social o económica: agricultura, industria, turismo, educación,

salud, comunicaciones, asentamientos humanos, etcétera. *SEDESOL*

Programa Sectorial de Desarrollo Urbano. Instrumentos de planeación que determina la estrategia política y acciones generales del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial. Ver Programa Nacional de Desarrollo Urbano. *SEDESOL*

Programa Vial. Programa de circulación; planeación de la red de vías de comunicación en forma jerarquizada para un territorio o núcleo urbano determinado; toma en cuenta las vías para peatones, para vehículos automotores, ferrocarriles, aeropuertos, estaciones terminales y de transbordo, canales, etcétera. Incluye e integra todas las rutas y medios de transporte colectivo. *SEDESOL*

Programa Urbanístico. Conjunto de acciones específicas, ordenadas secuencialmente en el tiempo, para obtener resultados preestablecidos en relación a la elaboración de un proyecto urbanístico o a la construcción de una realidad urbanística. *SEDESOL*

Programas Sectoriales. Los que determinan la estrategia, política y acciones generales de los diversos sectores del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, las reservas territoriales, agua potable, drenaje, transporte y vialidad, vivienda, medio natural y equipamiento urbano (Sistemas y subsistemas). Dichos programas se deberán ajustar a lo dispuesto por los programas derivados de la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial: el Programa General, los programas delegacionales, estatales, municipales y los programas parciales, y en su defecto los de zona conurbada.

Promotor. También llamado desarrollador, es la persona física o moral, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o de terceros, las obras de edificación de vivienda para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

*

Propiedad comunal. Son aquellas tierras, bosques y aguas de una comunidad agraria atribuidas por el Estado con las limitaciones que la Constitución establece, a rancherías, pueblos, congregaciones, precisamente para ser explotadas en común y que son de carácter inalienable, inembargable e imprescriptible. *SEDESOL*

Propiedad ejidal. Propiedad de interés social, creada en el artículo 27 Constitucional para campesinos mexicanos por nacimiento, constituida por las tierras, bosques y aguas que el Estado les entrega gratuitamente en propiedad inalienable, intransmisible, inembargable e imprescriptible, sujeto su aprovechamiento y explotación a las modalidades, establecidas por la ley, bajo la orientación del Esta-

do, en cuanto a la organización de su administración interna; basada en la cooperación y el aprovechamiento integral de sus recursos naturales y humanos mediante el trabajo de sus en propio beneficio. *SEDESOL*

Propiedad privada. Derecho real que tiene un particular, persona física o moral, para usar, gozar y disponer de un bien, con las limitaciones establecidas en la ley, de acuerdo con las modalidades que dicte el interés público y de modo que no perjudique a la colectividad. *SEDESOL*

Propiedad pública. Derecho real ejercido que asiste a las entidades públicas con personalidad jurídica propia, sobre bienes del dominio público, con las características de ser inalienable, inembargable e imprescriptible. *SEDESOL*

Propiedad social. Las tierras comunales; y las dotadas a los núcleos de población ejidal o incorporadas al régimen ejidal conforme las disposiciones de la Ley Agraria, mismas que se dividen en tierras para el asentamiento humano, de uso común y parceladas. *SEDESOL*

Propietario. Persona física o moral que tiene la propiedad jurídica de un bien inmueble o predio, donde se pretenda realizar alguna construcción, o en su caso, instalar un anuncio y su estructura. *LDUDF*

Provisiones. Son las áreas que serán utilizadas para la fundación de un centro de población. Son las áreas destinadas a la fundación de un centro de población, a través del decreto emanado de autoridad competente, el que debe contener la localización física de las áreas y predios que ocuparán las instalaciones, su delimitación, los elementos naturales y obras materiales necesarias, atendiendo a la aptitud de las tierras, aguas y bosques que permitan cumplir funciones urbanas de expansión futura y de preservación de las condiciones ecológicas. *SEDESOL, LGAH*

Proyecto. Conjunto de planos y documentos de una obra o edificio, con datos y detalles suficientes para que se pueda ejecutar. Todo proyecto consta de una parte gráfica (plantas, emplazamientos, alzados, secciones, etc.) y de otra documental (memoria, pliego de condiciones, etc.) y de otra documental (memoria, pliego de condiciones y presupuesto). Conjunto de datos, informes, diseños y cálculos sobre el costo y la realización de un inmueble o de un desarrollo inmobiliario. *CONAVI*

Proyecto Ejecutivo. Conjunto de documentos que respaldan en lo técnico, financiero y legal, la ejecución y conclusión satisfactoria de un proyecto de vivienda. *CONAVI*

*

Proyecto Urbanístico. Proposición o realización de una secuencia de operaciones para la transforma-

ción de recursos en bienes y servicios de carácter urbano. Se concretiza en un conjunto de documentos gráficos y escritos que definen y reglamentan el uso y aprovechamiento social del suelo. *SEDESOL*

Prueba de Veleta. Este tipo de prueba se considerará principalmente aplicable a los suelos blandos de las zonas II y III, para determinar la resistencia al cortante del suelo.

Ramal. Tubería destinada a recibir las aguas servidas de los artefactos sanitarios y conducirlos a la cañería principal o tubo de descarga.

Recarga de acuífero (artificial). Conjunto de técnicas hidrogeológicas aplicadas para introducir agua a un acuífero, a través de obras construidas con ese fin. La recarga artificial es una tecnología que se aplica con diferentes objetivos; los más comunes son: atenuar efectos de sobreexplotación, tales como abatimiento de los niveles del agua, asentamientos del terreno o intrusión salina; dar tratamiento natural al agua en el subsuelo; manejar los acuíferos como vasos de almacenamiento y regulación, y utilizar el subsuelo como una red natural de acueductos. Desde el punto de vista técnico, la factibilidad de la recarga artificial depende, entre otros factores, de que exista agua disponible para tal fin y de que ésta sea de calidad tal que no deteriore la calidad del agua subterránea nativa o que sea factible su tratamiento para prevenir riesgo de contaminación. Las fuentes de recarga a considerar son: las aguas meteóricas colectadas en instalaciones urbanas, los escurrimientos extraordinarios generados por lluvias torrenciales, el agua superficial regulada en presas de almacenamiento y las aguas residuales de las zonas urbanas-industriales. *CONAGUA NOM- 014-CONAGUA-2003*

Reciclaje (Reciclado). Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*

Reciclamiento urbano. Acción de mejoramiento, implica aquellas áreas que cuentan con infraestructura básica y servicios urbanos adecuados, localizadas en zonas de gran accesibilidad vial, generalmente ocupadas por vivienda popular unifamiliar de uno o dos niveles de altura y con grados importantes de deterioro estructural. Cuenta con viviendas que podrían captar población adicional a través

de la ampliación, un uso más densificado del suelo y ofrecer mejores condiciones de rentabilidad.

Recurso Natural. El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*

Reflectancia Solar (Rs). Es la fracción de la irradiación solar reflejada por una superficie entre la irradiación solar incidente en la misma. Su valor está en el intervalo entre 0,00 y 1,00. Definido matemáticamente como:

$$R_s = \frac{\int_{350}^{2500} R(\lambda) * E_{s1,5}(\lambda) d\lambda}{\int_{350}^{2500} E_{s1,5}(\lambda) d\lambda}$$

Donde λ es la longitud de onda expresada en nm, $R(\lambda)$ es la reflectancia como función de la longitud de onda y $E_{s1,5}$ es el espectro solar estandarizado a una masa de aire de 1,5. *NMX-U-125-SCFI-2016*

Regaderas con grado ecológico. La Comisión Nacional del Agua creó el reconocimiento Grado Ecológico para distinguir a las regaderas cuyo gasto máximo sea menor a 3.8 litros por minuto, y a los inodoros que utilicen menos de 5 litros por descarga. *CONAGUA*

Reforma urbana. Se trata de una etapa política en un proceso que busca mejorar el funcionamiento económico del país, alcanzar una mayor justicia social y adecuar las ciudades a sus complejas funciones mediante una redistribución del poder político y los recursos. *SEDESOL*

Regeneración urbana. Proceso que al actuar sobre las causas generales y los factores específicos que dan origen al deterioro, contribuyen al desarrollo de las funciones, así como al mejoramiento de las condiciones del medio ambiente. *SEDESOL*

Región. Se refiere a un espacio geográfico, delimitado en función de objetivos previamente establecidos de análisis, de planeación, geopolíticos, de integración comercial, etc. *SEDESOL*

Región homogénea. La región homogénea, corresponde a un espacio continuo en el que cada una de las partes o zonas presenta características lo más próximas posibles a las demás. *SEDESOL*

Región Plan, Programa o de Planeación. Es el análisis de la elección de los medios geográficos disponibles para llevar a la práctica un fin determinado dentro de un plazo previsto: cinco o quince años, por ejemplo. *SEDESOL*

Régimen de propiedad en condominio. Es el acto jurídico formal que el propietario o propietarios de un inmueble, instrumentarán ante Notario Público declarando su voluntad de establecer esa modali-

dad de propiedad para su mejor aprovechamiento, y en el que, dos o más personas teniendo un derecho privado, utilizan y comparten áreas o espacios de uso y propiedad común, asumiendo condiciones que les permiten satisfacer sus necesidades de acuerdo al uso del inmueble, en forma conveniente y adecuada para todos y cada uno, sin demérito de su propiedad exclusiva. *Ley de Propiedad en Condominio de Inmuebles para el Distrito Federal*

Regulación. La ordenación de los asentamientos humanos se llevará a cabo mediante la planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población y conforme hayan sido previstas dichas actividades en los planes a que se refiere el artículo 4° de esta ley. *SEDESOL*

Regulador de caudal. Dispositivo hidráulico cuya función es regular el gasto total o parcial de las aguas vertidas de una tubería a otra.

Regulador de tiro de contratiro. Es un dispositivo adicional para minimizar el flujo de aire inverso y una rotura térmica no metálica para minimizar la conducción de temperaturas externas como parte de los tubos. El regulador debe encontrarse en la parte de aire frío de la rotura térmica. La rotura debe estar lo más cerca posible al lugar donde el ducto entra en la parte caliente de la casa. General Electric, campanas de isla y pared, manual de uso y cuidado.

Regulador de tiro automático. Trampilla móvil situada entre la cámara de combustión y la campana para regular el tiro.

Regularización de la tenencia de la tierra. Proceso administrativo por medio del cual se atribuye a alguien la posesión de una porción de territorio mediante un título legalmente expedido por la autoridad competente. Es la organización del poder ejercido sobre determinada área territorial o nivel individual o por grupos de pobladores urbanos. Existen diversos procedimientos de regularización de la tenencia, dependiendo del tipo de régimen a que se encuentren sujetas las tierras a regularizar. *SEDESOL, CONAVI*

Rehabilitación. La rehabilitación se orienta al mejoramiento de las condiciones físicas de las edificaciones existentes, en función de mejorar su adecuación a las funciones a que están destinadas.

Puede implicar la consolidación de estructuras afectadas, la reorganización de espacios, la instalación de servicios inexistentes y el mejoramiento de la apariencia externa de las construcciones. Las acciones de rehabilitación pueden realizarse a escala de edificios aislados o de barrio. *SEDESOL*

Relotificación (Subdivisión). Se entiende por subdivisión o re lotificación, la participación de un te-

rreno, que no requiere del trazo de una o más vías públicas. *SEDESOL*

Relotificación. 1.- Reestructuración o reacomodo de los lotes o predios de un área determinada, generalmente en base a planes de urbanismo, pudiendo darse fusión o división, creación o eliminación; ampliación o reducción de los lotes, en función de los fines u objetivos. Es la división de un terreno que no requiera del trazo de una o más vías públicas. *CONAVI*. 2.- Es la agrupación de inmuebles comprendidos en un polígono de actuación sujeto a desarrollo o a mejoramiento urbanos, para su nueva división, y en su caso una relocalización de los usos del suelo dentro del polígono, ajustada a los programas. *LDUDF*

Remodelación urbana. Acción encaminada al cambio o mejoramiento de la fisonomía urbana, por lo general en áreas específicas, modificando el funcionamiento y/o la apariencia de órganos o elementos urbanos concretos: edificios, plazas, vías públicas, accesos, monumentos, alumbrado, parques y jardines, etcétera. *SEDESOL*

Renovación urbana. Término usualmente identificado con regeneración urbana. Denota acciones de sustitución de antiguas construcciones por modernas. Esta es la forma más común que se da a la regeneración en ciudades de países desarrollados, en las que fuertes inversiones intentan recuperar o captar el alto potencial económico de las áreas centrales deterioradas, para lo cual es necesario demoler y edificar in situ nuevas construcciones con una mayor rentabilidad. *SEDESOL*

Residuo. Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*

Residuos de manejo especial. Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*

Residuos peligrosos. Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio. *Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos*

ciudad. Los ecosistemas proporcionan cuatro tipos de servicios al mundo; abastecimiento, regulación, apoyo y culturales. Éstos hacen posible la vida humana, por ejemplo, al proporcionar alimentos nutritivos y agua limpia; al regular las enfermedades y el clima; al apoyar la polinización de los cultivos y la formación de suelos, y al ofrecer beneficios recreativos, culturales y espirituales. Normalmente se refieren a cantidad y calidad del agua, captura de carbono y generación de oxígeno, biodiversidad, entre otros. *FAO*

Servicios Públicos Municipales. Son aquellos de carácter legal que el Estado atribuye al municipio a través de las constituciones de las entidades federativas y de las leyes orgánicas municipales. En forma enunciativa, más no limitativa, los ordenamientos respectivos consideran como servicios públicos municipales los siguientes: suministro y abastecimiento de agua potable, alcantarillado, alumbrado, calles y pavimentaciones, embellecimiento y conservación de los poblados y centros urbanos, limpia, mercados, panteones, parques y jardines, rastro, educación pública, seguridad pública, transporte urbano, vialidad, conservación de obras de interés social y demás que determine la ley. *CONAVI*.

Servicios urbanos. Las actividades operativas públicas prestadas directamente por la autoridad competente o concesionadas para satisfacer necesidades colectivas en los centros de población. *LGAH*

Sifón hidráulico. Son los elementos que evitan que entre los malos olores o gases de la red de drenaje al anterior de los edificios pero con el diámetro de tubería apropiado, permite el paso de líquidos y materias sólidas suspendidos en el agua.

Sifón invertido. Obra accesoria utilizada para cruzar alguna corriente de agua, depresión del terreno, estructura, conducto o viaductos subterráneos, que se encuentren al mismo nivel en que debe instalarse la tubería. Es un arreglo de pozos y tuberías que trabajan a presión para conducir el agua vertida por uno de los pozos, denominando como de descenso hacia el otro pozo también llamado como de ascenso. El arreglo así formado hace posible la conducción del agua por debajo de obstáculos para continuar con la conducción como si no existiera el obstáculo, manteniendo los niveles y las velocidades existentes en la tubería antes del sifón.

Sinergia. Suma de esfuerzos complementarios, cooperación entre varios órganos, grupos, asociaciones, entidades, etc., para realizar una función o alcanzar un objetivo superior.

Sismo. Un sismo es un fenómeno que se origina en la envoltura externa del globo terrestre, es decir, en su corteza y se manifiesta por medio de vibraciones

que se producen repentinamente y que se propagan desde un punto original, el foco, en todas direcciones. *SEDESOL*

Sistema. Un sistema se define como un conjunto de partes que interaccionan entre sí directa o indirectamente, de manera que un cambio en cualquiera de dichas partes afecta a las demás. La interacción puede ser lógica, según el sistema sea material o conceptual. *SEDESOL*

Sistema de Agua Potable y Alcantarillado. Red de servicios para la captación, distribución, regulación, inversión y recuperación de costos, que satisfacen necesidades de proporcionar agua y obras de alcantarillado a zonas urbanas que lo requieren. Para usar y aprovechar las aguas nacionales, en los gobiernos de los estados y los ayuntamientos se establecen controles, a fin de preservar las reservas acuíferas. *CONAVI*

Sistema de Alcantarillado Pluvial. Es el conjunto de conductos y estructuras complementarias de conexión, operación y mantenimiento que permiten desalojar las aguas de lluvia desde su captación en las calles, patios y otras superficies impermeables, hasta su descarga a las corrientes naturales.

Sistema de Alumbrado. Iluminación. Conjunto de equipos, aparatos, accesorios, y circuitos derivados que ordenadamente relacionados entre sí, contribuyen a suministrar iluminación a una superficie o un espacio. *IECC-MÉXICO*

Sistema de Carga Compartida (en estructuras de madera). Construcción compuesta de tres o más miembros esencialmente paralelos espaciados 610 mm o menos, centro a centro, de tal manera arreglados o conectados que comparten las cargas que actúan sobre el sistema. La resistencia de estos sistemas se modifica por el factor de modificación K_c .

*

Sistema de Ciudades. Conjunto de centros urbanos de un país o región que se interrelacionan por medio de un proceso de interdependencia que les da composición a las coexistencias de cada uno de los centros, obteniéndose un todo. Su interdependencia es funcional y es la dinámica interna que manifiesta una tendencia que conlleva a su ordenación estructural. Las coexistencias de cada ciudad se interrelacionan en la disposición que tienen dentro de una red urbana. Esta ubicación es producto de la interrelación de funciones urbanas de cada ciudad, y su dimensión en población de los núcleos urbanos en números de habitantes. *SEDESOL*

*

Sistema de cogeneración. Sistema para la Generación de Energía Eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria o ambos; producción directa o indirecta de energía

eléctrica mediante la energía térmica no aprovechada en los procesos, o generación directa o indirecta de energía eléctrica cuando se utilicen combustibles producidos en los procesos. *Ley de Transición Energética*

Sistema de piso ligero (en estructuras de madera). Construcción formada por tres o más miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no más de 810 mm y unidos con una cubierta de madera contrachapada, de duelas de madera bien clavada u otro material que proporcione una rigidez equivalente. A estos sistemas se les aplican cargas concentradas definidas en el Reglamento.

Sistemas de reserva legalmente requeridos. Son aquellos sistemas requeridos y clasificados por leyes municipales, estatales, departamentales o nacionales o por otras regulaciones o por otro organismo gubernamental competente. Estos sistemas tienen por objeto suministrar automáticamente energía de alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como de emergencia), en el caso de falla del suministro normal.

Sistemas de reserva opcionales. Aquellos sistemas proyectados para alimentar las instalaciones o propiedades públicas o privadas o propiedades donde la seguridad de la vida humana no depende del desempeño del sistema. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en el sitio a cargas seleccionadas, de modo automático o manual.

Sistema de ventilación con recuperación de energía. Sistemas que emplean intercambiadores de calor aire-a-aire para recuperar energía del aire de extracción con el propósito de precalentar, preenfriar, humidificar o deshumidificar el aire exterior de ventilación antes de suministrar el aire a un espacio, ya sea directamente o como parte de un sistema HVAC. *IECC-MÉXICO*

Sistema vidriado. Es un producto o conjunto de productos desarrollados para llenar aberturas de la envolvente de edificaciones, tal como fachadas, ventanas, puertas, domos, tragaluces, etc. y diseñado para permitir el paso de luz. *NOM-024- ENER-2012*

Subcolector. Es el conducto que recibe las aguas provenientes de las tuberías denominadas como red de atarjeas.

Subsuelo. Terreno que está debajo de la capa labrantía o laborable o, en general, debajo de una capa de tierra.

Suburbano. Todo lo referente o concerniente al área periférica próxima a la ciudad: núcleo suburbano, predio suburbano, habitantes suburbano, transporte suburbano, etcétera. *SEDESOL, CONAFOVI*

Sumidero. Abertura, canal o conducto por donde se sumen las aguas de lluvia o residuales. *Desagüe.*

Suelo. Tierra, territorio, superficie considerada en función de sus cualidades productivas, así como de sus posibilidades de uso, explotación o aprovechamiento; se le clasifica o distingue, según su ubicación, como suelo urbano, reserva territorial y suelo rural. *SEDESOL, CONAFOVI*

Suelo urbanizable. Aquel cuyas características lo hacen susceptible de aprovechamiento en la fundación o crecimiento de los centros de población, sin detrimento del equilibrio ecológico, por lo que se señalará para establecer las correspondientes provisiones y reservas. *SEDESOL*

Suelo urbanizado. Aquel donde habiéndose ejecutado las obras de urbanización, cuenta con su incorporación o reincorporación municipal. *SEDESOL*

Suelo urbano. Constituyen el suelo urbano las zonas a las que el Programa General clasifique como tales, por contar con infraestructura, equipamiento y servicios y por estar comprendidas fuera de las poligonales que determina el Programa General para el suelo de conservación. *SEDESOL, CONAVI*

Superficie de donación. Área otorgada a título gratuito. Cesión de una superficie según los reglamentos de construcción y de uso del suelo en la unidad habitacional que se construya en un predio. También se le conoce como área de donación. *CONAVI*

Superficie de edificabilidad. Superficie de edificación, superficie de piso que puede ser construida en un predio urbano, en uno o varios niveles, como resultante del índice de construcción señalado por la reglamentación respectiva. *CONAVI*

Superficie de estacionamiento. Conjunto de elementos urbanos que sirven para ubicar vehículos en una zona determinada por ejemplo escuelas, abastos, áreas verdes, centros recreativos, centros asistenciales al interior del lote, etc. La superficie que abarca este equipamiento estará en función de las necesidades del referido equipo. *CONAVI*

Superficie edificable. Superficie de un predio urbano que puede ser ocupada por construcción, como resultante del índice de ocupación marcado por la reglamentación urbanística respectiva. *CONAVI*

Superficie en breña. Terreno y/o Fracción de terreno, que no cuenta con las redes de servicios de infraestructura instaladas para su operación, en el que se debe de desarrollar al construir la vivienda. Para su enajenación a promotores privados desarrolladores de vivienda se valora el costo de tierra por metro

cuadrado, conformada por la totalidad de la poligonal del predio o fracción de venta, incluyendo la de desplante o lote, áreas comunales, estacionamiento, comercial, vialidades, así como el área de donación correspondiente, (proporcional al área que se enajenará por fracción), de acuerdo a la reglamentación local vigente, para su enajenación a promotores privados desarrolladores de vivienda. *CONAVI*

Superficies permeables. Son superficies capaces de transmitir el agua y el aire.

Superficie urbanizada. Terreno y/o fracción de terreno lotificado (unifamiliar o multifamiliar), que tiene las redes de servicios de infraestructura instaladas para su operación, en el que se puede desplantar de inmediato vivienda. Para su enajenación a promotores privados desarrolladores de vivienda se valora el costo de tierra por metro cuadrado, considerando solamente al área de desplante o lote, áreas comunales y las áreas de estacionamiento. *CONAVI*

Subdivisión de áreas o predios rústicos. La partición de dos o más fracciones, de un terreno ubicado fuera de los límites de un centro de población o de las zonas de crecimiento de los Programas de Desarrollo Urbano.

Sustentable/Sustentabilidad/Sostenido/Sostenible. Es la característica que define a aquel tipo de desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades. Según esta definición, el desarrollo económico y social debe descansar en la sustentabilidad y como conceptos clave en las políticas de desarrollo sostenible, se identificaron los siguientes puntos:

- a. La satisfacción de las necesidades básicas de la humanidad: alimentación, vestido, vivienda, salud.
- b. La necesaria limitación del desarrollo impuesta por el estado actual de la organización tecnológica y social, su impacto sobre los recursos naturales y por la capacidad de la biosfera para absorber dicho impacto.

Para motivos del equipamiento urbano se establece que los análisis poblacionales (socioeconómico-culturales) del lugar donde se insertará el nuevo conjunto permitirán alcanzar la característica de "sustentable", mediante el estudio de modelos dinámicos (su evolución en el tiempo a mediano plazo y el espacio del contexto urbano inmediato al conjunto), de donde la capacidad que se podría comprometer como un recurso no renovable, es la dotación de suelo para equipamiento urbano. *ONU*

T

Tamaño de la localidad. Término usado en los Censos Nacionales. Se define por el número de habitantes residentes en la localidad en el momento del censo. *SEDESOL*

Tanques de tormenta. Es una infraestructura del alcantarillado consistente en un depósito dedicado a capturar y retener el agua de lluvia, sobre todo cuando hay precipitaciones muy intensas, para disminuir la posibilidad de inundaciones en los casos en que la capacidad de escurrido del agua es menor que el volumen de lluvia.

Tapajuntas. Listón que sirve para tapar o cubrir el espacio que queda entre el marco de una puerta o una ventana y la pared.

Tasa de Crecimiento. Es la variación (aumento, reducción, o bien ausencia de cambio) de un indicador en un período dado, expresado como porcentaje del indicador al comienzo del período.

Las tasas de crecimiento contienen varios conjuntos de información. *CONAVI*

Tasa de urbanización. Indicador que mide el crecimiento porcentual de la población que vive en núcleos urbanos respecto a la total; considerado en períodos determinados, generalmente anuales, deducidos de los períodos intercensales que actualmente se consideran cada diez años. *SEDESOL*

Tendones de prefuerzo. Son alambres, cables, barras o torones, sometidos a tensión, y anclados en sus extremos en muertos o moldes muy rígidos con la finalidad de mejorar la resistencia de los elementos de concreto.

Tenencia de la tierra. 1.- Es la ocupación y posesión actual y material de una determinada superficie de la tierra. Es el conjunto de disposiciones legales que establecen los actos constitutivos de la posesión, los requisitos conforme a los cuales debe ejercerse y los derechos y obligaciones que generan. *SEDESOL*. 2.- Acción de poseer físicamente una superficie de tierra determinada. Puede suceder que ambas calidades, tenencia y propiedad, coinciden en una misma persona, o bien el poseedor ostente sólo esta calidad, llegando con el tiempo a adquirir la propiedad por cualesquiera de los medios que señalen las leyes, tales como la herencia, la prescripción positiva, la donación, etc. Es la ocupación y posesión legal, actual y material de una determinada superficie de la tierra. *CONAVI*

Tenencia de la Vivienda. 1.- Se refiere a los arreglos legales que permiten a las personas ocupar la

vivienda. Se consideran dos modalidades: vivienda propia, cuando ésta es propiedad de cualesquiera de las personas que la habitan, esté total o parcialmente pagada, y vivienda no propia, es decir, alquilada, prestada o que ha sido proporcionada como parte de un trabajo. Se puede considerar como las principales formas de tenencia las siguientes:

- La propiedad, en que el titular, sea éste una persona física o jurídica, tiene el pleno dominio y el derecho de disponer de un bien inmueble, sin más restricciones que las que impongan las modalidades o situaciones específicas que se derivan de esta forma.

- El arrendamiento, responde a una forma de tenencias en que el sujeto se relaciona con la vivienda o el suelo que ocupa, a través de un derecho personal referido al propietario y que emerge de un contrato.

- El desmembramiento del dominio, es la forma de tenencia que corresponde con aquellas situaciones en donde el sujeto posee un bien inmueble a través de un derecho real, cuyo origen radica en el propietario entrega el bien y constituye un favor de uno o varios terceros tal derecho.

- La tenencia cooperativa, en donde las sociedades cooperativas de vivienda, en tanto entidades con personalidad jurídica, puede adquirir bienes inmuebles en propiedad. *SEDESOL*. 2. Situación legal o de hecho en virtud de la cual los ocupantes habitan la vivienda. Se considera únicamente la propiedad de la vivienda sin importar la del terreno.

La tenencia se clasifica en propia y no propia y al interior de éstas, respectivamente según su clase en: pagada, pagándose, otra situación y en rentada y otra situación. *CONAVI*

Terreno en breña. Terreno y/o fracción de terreno, que no cuenta con las redes de servicios de infraestructura instaladas para su operación, en el que se debe de desarrollar al construir la vivienda. Para su enajenación a promotores privados desarrolladores de vivienda se valora el costo de tierra por metro cuadrado, conformada por la totalidad de la poligonal del predio o fracción de venta, incluyendo la de desplante o lote, áreas comunales, estacionamiento, comercial, vialidades, así como el área de donación correspondiente, (proporcional al área que se enajenará por fracción), de acuerdo a la reglamentación local vigente, para su enajenación a promotores privados desarrolladores de vivienda. *CONAVI*

Territorio. Base física del Estado, demarcada dentro de límites específicos; provee el medio ambiente particular y los recursos materiales y que comprende, además, el suelo en donde la Nación está asentada, el subsuelo, el espacio aéreo y las aguas territoriales hasta determinada distancia en millas, que muchos

países del Tercer Mundo han fijado en 200 millas marítimas. Delimita el ámbito de ejercicio del poder del Estado. *CONAVI*

Termoaislantes. Materiales o sistemas para disminuir, de manera importante las pérdidas y/o ganancias de calor, evitar condiciones de riesgo para el personal y proteger al equipo. *NOM-009- ENER-2014*

Titular. Persona física o moral a cuyo nombre se expide la licencia o permiso y, en su caso, presenta el aviso o manifestación de construcción. *LDUDF*

Toma domiciliaria: Tubería que conecta un edificio a una tubería principal, que ha sido instalada por la compañía suministradora o una corporación local.

Topografía. Técnica de representación gráfica sobre planos, cartas o mapas, del conjunto de accidentes y particularidades que tiene un terreno en su superficie. *CONAVI*

Torón. Es un cable de presfuerzo, compuesto de seis alambres dispuestos en forma helicoidal sobre uno central, con un paso uniforme no menor de 12 ni mayor de 16 veces el diámetro nominal del torón.

Trampa hidráulica. Son los elementos que evitan que entre los malos olores ó gases de la red de drenaje al anterior de los edificios pero con el diámetro de tubería apropiado, permite el paso de líquidos y materias sólidas suspendidos en el agua.

Transporte. Traslado de personas y/o mercancías de un lugar a otro. Se le clasifica en: urbano, suburbano, foráneo, regional, nacional, etcétera, en función de su alcance; colectivo o individual, de acuerdo a la utilización de los medios o unidades de transporte; de carga o de pasajeros, atendiendo al elemento transportado: automotor, eléctrico, pedestre, etc., de acuerdo al origen de la fuerza que lo impulsa. Se utiliza por extensión, para denominar los medios utilizados para transportar, pero la verdadera acepción es la que se refiere a la acción o servicios de transportar. *SEDESOL*

Tratamiento. Aplicable a las aguas grises o negras. Es la remoción por métodos físicos, químicos y biológicos de materias en suspensión, coloidales y disueltas producto del uso humano o animal.

Tratamiento bituminoso. Comprende el estudio de los agregados pétreos y su dosificación con un producto asfáltico.

Traza urbana. Estructura básica de una ciudad o parte de ella, en lo que se refiere a la vialidad y demarcación de manzanas o predios limitados por la vía pública. Representación gráfica de los elementos mencionados para un medio urbano existente o en proyecto. *SEDESOL, LDUDF, CONAVI*.

Tubería. Tubo o serie o sistema de *tubos empalmados, utilizados para el transporte de fluidos.

U

Unidad ambiental. Porción de la región de estudio que presenta características físicas homogéneas, fundamentalmente referidas a climas, suelos, vegetación y eventualmente, a geo formas. *SEDESOL*

Unidad de verificación. La persona física o moral que realiza actos de verificación. Ver Verificación. *Ley Federal sobre Metrología y Normalización*

Unidad habitacional. Proyectos de vivienda construidos por organismos del sector público, la mayoría se localizan en el anillo intermedio y en la periferia del área metropolitana. La mayoría son bloques de apartamentos multifamiliares o de casas en hilera. Los estándares de la construcción y de los servicios domiciliarios y comunitarios son frecuentemente altos. Conjunto de viviendas con una nomenclatura común oficial, que comparten mismo espacio y tienen mismo origen. *CONAVI*

Unidad vecinal. Conjunto habitacional relacionado con un determinado plan urbano que se toma como unidad física y social de organización; generalmente proporcionada en función de la población necesaria para ser servida por una escuela primaria; se estima una población entre 3 y 9 mil habitantes tendiendo siempre a la media, o sea 5 a 6 mil personas. *SEDESOL*

Urbanismo. Disciplina científica orientada a la planificación de ciudades, del crecimiento de las existentes y del tratamiento de aquellas que funcionan mal o están deterioradas; así como a fomentar y guiar en la práctica los procesos de crecimiento, cambio y arreglo del medio urbano. Es una actividad interdisciplinaria en los aspectos de planeación y control, y un proceso, en tanto su relación continúa en el tiempo con su realización; debiendo tener características de una función y acción gubernamental de participación social continua, ya que el objetivo fundamental es lograr el bienestar social, adecuando el proceso del urbanismo a las necesidades y demandas de la población. El urbanismo debe considerar, estudiar y planificar el medio urbano con relación a la interacción dinámica de éste con su región o territorio circundante. Estudio de la creación, desarrollo, reforma y progreso de las ciudades; ordenación de los lugares y de los locales diversos que deben abrigar el desarrollo de la vida material, sentimental y espiritual en todas sus manifestaciones individuales y colectivas. Abarca tanto las aglomeraciones urbanas como los agrupamientos rurales. *CONAVI*

Urbanista. Técnico capacitado en la teoría y práctica del urbanismo, concebido éste como una conjunción de aspectos tratados por diversas disciplinas, por lo que significa la preparación y capacidad de coordinar, dirigir y sintetizar en la decisión, la labor interdisciplinaria de un grupo de trabajo técnico especializado. *CONAVI*

Urbanización. Es el proceso por el cual la población de un país pasa, de ser principalmente rural, a ser urbana. Se debe a la emigración de las personas del campo a la ciudad en busca de mejores empleos y condiciones de vida. Transformar el suelo acondicionándolo para el uso urbano, mediante la ejecución de obras previamente planeadas relacionadas con la lotificación, construcción de vías públicas; introducción de infraestructura urbana y saneamiento. Es el proceso mediante el cual un predio se acondiciona para el uso urbano, mediante la ejecución de obras relacionadas con la lotificación, la introducción de infraestructura, construcción de vías públicas y equipamiento urbano. *CONAVI*

Urbanizar. Transformar un terreno en área poblada, definiendo vialidades y lotes, con las redes de servicios y los terrenos para equipamientos urbanos que permitan las comodidades necesarias. *CONAVI*

Urbano. Todo lo perteneciente, relativo o concerniente a la ciudad o espacio geográfico urbano. *CONAVI*

Urbe. Ciudad populosa. *CONAVI*

Uso del espacio. Los términos uso y utilización del espacio suelen emplearse para diferenciar la manera distinta como el espacio participa en las actividades productivas y de consumo. Las actividades usan el espacio en la medida que necesitan ocupar un área para realizar sus funciones; la mayoría de las actividades humanas usan el espacio: plantas industriales, establecimientos comerciales, servicios, viviendas, etc. Ver Destinos, Uso del suelo, Usos, Utilización del espacio. *SEDESOL*

Uso del suelo. 1.- Es el propósito específico que se da a la ocupación o empleo de un terreno. Término que en planeación urbana designa el propósito específico que se da a la ocupación o empleo de un terreno. De acuerdo a lo anterior, los principales usos que se dan a un conjunto habitacional son: habitacional, vialidad, equipamiento urbano, espacios exteriores (recreación, áreas verdes, estacionamientos) y donaciones. Los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas o predios de un centro de población. *CONAVI.* 2.- Término que en planeación urbana designa el propósito específico que se da a la ocupación o empleo de un terreno. *SEDESOL*

Usos. 1.- Aprovechamiento, a título particular, de áreas o predios declarados. «Son los fines particu-

lares a que podrán dedicarse determinadas áreas o predios. Ver Destinos. *SEDESOL* 2.- Los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas o predios de la ciudad o centro de población. *LDUDF*

V

Valor especificado de resistencia (en estructuras de madera). Resistencia básica especificada en este CEV para el cálculo de la resistencia de diseño.

Valor modificado de resistencia (en estructuras de madera). El producto del valor especificado de resistencia por el factor de resistencia y los factores de modificación de la resistencia.

Válvula. Son dispositivos para interrumpir automáticamente el suministro de agua y así controlar o proteger partes de la red o artefactos sanitarios.

Válvula Check. Válvula que evita la circulación de un líquido o gas en sentido contrario al deseado. También llamada válvula antirretorno.

Válvula de alivio de vacío. Válvula instalada en un sistema que libera la presión sobre un cierto nivel predeterminado.

Válvula de compuerta. Esta válvula efectúa su cierre con un disco vertical plano o de forma especial, y que se mueve verticalmente al flujo del fluido.

Válvula de contraflujo. Válvula que evita la circulación de un líquido o gas en sentido contrario al deseado. También llamada válvula antirretorno.

Válvula termostática mezcladora. Válvula mecánica o manual que permite regular las cantidades de agua fría y/o caliente que llegan hasta ella.

Vecindario. Es el entorno inmediato de los residentes del desarrollo. El vecindario se origina en la proximidad residencial de las familias, que provoca puntos de contacto y recorridos comunes en espacios, tales como patios, pasajes o calles locales.

Conjunto de viviendas integradas en un espacio donde los vecinos establecen reiteradas comunicaciones, y en el que las familias comparten una determinada estructura físico-espacial, lo que lo convierte en una unidad de experiencia, en un lugar de comunidad. Es el entorno inmediato de los residentes del desarrollo. El vecindario se origina en la proximidad residencial de las familias, que provoca puntos de contacto y recorridos comunes en espacios, tales como patios, pasajes o calles locales.

Ventilación. El proceso natural o mecánico de suministrar aire acondicionado o no a cualquier espacio,

o de remover dicho aire de cualquier espacio. *IECC-MÉXICO*

Verificación. La constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado. *Ley Federal sobre Metrología y Normalización*

Vialidad. Conjunto de vías o espacios geográficos destinados a la circulación o desplazamiento de vehículos y peatones. Se distinguen en el medio urbano tres formas de vialidad: vehicular, peatonal y la especial, destinada esta última a la circulación de vehículos especiales. En cuanto a la extensión territorial considerada, puede ser vialidad local, urbana, suburbana, regional, estatal, nacional, internacional, etc. (1). *SEDESOL. CONAVI*

Vialidad peatonal. Espacios o franjas de terrenos destinados especialmente a la circulación de peatones fuera de la circulación vehicular, como adición o parte de las vialidades para vehículos (aceras y andadores) o separados totalmente de los mismos en el interior de las manzanas. *CONAVI*

Vialidad primaria. 1. Red vial que estructura los espacios en la totalidad del área urbana y forma parte de su zonificación y de la clasificación general de los usos y destinos del suelo. *SEDESOL*. 2. Avenidas rápidas, sin acceso directo a las viviendas. Generalmente son vías tangenciales o perimetrales que distribuyen o encauzan el tránsito general. *CONAVI*

Vialidad secundaria. 1.- Red vial destinada fundamentalmente a comunicar la vialidad primaria con todos los predios del centro de población. *SEDESOL*. 2.- Calles con tránsito vehicular lento, sirven de penetraciones para dar acceso al conjunto. *CONAVI*

Vialidad terciaria. Calles con tránsito vehicular de baja velocidad. Son aplicables en los interiores de cada zona, dando acceso directo a estacionamientos colectivos, viviendas y a los demás elementos del conjunto. *CONAVI*

Vialidades. Es el sistema de circulación e interrelación entre todos los puntos de una zona que formen parte de un sector o localidad. La vialidad peatonal se constituirá como un sistema integrado por plazas, plazuelas, andadores, áreas verdes, arborización y mobiliario urbano. Se distinguen en el medio urbano tres formas de vialidad: vehicular, peatonal y la especial. De uso gratuito y común, las que permiten el tránsito de vehículos y personas, incluye banquetas y camellones. Se subdivide en vialidad primaria, vialidad secundaria, las cuales deben entregarse al Municipio; vialidades que no se deben entregar al Municipio, las de acceso a vivienda o terciarias, el área peatonal. *CONAVI*

Vidrio Dinámico. Cualquier sistema traslucido incluido en la envolvente que tiene la característica de modificar su comportamiento, el factor K , el coeficiente de ganancia de calor Solar o su Transmitancia Visible y, además es reversible. IECC- MÉXICO

Vigas de madera. Elementos de madera sometidos a flexión que actúan en forma aislada por tener una separación grande y no estar unidos por un material de cubierta que les permita compartir la carga.

Viguetas de madera. Elementos ligeros de madera sometidos a flexión y que están colocados a distancias cortas (menores que 1.22 m) entre sí, unidos por una cubierta de duelas, o madera contrachapada.

Vivienda. 1.- Se entiende por vivienda al ámbito físico-espacial que presta el servicio para que las personas desarrollen sus funciones vitales básicas. Este concepto implica tanto el producto terminado como el producto parcial en proceso, que se realiza paulatinamente en función de las posibilidades materiales del usuario. Considerada como un proceso, se pueden abrir tres líneas básicas de acción en el campo habitacional:

- Vivienda progresiva: Se considera como la línea de acción orientada a incrementar el inventario habitacional existente, mediante programas caracterizados por abrir un proceso que permita complementar y consolidar la vivienda en el tiempo.
- Mejoramiento de vivienda: Esta línea de acción no incrementa el inventario de vivienda existente, sino lo conserva, lo consolida, lo rehabilita y busca optimizar su utilización como recurso de la propia política habitacional.
- Vivienda terminada: Es la línea tradicional que ha seguido la «producción de vivienda en producción financiada» bajo la gestión de agentes públicos y privados; consiste en la realización de viviendas completas y acabadas en un proceso continuo y único. **SEDESOL.** 2.- Estructura material destinada a albergar una familia o grupo social, con el fin de realizar la función de habitar, constituida por una o varias piezas habitables y un espacio para cocinar, y generalmente, sobre todo en el medio urbano, un espacio para baño y limpieza personal. Es el ámbito físico-espacial que presta el servicio para que las personas desarrollen sus funciones vitales. Este concepto implica tanto el producto terminado como el producto parcial en proceso, que se realiza paulatinamente en función de las posibilidades materiales del usuario. Es el componente básico y generador de la estructura urbana y satisfactor de las necesidades básicas del hombre, por lo cual no se considerará aisladamente, sino como elemento del espacio urbano.

- Vivienda accesible. Se entiende por vivienda accesible aquella que se proyecta y construye con base en las necesidades específicas de un usuario con discapacidad, a fin de crear las condiciones favorables de funcionalidad y satisfacer las necesidades de accesibilidad.
- Vivienda adaptable. Se entiende como vivienda adaptable aquella que se proyecta y edifica con base en un diseño que no implica grandes obras de construcción, a fin de crear las condiciones favorables de funcionalidad para satisfacer las necesidades de accesibilidad de sus ocupantes.

La vivienda adaptable se generará desde el origen del proyecto arquitectónico y requiere ubicarse en la planta baja, contar con un baño y un espacio adaptable como recámara, así como tener al mismo nivel los accesorios de entrada y al patio de servicio, criterios de diseño y construcción que permitirán evitar costos adicionales de obra.

En los casos de vivienda usada, la adaptabilidad de la vivienda podrá llevarse a cabo con la aplicación de los criterios de diseño, mismos que no implican considerables obras de modificación.

- Vivienda básica: Es la vivienda con una superficie de construcción que alcanza hasta los 30 metros cuadrados. Generalmente, es de carácter progresivo
- Vivienda colectiva: Es aquella vivienda destinada al alojamiento de personas que por motivos de asistencia, salud, educación, religión, disciplina o servicio, deben cumplir con reglamentos de convivencia y comportamiento. Se clasifican en: hotel, motel, posada, mesón, pensión, casa de huéspedes, casa de asistencia, hospital, sanatorio, clínica, casa de salud, orfanatorio, hospicio, asilo, casa cuna, casa hogar, internado escolar, residencia estudiantil, convento, monasterio, seminario, congregación religiosa, cárcel, prisión, reclusorio, reformatorio, consejo tutelar, centro de rehabilitación para infractores, correccional, penitenciaria, colonia penal, campamento de trabajo, barraca de trabajadores, plataforma petrolera, cuartel, campamento, guarnición, base, destacamento de policía, militar o naval, albergue o dormitorio público, campamento de refugiados o damnificados, burdel o prostíbulo, etcétera.
- Vivienda de interés social: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.
- Vivienda de Interés Popular: La vivienda cuyo precio de venta al público es superior a 15 salarios mínimos anuales, vigentes en la Ciudad de México y que no excede de 25 salarios mínimos anuales. **LDUDF**

- Vivienda digna: es considerado como el límite inferior al que se pueden reducir las características de la vivienda sin sacrificar su eficacia como satisfactor de las necesidades básicas, no suntuarias, habitacionales de sus ocupantes. Este tipo de vivienda cumpliría simultáneamente con los siguientes requisitos:
 - a) estar ocupada por una familia; b) no tener mas de 2.5 habitantes por cuarto habitable; c) no estar deteriorada; d) contar con agua entubada en el interior; e) contar con drenaje; f) contar con energía eléctrica. Adicionalmente, la vivienda debe proveer entre otras, las siguientes condiciones: protección, para aislar en forma suficiente, permanente y regulable a voluntad, de los agentes exteriores potencialmente agresivos, de origen climático, residual, de catástrofes naturales, etc.; condiciones de higiene suficientes para reducir enfermedades patógenas imputables a las características de la casa habitación, tales como: ventilación, asoleamiento e iluminación, espacio útil por ocupante que evite el hacinamiento (proximidad obligada, persistente, interferencia entre los ocupantes de un recinto o vivienda), flexibilidad e idoneidad en las instalaciones para el almacenamiento de agua potable, disposición y eliminación adecuada de residuos. Asimismo, debe permitir privacidad externa e interna, comodidad y funcionalidad mediante un diseño idóneo y uso correcto de los materiales de construcción que propicie la expresión cultural de sus ocupantes; localización adecuada y seguridad en la tenencia.
- Vivienda económica: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.
- Vivienda en arrendamiento: Vivienda terminada unifamiliar o multifamiliar, cuyo propietario otorga el usufructo a un tercero a cambio de una renta.
- Vivienda marginal: Aquella que es resultado de asentamientos irregulares y se desarrolla sin ajustarse a los ordenamientos aplicables.
- Vivienda media: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.
- Vivienda mejorada: Reparación y remodelación de pisos, paredes y estructura en general, que puede incluir ampliación de la vivienda así como la introducción y/o mejoramiento de instalaciones hidráulica, sanitaria y eléctrica.
- Vivienda multifamiliar: Habitación que da alojamiento a dos o más familias y que se encuentra en un terreno común a las viviendas que contiene. Se caracteriza por estar basada en un régimen de propiedad en condominio. Habitaciones que son ocupadas (en propiedad o renta) por mas de 2 familias o personas en un lote.
- Vivienda nueva: La vivienda por iniciar, en proceso o terminada, que nunca ha sido habitada y tenga hasta 3 años de antigüedad. (Instructivo de Presentación, Evaluación y Aprobación de Paquetes de Vivienda en Línea II, numeral 2).
- Vivienda particular: Vivienda destinada al alojamiento de una o más personas que forman uno o más hogares. Se clasifica en: casa independiente, departamento en edificio, vivienda en vecindad, cuarto en azotea, local no construido para habitación, vivienda móvil, y refugio.
- Vivienda popular: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.
- Vivienda progresiva: La que comprende un núcleo especial básico (baño, cocineta, cuarto de usos múltiples y una recámara) con posibilidad de crecimiento por etapas. (Instructivo de Paquetes de Vivienda en Línea II, numeral 2). Considera las viviendas con desarrollo gradual, a partir de una unidad básica de servicios y/o un espacio habitable de usos múltiples. Su terminación definitiva se realiza por etapas de acuerdo con la disponibilidad de recursos económicos y necesidades de los propios usuarios.
- Vivienda residencial: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.
- Vivienda residencial plus: Ver Capítulo 3 Tipología de Vivienda.
- Vivienda rural: Es aquella cuyas características deben ser congruentes con las condiciones económicas y sociales del agro mexicano, tanto las que prevalecen globalmente como las que se presentan de manera específica en cada microrregión.
- Vivienda terminada: La que está integrada por estancia-comedor, cocina, dos dormitorios y un baño completo, área de guardado y patio de servicio, cuya construcción fue ejecutada conforme a licencia de construcción y a la normatividad establecida por el Instituto (Instructivo de Presentación, Evaluación y Aprobación de Paquetes de Vivienda en Línea II, numeral 2). Realización de viviendas completas y acabadas en un proceso continuo y único bajo la gestión de agentes públicos y privados.
- Vivienda unifamiliar: Habitación que da alojamiento a una familia y que está construida en un terreno propio e independiente. Habitación que es ocupada (en propiedad o renta) por una familia o persona en un lote.
- Vivienda unifamiliar/plurifamiliar: Se refiere al número de familias que cuentan con un espacio

cíficos. *CONAVI* . 2.- La determinación de las áreas que integran y delimitan un centro de población; sus aprovechamientos predominantes y las reservas, usos y destinos, así como la delimitación de las áreas de conservación, mejoramiento y crecimiento del mismo. *LGAH*. 3.- La división del suelo urbano o de conservación en zonas, para asignar usos del suelo específicos o una mezcla de ellos, en relación a las características socioeconómicas y de funcionamiento de dichas zonas; constituyendo uno de los principales componentes del ordenamiento territorial. *LDUDF*

Zonificación de usos del suelo. Aspecto de la planificación urbanística que consiste en el ordenamiento de los elementos y actividades urbanas y regionales por sectores parciales o zonas, en función de sus características homogéneas y con el fin de lograr mayor eficacia en su utilización; evitando interferencias entre las actividades y promoviendo el bienestar de la población.

La zonificación se manifiesta en una reglamentación legal de usos del suelo y planos de zonificación en que se delimitan y especifican los diversos usos. *CONAVI*

Zonificación Primaria. Es en la que se determinan los aprovechamientos genéricos, o utilización general del suelo, en las distintas zonas del área objeto de ordenamiento y regulación.

Corresponde a los planes regionales de desarrollo urbano y a los planes de desarrollo urbano de centros de población. *SEDESOL*

Zonificación Secundaria. Es en la que se determinan los aprovechamientos específicos, o utilización particular del suelo, en las distintas zonas del área objeto de ordenamiento y regulación, acompañadas de sus respectivas normas de control de la densidad de la edificación. Corresponde a los planes parciales de urbanización. *SEDESOL*

Zonificación Urbana. Parte de la zonificación de usos del suelo que se refiere a un espacio geográfico urbano. *SEDESOL*

CAPÍTULO 3 - TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA

SECCIÓN 301 CLASIFICACIÓN DE LA VIVIENDA

301.1 Consideraciones Generales. La construcción de vivienda depende en gran medida de las fuerzas del Mercado, y de las políticas de los gobiernos federal y locales, así como de las fuentes de financiamiento. Las principales características que diferencian a las viviendas son: precio final en el mercado, forma de producción, y superficie construida o número de cuartos, ubicación y servicios, entre otros.

301.2 Clasificación por Precio. Toma como fundamento el pago por las licencias y permisos, el costo de producción (mano de obra, materiales y suministros), la forma de edificación de la vivienda y la fuente de financiamiento (Ver Tabla 301.2). La vi-

vienda se clasifica en económica, popular y tradicional, llamadas comúnmente como viviendas de interés social, así como las viviendas media, residencial y residencial plus, construyéndose, preferentemente en conjuntos habitacionales y fraccionamientos.

301.3 Clasificación por forma de construcción. La construcción de vivienda puede ser por encargo a desarrolladores privados o por autoproducción. (Ver Tabla 301.3)

La autoproducción consiste en el diseño y construcción de la vivienda bajo el control directo del propietario, poseedor, usuario, o beneficiario de algún programa, de forma individual, familiar o colectiva, la cual puede desarrollarse mediante contratación de terceros o por medio de procesos de autoconstrucción.

TABLA 301.2 CLASIFICACIÓN DE LA VIVIENDA POR PRECIO PROMEDIO

PROMEDIOS	ECONÓMICA	POPULAR	TRADICIONAL	MEDIA	RESIDENCIAL	RESIDENCIAL PLUS
Superficie construida promedio (en m ²):	40	50	71	102	156	más de 188
Costo promedio:						
Unidad de medida de actualización (UMA)	hasta 118	de 118.1 a 200	de 200.1 a 350	de 350.1 a 750	de 750.1 a 1,500	mayor de 1,500
Número de cuartos y cajones de estacionamiento	1 Baño Cocina Área de usos múltiples	1 Baño Cocina Estancia-comedor De 1 a 2 recámaras 1 cajón de estacionamiento	1 y ½ Baños Cocina Estancia-comedor De 2 a 3 recámaras 1 cajón de estacionamiento	2 Baños Cocina Sala Comedor De 2 a 3 recámaras Cuarto de servicio 1 a 2 cajones de estacionamiento	De 3 a 4 baños Cocina Sala Comedor De 3 a 4 recámaras Cuarto de Servicio Sala familiar 2 o 3 cajones de estacionamiento	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a más recámaras De 1 a 2 cuartos de servicio Sala familiar Más de 3 cajones de estacionamiento Gimnasio Salón de juegos Jardín

Notas:

- Los conceptos de vivienda económica, popular y tradicional, son considerados como Vivienda de Interés Social.
- El cambio de VSMGM (Veces salario mínimo general mensual) a UMA responde al "DECRETO por el que se declara reformadas y adicionadas diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de desindexación del salario mínimo".

TABLA 301.3. CLASIFICACIÓN POR FORMA DE CONSTRUCCIÓN

A)	Por un desarrollador o encargo a un profesionalista
B)	Realizado por el propietario
C)	Mediante asociaciones o formación de grupos

301.4 Clasificación por número de viviendas por lote. Este tipo de vivienda puede ser definida como: Unifamiliar o Plurifamiliar como se muestra en la Tabla 301.4.

TABLA 301.4. CLASIFICACIÓN POR NÚMERO DE VIVIENDAS POR LOTE

Vivienda Unifamiliar	
A)	Un nivel
B)	Dos niveles
Vivienda Plurifamiliar	
C)	Duplex
D)	Un nivel
E)	Dos niveles
F)	Cinco niveles
G)	+ de 5 niveles

301.5 Condominios. Forma de propiedad sobre un grupo de departamentos, viviendas, casas, locales o naves de un inmueble, construidos en forma vertical, horizontal o mixta, para uso habitacional, comercial o de servicios, industrial o mixto, y susceptibles de aprovechamiento independiente por tener salida propia a un elemento común de aquél o a la vía pública y que pertenecen a distintos propietarios, los que tienen un derecho singular y exclusivo sobre su propiedad y, además, un derecho de copropiedad sobre los elementos y partes comunes del inmueble, necesarios para su adecuado uso y disfrute.

301.6 Tipos de condominio y áreas. Todo condominio cuenta con las siguientes áreas:

- Área privativa. Es aquella de propiedad exclusiva del condómino.
- Área común. Es aquella cuya propiedad es común al conjunto de condóminos, y que debe permanecer indivisa y de uso general para los mismos.
- Área común de uso restringido, que es aquella cuya propiedad es común a solamente una parte de los condóminos, conforme a las disposiciones establecidas al momento de la creación del condominio o modificadas por la asamblea de condóminos.

Los condominios de acuerdo a sus características de estructura podrán ser de tipo vertical, horizontal y mixto. De acuerdo a su uso, podrán ser de tipo habitacional, comercial, industrial y mixto. Los condominios habitacionales, podrán ser de los siguientes tipos:

UNIFAMILIAR.- En donde la construcción está destinada para alojar una sola familia por predio.

DÚPLEX O DOBLE.- En donde la construcción está destinada para alojar dos familias en un mismo predio.

PLURIFAMILIAR O MULTIFAMILIAR.- En donde la construcción está destinada para alojar más de dos familias en un mismo predio.

CONDOMINIO VERTICAL.- La modalidad en la cual cada condómino es propietario de un piso, departamento, vivienda o local de un edificio y además, copropietario de sus elementos y áreas comunes, así como del terreno e instalaciones de uso general. La edificación cuenta con tres o más niveles.

CONDOMINIO HORIZONTAL.- La modalidad en la cual cada condómino es propietario de un área privativa del terreno, y en su caso, de la edificación que se construya en ella, a la vez que es copropietario de las áreas, edificios e instalaciones de uso común. La edificación no supera los dos niveles.

CONDOMINIO MIXTO.- Es aquel formado por condominios verticales y horizontales.

301.7 Organización y reglamento del condominio o fraccionamiento. Los condominios o fraccionamientos deben contar con una normatividad mínima que permita la operación, convivencia, mantenimiento y mejora de los conjuntos habitacionales y de la calidad de vida de quienes los habitan. Esta normatividad está representada en el Reglamento del Condominio, o Reglamento Interno del Fraccionamiento, que tiene su marco de aplicación al interior del conjunto, y en él se establece la organización interna para la operación del fraccionamiento o condominio, quien representa al condominio ante la autoridad, las obligaciones y facultades del administrador y comité de vigilancia, así como las principales obligaciones de los propietarios y/o habitantes, entre otros aspectos.

Se debe considerar la legislación local en materia de Propiedad en Condominio que regula la constitución, modificación, organización, funcionamiento, administración y extinción del Régimen de Propiedad en Condominio.

**PLANEACIÓN Y
DISEÑO URBANO**

CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA 2017

PARTE

2

CAPÍTULO 4 - DESARROLLO URBANO, CONJUNTOS HABITACIONALES, ESTRUCTURA URBANA, LOTIFICACIÓN Y DONACIONES

SECCIÓN 401 GENERALIDADES

401.1 Consideraciones generales. Todo conjunto habitacional debe cumplir con las disposiciones establecidas en las Secciones 401 a 407.

401.2 Desarrollo urbano. Corresponde al ámbito de la autoridad competente, la administración y vigilancia del desarrollo urbano de los centros de población a través de los programas de desarrollo urbano municipal, de centros de población, sectoriales, parciales, atlas de riesgos y demás que apliquen en su caso, a lo cual debe supeditarse cualquier proyecto y autorización de conjuntos habitacionales.

401.3 Autorizaciones. Las autorizaciones de todo conjunto habitacional, además de lo previsto en este capítulo, deben sujetarse a las disposiciones establecidas en la Sección 105.1.1.

SECCIÓN 402 CONDICIONANTES PARA CONJUNTOS HABITACIONALES

402.1 Consideraciones generales. El propósito de esta sección es establecer los criterios para una adecuada selección de los terrenos en donde se pretenda desarrollar vivienda, y minimizar y mitigar los impactos ambientales por esta práctica y no exponer la seguridad de la edificación ni la de sus habitantes.

402.2 Evaluación del predio. Se deben realizar los estudios necesarios o bien contar con la documentación que permita verificar las condiciones del contexto regional y urbano del predio, así como de las características del medio físico natural, de la infraestructura, de la vialidad, del transporte, del equipamiento urbano, de la vulnerabilidad y posibles riesgos, así como de los aspectos legales del predio asegurando y la viabilidad del conjunto habitacional.

402.3 Ámbito regional. Se debe realizar un análisis del ámbito regional en donde se ubica el predio en estudio, para conocer los factores externos que influyen en su desarrollo, como son los usos y destinos, provisiones y reservas del suelo, la infraestructura y equipamiento con que cuenta la región y los tipos de riesgos a los que pueden estar expues-

tos los servicios públicos, las personas, sus bienes y el entorno.

Los conjuntos habitacionales de más de 15 mil habitantes deben elaborar un estudio que identifique los impactos en la vialidad y el transporte, el balance hídrico, energético y en el medio ambiente. Dicho estudio debe proponer además las acciones de mitigación que correspondan, mismas que deben ser aprobadas por la autoridad competente.

402.4 Ámbito urbano. El uso del suelo del terreno elegido debe ser compatible con lo establecido en la legislación y los planes o programas de desarrollo urbano aplicables.

402.5 Restricciones de las construcciones. Toda restricción de las construcciones debe estar regulada por lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano y el Atlas de Riesgo Municipal, las disposiciones jurídicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia, el Instituto Nacional de Bellas Artes, y todas las disposiciones emanadas de las leyes y reglamentos inherentes a la autorización de conjuntos habitacionales y sus edificaciones.

402.6 Medio físico natural. Para la edificación de conjuntos habitacionales y viviendas, sin menoscabo de las disposiciones legales aplicables, debe evitarse la selección de terrenos que presenten alguna o varias de las siguientes condiciones:

402.6.1 Topografía. En función de la pendiente y sus accesos viales deben evitarse sitios como:

- a. Los ubicados en cañadas, barrancas, cañones sujetos a erosión y a escurrimientos e inundaciones pluviales.
- b. Los que presenten erosión severa, con cárcavas profundas con menos de 100 m de separación entre estas.
- c. Los que tengan posibilidad o peligro de deslizamientos del suelo en, o sobre las edificaciones y viviendas. En caso de terrenos localizados al hombro o al pie de una ladera, se debe verificar el grado y riesgo de deslizamiento mediante análisis geológicos y pruebas geotécnicas. En caso de que la ladera presente situaciones de inestabilidad, se debe garantizar su estabilización mediante obras de corte, taludes y contención.

402.6.2 Hidrología. Deben evitarse acciones de urbanización y cambio de uso del suelo en:

- a. Las franjas de zonas federal paralelas a cuerpos de agua, cauces, ribera de ríos, humedales y zonas costeras de acuerdo con lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.
- b. Los suelos de recarga acuífera.
- c. Los sitios con lagunas y represas de regulación de canales, arroyos y ríos.

402.6.3 Vulnerabilidad geológica. Deben evitarse los sitios localizados en:

- a. Lugares que presenten fallas geológicas o activas.
- b. Las laderas de un volcán, sea éste activo o no y dentro del radio de afectación en caso de erupción demarcado por el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, o la autoridad competente.

402.6.4 Tipo de suelo. Deben evitarse los sitios con suelos:

- a. Que contengan arenas o gravas no consolidadas.
- b. Sujetos a erosión hídrica.

402.7 Vulnerabilidad Meteorológica. Como consecuencia de las precipitaciones pluviales intensas y el efecto de las tormentas tropicales e invernales, deben evitarse los sitios localizados en:

- a. Zonas sujetas al desbordamiento de ríos.
- b. Zonas inestables ubicadas a menos de 500 m de cuevas o meandros de ríos.
- c. Zonas costeras sujetas a mareas violentas generadas por ciclones, tormentas y oleaje extremo.
- d. Zonas como playas y dunas, cuyos procesos erosivos naturales se agravan y desequilibran por causa de la urbanización sobre estas.

402.8 Infraestructura riesgosa. Ámbito urbano. Dentro del ámbito urbano deben evitarse sitios ubicados:

- a. En áreas de relleno provenientes de residuos industriales, químicos, contaminantes o de basura en general.
- b. En áreas que fueron cementerios.
- c. Dentro del derecho de vía de ductos o tuberías

que conduzcan materiales peligrosos, así como de caminos, vías de ferrocarril y cuerpos superficiales de agua, por donde se transporten materiales peligrosos.

- d. Dentro del radio de afectación derivado de algún desastre químico causado por alguna fuga, derrame, explosión o incendio de industrias localizadas en la vecindad del mismo.
- e. Los que anteriormente hayan sido utilizados como depósitos de materiales corrosivos reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o infecciosos.
- f. Los que se localicen en yacimientos petrolíferos que permitan una explotación de los mismos o que presenten probabilidades de futuros aprovechamientos.

402.9 Derechos de vía y comunicaciones. Deben determinarse derechos de vía de carreteras, líneas eléctricas y de distribución de alumbrado público y de líneas de comunicación como ramales de telefonía, telégrafo, televisión por cable e Internet. Se deben respetar los límites de influencia de campos de aviación según las regulaciones aplicables.

402.10 Integración urbana. La estructura vial del conjunto habitacional debe ser congruente con la estructura vial del programa de desarrollo urbano a fin de garantizar una correcta integración del proyecto tanto con el contexto urbano inmediato como con el resto del centro de población.

Cuando el conjunto habitacional no se encuentre en una zona previamente urbanizada o en el área de crecimiento de una zona previamente urbanizada, se debe elaborar un plan maestro de movilidad urbana para la integración de dicho conjunto con la estructura vial local o regional.

402.11 Infraestructura. Los predios donde se pretenda edificar un conjunto habitacional deben contar con los servicios de infraestructura, aprobados por la autoridad competente indicados en la Tabla 402.

402.12 Servicios públicos. Los conjuntos habitacionales deben facilitar y permitir a la autoridad competente la introducción de los servicios públicos de transporte, vigilancia, auxilio, correo y recolección de basura de acuerdo con las disposiciones de la autoridad misma y las necesidades de la población prevista del proyecto.

402.13 Factibilidades y restricciones. Previamente a la aprobación del proyecto y ejecución de obra, todo conjunto habitacional debe contar con la aprobación de la autoridad competente en materia de:

- a. Factibilidades de suministro de agua potable,

desalojo y disposición de aguas residuales y pluviales, conexión de energía eléctrica, e integración vial.

- b. Restricciones, dimensión y cruce de derechos de vía de líneas de alta tensión, ductos de combustibles, fibra óptica, vías de ferrocarril y otros similares.
- c. Restricciones y separaciones que deben guardarse entre las edificaciones y los elementos que representen un riesgo para las mismas y para la salud de las personas que las habitan, tales como depósitos de combustible, gasolineras, rellenos sanitarios, depósitos químicos, playas, ríos, lagos, canales, pantanos y otros de índole semejante.

- e. Cauces superficiales y volúmenes de escurrimiento con los períodos de retorno solicitados.
- f. Proyecto de saneamiento para aguas residuales domésticas, pluviales y manejo de desechos sólidos.
- g. Previsión de protecciones contra huracanes, ventiscas y lluvia extrema.
- h. Previsión de protecciones en frentes de costa, playas y dunas.
- i. Integración vial.

TABLA 402. INFRAESTRUCTURA MÍNIMA

SERVICIO	CARACTERÍSTICA
Agua potable	Conexión asegurada a la red pública o pozo de extracción.
Agua residual	Conexión con descarga asegurada a la red general, planta de tratamiento o fosa séptica en caso de aplicar.
Agua pluvial	Conexión con descarga asegurada a drenes pluviales públicos, lagunas o pozos de absorción.
Energía eléctrica	Debe contar con punto de conexión a la línea alimentadora.
Vialidad	Debe contar con vialidad de acceso al predio.

402.14 Evaluación y mitigación de riesgos. Con el objeto de identificar, prevenir y mitigar los riesgos inherentes al inmueble respectivo, los responsables de construir los conjuntos habitacionales deben de presentar los estudios necesarios en congruencia con lo establecido por la reglamentación que incide en la autorización de licencias o permisos de construcción, a fin de garantizar que el desarrollo de las obras corresponda con las recomendaciones, adecuaciones, procedimientos de diseño y construcción, así como las obras complementarias o de protección derivadas de dichos estudios, de acuerdo con lo siguiente:

- a. Análisis, mecánica de suelos y capacidad de edificación sobre el terreno del proyecto.
- b. Identificación de zonas sujetas a deslizamientos o derrumbes.
- c. Identificación de zonas sujetas a inundación.
- d. Identificación de cuevas, meandros y fallas del subsuelo.

Los desarrollos habitacionales de más de 15 mil habitantes, deben elaborar los estudios de riesgo que establece el CENAPRED, y proponer las acciones necesarias para reducir aquellos riesgos mitigables, mismas que deben contar con el visto bueno de la autoridad competente.

402.15 Estudio de Impacto Urbano. Previo al registro de cualquier manifestación, licencia, permiso o autorización de conjunto habitacional, quienes pretendan llevar a cabo alguno de los siguientes proyectos de vivienda, deben obtener el dictamen de la autoridad competente de desarrollo urbano y vivienda en materia de impacto urbano, a partir de un Estudio de Impacto Urbano (EIU):

- I. Proyectos de vivienda con más de 10,000 m² de construcción.
- II. Proyectos de usos mixtos, con más de 5,000 m² de construcción, que mezclen uso habitacional con comercio, servicios o equipamiento.
- III. Proyectos de ampliación de vivienda, cuando la suma de lo existente y el incremento rebasen 10,000 m² de construcción o cuando ya se tenga el Estudio de Impacto Urbano (EIU) y se incrementen más de 5,000 m² de construcción.
- IV. Donde lo requiera el programa de desarrollo urbano aplicable.

Los proyectos de vivienda que no entren en ninguna de las categorías deben presentar una Memoria Descriptiva del Uso (MDU) integrada a las solicitudes de factibilidad. En el Anexo 4 se presenta la descripción, objetivo y estructura sugerida de los EIU y MDU.

SECCIÓN 403 CONJUNTOS HABITACIONALES

403.1 Conjunto habitacional. Se entiende por “conjunto habitacional” toda unidad habitacional, de-

sarrollo habitacional, fraccionamiento habitacional o agrupamiento de vivienda en cualquiera de sus modalidades y regímenes de tenencia, así como la división de un terreno en manzanas y lotes para vivienda, equipamiento, comercio y servicios con una o más vías públicas y con obras de urbanización para la dotación de equipamiento e infraestructura, según lo designado por este Código y por la autoridad competente.

403.2 Condominios. La vivienda en condominio está sujeta a las disposiciones de este Código, sin eximirla de los requerimientos legales estipulados en la materia por la autoridad competente.

403.3 Clasificación de los conjuntos habitacionales. La clasificación de los conjuntos habitacionales queda establecida de la siguiente manera:

- a. Conjuntos habitacionales urbanos
- b. Conjuntos habitacionales turísticos
- c. Conjuntos habitacionales campestres.

403.4 Conjuntos habitacionales urbanos. Los conjuntos habitacionales se clasifican como urbanos cuando están integrados a un centro de población o presentan características de centro o sub-centro urbano. Cuando se ubiquen fuera del polígono del programa de desarrollo urbano del centro de población deben estar inscritos en un programa parcial de desarrollo urbano, deben promover la integración social a través de la mezcla de tipologías de vivienda y del establecimiento de los equipamientos de acuerdo a lo señalado en este Código, siempre en congruencia con los usos y destinos y densidades establecidos en los programas de desarrollo urbano del centro de población.

403.5 Conjuntos habitacionales turísticos. Los conjuntos habitacionales se clasifican como turísticos cuando la mayoría de las viviendas se destinen al alojamiento de una población que visite el sitio con fines recreativos, incluye: venta o renta de viviendas de tipo unifamiliar o multifamiliar, venta o renta de lotes para casas rodantes o desmontables, así como venta de tiempos compartidos y renta de espacios hoteleros. Cuando los conjuntos habitacionales turísticos se ubiquen fuera del polígono del programa de desarrollo urbano del centro de población, deben estar inscritos en un programa parcial de desarrollo urbano.

403.6 Conjuntos habitacionales campestres. Los conjuntos habitacionales se clasifican como campestres cuando los usos del suelo contemplen zonas destinadas a la agricultura o a la ganadería en pequeña escala con vivienda unifamiliar con o sin servicios públicos, pero cuyas viviendas tengan acceso a luz artificial, agua potable y descarga de aguas residuales. Cuando éstos se ubiquen fuera del polí-

gono del programa de desarrollo urbano del centro de población, deben estar inscritos en un programa parcial de desarrollo urbano.

SECCIÓN 404 ESTRUCTURA URBANA, ÁREAS Y DENSIDAD

404.1 Estructura de los conjuntos habitacionales urbanos. Las vialidades y el equipamiento deben conformar una estructura jerárquica que promueva la integración social y la convivencia a través de la creación de vecindarios de 100 a 1,000 habitantes, barrios de 1,000 a 5,000 habitantes y colonias de 5,000 a 25,000 habitantes, dando preferencia al transporte público y la movilidad no motorizada.

404.2 Delimitación de áreas. Los conjuntos habitacionales deben delimitar claramente las áreas de uso privativo o vendible, y las de uso público.

404.2.1 Área vendible. Es el área que resulte de restar al área total del conjunto habitacional las áreas destinadas a la vía pública y las donaciones para el equipamiento y la infraestructura pública, es decir:

a. **Área vendible habitacional.** El área vendible habitacional es igual a la superficie de lotificación destinada para vivienda. En los desarrollos que consideran el régimen de propiedad en condominio, incluye las áreas de uso común destinadas a áreas verdes, estacionamientos, calles, andadores y accesos compartidos de uso privado.

b. **Área vendible comercial y de servicios.** El área destinada a comercio y servicios debe calcularse, cuando menos, a razón de 0.5 m² por vivienda o 0.13 m² por habitante, quedando eximida de este efecto la vivienda campestre.

404.2.2 Área de vialidad pública. El área de vialidad pública es la superficie destinada para calles y andadores públicos cuya dosificación, secciones y características deben estar de acuerdo con lo previsto en la Sección 701.

404.2.3 Área destinada a equipamiento. El área destinada a equipamiento se integra sumando las áreas destinadas a educación, recreación, deporte, salud, cultura, administración pública, abasto y transporte entre otras. Las áreas destinadas a equipamiento se clasifican de acuerdo a su uso público o privado, en caso de que sean de uso público se deben transferir al estado o municipio o la autoridad que los represente.

404.2.4 Área de donación para infraestructura. El área de donación para infraestructura corres-

ponde a la superficie destinada para pozos de extracción de agua, tanques de almacenamiento de agua, pozos de absorción, plantas de tratamiento y demás obras similares. Las áreas de donación para infraestructura deben transferirse al organismo operador o a la autoridad competente para su administración y mantenimiento. Las superficies adicionales que sirvan zonas fuera del desarrollo, deben ser motivo de convenio entre la autoridad y el propietario de dicho conjunto.

404.3 Densidad de población. Se deben determinar dos indicadores de densidad:

1. La densidad de población se calcula dividiendo la población del conjunto entre la superficie del terreno en hectáreas. La población se calcula de acuerdo a lo que señala la **Sección 501.4**.
2. La densidad neta de vivienda se calcula dividiendo el número de viviendas entre el área destinada a este uso incluyendo la mitad del arroyo de las vialidades que la sirven.

404.3.1 Densidad e intensidad de uso del suelo. La densidad de la población y la vivienda determinan las cargas sobre la infraestructura y el equipamiento habitacional y deben estar en estrecha correspondencia con las previsiones para su dotación.

Para promover la inclusión social, el cuidado del medio ambiente y un uso racional de los recursos cuando se apliquen recursos públicos, los desarrollos habitacionales deben considerar como mínimo las siguientes densidades netas de vivienda:

- De 500 a 5,000 habitantes, 60 viviendas por hectárea
- De 5,001 a 15,000 habitantes 70 viviendas por hectárea.
- Más de 15,000 habitantes 80 viviendas por hectárea

404.4 Diversidad. Los conjuntos habitacionales de más de 250 viviendas deben promover cuando menos dos tipologías y dos prototipos de vivienda. En conjuntos de más de 1,000 viviendas se deben promover cuando menos dos tipologías de vivienda y tres prototipos y en conjuntos de más de 5,000 viviendas, se deben utilizar cuando menos tres tipologías y cinco prototipos de vivienda.

Se consideran como tipos: la vivienda unifamiliar, dúplex, triplex o vivienda multifamiliar. Los prototipos deben estar diferenciados por la superposición de espacios de distintas unidades de vivienda, no por compartir muros medianeros y

como prototipos las variaciones de los tipos que se diferencien en cuando menos 15% de la superficie edificada o en 30% de la superficie del lote o proporción prorrateada de suelo utilizado.

El número de soluciones de vivienda de cada tipo y prototipo, debe responder a los distintos grupos de la población que se pretende atender de acuerdo con el ámbito territorial del desarrollo. La vivienda productiva o con comercio se puede contabilizar en cualquiera de los tipos y prototipos.

SECCIÓN 405 DONACIONES

405.1 Donaciones. Las áreas de donación se deben sujetar a lo establecido en esta Sección.

405.2 Clasificación de las áreas de donación. Las áreas de donación se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

1. Áreas de donación para equipamiento (ver subdivisión en la Sección 501.3)
2. Áreas de donación para infraestructura, las cuales se subdividen en:
 - a. Vialidades públicas.
 - b. Andadores.
 - c. Derechos y servidumbres de paso.
 - d. Áreas para obras de infraestructura.

SECCIÓN 406 SEÑALAMIENTO VIAL, MOBILIARIO URBANO Y VEGETACIÓN

406.1 Señalamiento vial. Los desarrollos habitacionales deben contar con el suficiente señalamiento vial, horizontal y vertical, de acuerdo con lo indicado en la Sección 702 en materia de:

- a. Acotamiento de carriles de circulación.
- b. Señalamiento informativo, preventivo y restrictivo.
- c. Nomenclatura de calles en cada cruceo vial.
- d. Acotamiento de cruces peatonales mediante franjas en el pavimento o cambio de textura y color apropiados para este fin.
- e. Semáforos, en su caso.

f. Todos aquellos que establezca la autoridad competente.

406.2 Mobiliario urbano. Los desarrollos habitacionales deben contar con el suficiente mobiliario urbano, de acuerdo con los requerimientos y dosificación establecidos por la autoridad competente, en materia de:

- a. Basureros con separación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.
- b. Paraderos de transporte público y sitios de taxi, en su caso.
- c. Teléfonos públicos, en su caso.
- d. Bancas públicas en espacios abiertos.
- e. Buzones públicos, en su caso.

406.3 Vegetación. En áreas ajardinadas se debe contar, como mínimo, con un árbol o planta resistente al clima de cuando menos 1.80 m de altura por cada 50 m² de espacio público excepto en plazas y a cada 15 m en cada una de las aceras. El diseño de áreas verdes se debe basar en la “Guía de Diseño de Áreas Verdes en Desarrollos Habitacionales” de la Conavi.

CAPÍTULO 5 - EQUIPAMIENTO URBANO

SECCIÓN 501 LINEAMIENTOS GENERALES

501.1 Consideraciones generales. Para la cobertura de equipamiento urbano, todo desarrollo o conjunto habitacional debe acatar las disposiciones establecidas en el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano de la Sedesol, tomando como referencia el tomo Estructura del Sistema Normativo de Equipamiento, de esta misma secretaría, donde se establecen los lineamientos y criterios para el equipamiento urbano, así como en las Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones del Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (Inifed) y las determinadas por la autoridad competente local.

501.2 Marco legal. Corresponde a la autoridad competente de la federación, el estado y el municipio establecer las responsabilidades de cada uno de los actores en la provisión y operación de cada uno de los

equipamientos requeridos, a fin de satisfacer las necesidades de la población entrante, y en el futuro las de la población esperada.

501.3 Subsistemas. De acuerdo con los documentos normativos de la Sedesol mencionados en la Sección 501.1, ver Tabla 501.3, el equipamiento urbano se clasifica en los siguientes subsistemas:

- Educación.
- Cultura.
- Salud.
- Asistencia Social.
- Comercio.
- Abasto.
- Comunicaciones.
- Transporte.
- Recreación.
- Deporte.
- Administración Pública.
- Servicios Urbanos.

Tabla 501.3 Subsistemas y elementos de equipamiento urbano

Subsistemas	Elementos de Equipamiento Urbano
EDUCACIÓN	Jardín de Niños Centro de Desarrollo Infantil (CENDI) Centro de Atención Preventiva de Educación Preescolar (CAPEP) Escuela Especial para Atípicos (Centro Múltiple Único) Escuela Primaria Centro de Capacitación para el Trabajo (CECAT) Telesecundaria Secundaria General Secundaria Técnica Preparatoria General Preparatoria de Cooperación Colegio de Bachilleres Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) Centro de Estudios de Bachillerato Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS) Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) Centro de Estudios Tecnológicos del Mar Instituto Tecnológico Instituto Tecnológico Agropecuario Instituto Tecnológico del Mar Universidad Estatal Universidad Pedagógica Nacional (UPN)

- continúa -

Tabla 501.3 Subsistemas y elementos de equipamiento urbano -continuación-

Subsistemas	Elementos de Equipamiento Urbano
CULTURA	Biblioteca Pública Municipal (CONACULT) Biblioteca Pública Regional (CONACULT) Biblioteca Pública Central Estatal (CONACULT) Museo Local (INAH) Museo Regional (INAH) Museo de Sitio (INAH) Casa de la Cultura (INBA) Museo del Arte (INBA) Teatro (INBA) Escuela Integral de Artes (INBA) Centro Social Popular Auditorio Municipal
SALUD	Centro de Salud Rural Población Concentrada (SSa) Centro de Salud Urbano (SSa) Centro de Salud con Hospitalización (SSa) Hospital General (SSa) Unidad de Medicina Familiar (UFM) (IMSS) Hospital General (IMSS) Unidad de Medicina Familiar (UFM) (ISSSTE) Clínica Hospital (ISSSTE) Hospital Regional (ISSSTE) Puesto de Socorro (CRM) Centro de Urgencias (CRM) Hospital de Tercer Nivel (CRM)
ASISTENCIA SOCIAL	Plaza de Usos Múltiples (Tianguis o Mercado sobre Ruedas) Mercado Público (SECOFI) Tienda CONASUPO Tienda Rural Regional (CONASUPO) Tienda INFONAVIT - CONASUPO Tienda o Centro Comercial (ISSSTE) Farmacia (ISSSTE)
ABASTO	Unidad de Abasto Mayorista (SECOFI) Unidad de Abasto Mayorista para Aves (SECOFI) Almacén CONASUPO Rastro para Aves (SARH) Rastro para Bovinos (SARH) Rastro para Porcinos (SARH)
COMUNICACIONES	Agencia de Correos (SEPOMEX) Sucursal de Correos (SEPOMEX) Centro Integral de Servicios (SEPOMEX) Administración de Correos (SEPOMEX) Centro Postal Automatizado (SEPOMEX) Oficina Telefónica o Radiofónica (TELECOMM) Administración Telegráfica (TELECOMM) Centro de Servicios Integrados (TELECOMM) Unidad remota de Líneas (TELMEX) Central Digital (TELMEX) Centro de Trabajo (TELMEX) Oficina Comercial (TELMEX)
TRANSPORTE	Central de Autobuses de Pasajeros (SCT) Central de Servicios de Carga (SCT) Aeropista (ASA) Aeropuerto de Corto Alcance (ASA) Aeropuerto de Mediano Alcance (ASA) Aeropuerto de Largo Alcance (ASA)

- continúa -

Tabla 501.3 Subsistemas y elementos de equipamiento urbano -continuación-

Subsistemas	Elementos de Equipamiento Urbano
RECREACIÓN	Plaza Cívica Juegos Infantiles Jardín Vecinal Parque de Barrio Área de Ferias y Exposiciones Sala de Cine Espectáculos Deportivos
DEPORTE	Módulo Deportivo (CONADE) Centro Deportivo (CONADE) Unidad Deportiva (CONADE) Ciudad Deportiva (CONADE) Gimnasio Deportivo Alberca Deportiva Salón Deportivo
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	Administración Local de Recaudación Fiscal (SHCP) Centro Tutelar para Menores Infractores (SEGOB) Centro de Readaptación Social (CERESO) (SEGOB) Agencia del Ministerio Público Federal (PGR) Delegación Estatal (PGR) Oficinas del Gobierno Federal Palacio Municipal Delegación Municipal Palacio de Gobierno Estatal Oficinas del Gobierno Estatal Oficinas del Hacienda Estatal Tribunales de Justicia Estatal Palacio Legislativo Estatal
SERVICIOS URBANOS	Cementerio (Panteón) Central de Bomberos Comandancia de Policía Basurero Municipal Estación de Servicio (Gasolinera) (PEMEX)

501.4 Rangos de población y jerarquía urbana. Los rangos de población deben estar definidos por el número mínimo y máximo de habitantes residentes en un asentamiento humano o centro de población; la jerarquía urbana por el ordenamiento descendiente de las localidades según su tamaño de población; y los niveles de servicio por el tipo y grado de especialidad del equipamiento asignado a las localidades, de acuerdo a su rango de población y jerarquía urbana.

Las jerarquías urbanas con sus respectivos niveles de servicio y rangos de población, considerados en el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano, deben establecerse de acuerdo con la Tabla 501.4.

501.5 Acciones de Coordinación. La autoridad competente debe establecer los mecanismos de coordinación entre los tres órdenes de gobierno, promotores de vivienda y participación ciudadana para asegurar la ejecución paralela de los programas de vivienda en lo que se refiere a las fases de planeación, proyecto, construcción y operación del equipamiento.

Tabla 501.4 Jerarquía urbana y rango de población

Jerarquía Urbana (Nivel de Servicio)	Rango de Población (Habitantes)
Regional	(+) de 500,001
Estatal	100,001 a 500,000
Intermedio	50,001 a 100,000
Medio	10,001 a 50,000
Básico	5,001 a 10,000
Concentración Rural	2,500 a 5,000

501.5 Cobertura y distribución. La cobertura y distribución del equipamiento así como la determinación de las áreas destinadas al mismo, debe corresponder a la población atendida. La población se debe calcular considerando dos habitantes por cada cuarto dormitorio de cada vivienda y un habitante por alcoba o cuarto estudio, y el resultado se debe multiplicar por un factor de ocupación simultánea de 0.80. Los desarrollos habitacionales que se construyan por etapas deben cumplir con los requere-

rimientos de equipamiento que se determinen para el conjunto mayor, agregando para este propósito todas las etapas del desarrollo. Los futuros crecimientos de las viviendas no inciden en este cálculo de población. El equipamiento será desarrollado de acuerdo al número de habitantes por etapa terminada.

501.6. Lineamientos y criterios para la dotación y dosificación del equipamiento urbano. La dotación y dosificación de los elementos de equipamiento urbano, de acuerdo con los rangos de población y jerarquía urbana indicados en la Sección 501.4, deben determinarse mediante las Cédulas Técnicas Normativas, establecidas en el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano, según lo demande cada subsistema. Dichas Cédulas Técnicas Normativas son las siguientes:

1. Localización y Dotación Regional Urbana.
2. Ubicación Urbana.
3. Selección del Predio.
4. Programa Arquitectónico General.

501.7 Acciones de Coordinación. La autoridad competente debe establecer los mecanismos de coordinación entre los tres órdenes de gobierno, promotores de vivienda y participación ciudadana para asegurar la ejecución paralela de los programas de vivienda en lo que se refiere a las fases de planeación, proyecto, construcción y operación del equipamiento.

CAPÍTULO 6 - INGENIERÍA URBANA

SECCIÓN 601 CONSIDERACIONES GENERALES

601.1 Requerimientos de ingeniería urbana. El plan maestro de infraestructura para todo conjunto habitacional debe diseñarse atendiendo los siguientes requerimientos de ingeniería urbana, en concordancia con la autoridad correspondiente y los organismos operadores.

1. Estudios de topografía, geotécnicos, meteorológicos, geohidrológicos y de impacto ambiental.
2. Factibilidad de servicios, puntos de conexión de electricidad y de agua potable y puntos de descarga de alcantarillado sanitario y pluvial.
3. Demanda de servicios según la población servida.
4. Pozo de extracción de agua potable, en su caso.
5. Tanques de almacenamiento y distribución de agua, en su caso.
6. Volúmenes de descargas.
7. Planta de tratamiento, en su caso.
8. Pozos de absorción, en su caso.

601.2 Acceso a servicios. Todas las viviendas y los equipamientos en el desarrollo deben tener acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado, electrificación y alumbrado público, de acuerdo con los proyectos autorizados por las autoridades locales competentes.

SECCIÓN 602 AGUA POTABLE

602.1 Consideraciones generales. Los proyectos ejecutivos de suministro de agua potable, deben realizarse conforme a la normatividad establecida por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) o por el organismo de la dependencia a cargo.

Deben elaborarse bajo la acción coordinada entre:

- a. La empresa encargada del proyecto de levantamiento de campo y el estudio de factibilidad de uso de los recursos locales para el abasto continuo y permanente de agua.

- b. La empresa que proyecte las instalaciones hidráulicas y su correcto funcionamiento.
- c. La empresa encargada de la ejecución del proyecto de instalaciones hidráulicas.
- d. Las áreas técnicas de la autoridad federal, estatal y municipal competentes en la localidad.

602.2 Suministro de agua. La selección de la fuente de suministro de agua potable, en cuanto a tipo, destino, calidad y volumen de abasto, debe ser aprobada por la autoridad competente.

El suministro de agua potable debe realizarse en el siguiente orden:

- a. Captación de agua potable.
- b. Conducción de agua potable.
- c. Almacenamiento regulado de agua potable.
- d. Red de distribución de agua potable.
- e. Toma domiciliaria.

De acuerdo con las características del sitio del proyecto el agua puede ser conducida por: bombeo, es decir por; red, manantial o pozo, o bien por gravedad, es decir por; manantial o presa. El tanque de almacenamiento regulado se debe localizar, preferentemente, en una zona alta aledaña a la localidad, para que el agua sea conducida a la red por gravedad.

602.3 Potabilidad. El agua suministrada se debe desinfectar mediante cloración cuando la fuente sea de un pozo y mediante una planta potabilizadora con desinfección terminal cuando el agua provenga de un río, lago o presa, ambos métodos deben ser aprobados por la autoridad competente. La desinfección por cloración y potabilización se debe aplicar según las normas y estándares sanitarios aplicables a salud ambiental y aguas aptas para uso y consumo humano.

El agua debe cumplir los límites permisibles de calidad del agua para uso y consumo humano que establece la NOM-127-SSA1-1994.

602.4 Sistema. Los sistemas de las instalaciones de agua potable en vivienda deben incluir:

- a. El proyecto de obra civil: trazo, excavación, cammas, atraques, registros, válvulas y medidores

- b. El sistema electromecánico de suministro, es decir tuberías, equipos de bombeo, válvulas, piezas especiales, en caso de ser necesario.
- c. El sistema de electrificación y alumbrado en las áreas de operación de los equipos de suministro de agua.
- d. El sistema de ventilación ya sea natural o forzada, en caso de que los equipos electromecánicos sean instalados en el cuarto de máquinas, de fosas o pozos, por debajo del nivel de piso terminado o por debajo del nivel de paso vehicular.

602.5 Estimación de demanda. La dotación de agua potable se determina de acuerdo con el número de habitantes servidos, la ubicación geográfica, tipo de vivienda y los demás usos; tales como equipamiento, áreas verdes, comercio y servicios. Las zonas que no dispongan de indicadores para calcular la demanda de agua potable, deben adoptar los valores medios de la Tabla 602.5.

TABLA 602.5. DOTACIÓN MEDIA DE AGUA POTABLE

TIPO DE CLIMA	DOTACIÓN DE AGUA POR TIPO DE VIVIENDA EN LITROS POR PERSONA AL DÍA (LPD)		
	más de 150 m ²	100 -149 m ²	hasta 99 m ²
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado	250	195	100
Frío	250	195	100

602.6 Normatividad y referencias. Los proyectos de suministro de agua potable deben apegarse a las normas y referencias indicadas en la Parte 8.

602.7 Proyecto de instalación de abastecimiento de agua potable para consumo residencial.

602.7.1 Proyectos. Las instalaciones de suministro de agua potable, deben sustentarse mediante un proyecto que contenga planos constructivos y memorias técnico-descriptivas.

602.7.2 Planos. El plano de la instalación de abastecimiento de agua potable para consumo residencial debe incluir un diagrama isométrico a 30 grados, sin escala, a línea sencilla y un informe en el mismo que contenga como mínimo lo siguiente:

- a. Nombre del desarrollador o usuario, en su caso, y el domicilio de la instalación indicando calle y número exterior e interior, en su caso, manzana, lote, colonia, código postal, delegación o municipio, ciudad y estado.

- b. Ubicación del desarrollador, en su caso.
- c. Localización y capacidad de los recipientes de almacenamiento de agua potable.
- d. Localización y tipo de los sistemas de calentamiento de agua para la vivienda.
- e. Tipo de tuberías usadas en tuberías de llenado hacia recipientes de almacenamiento, en su caso.
- f. Tuberías de distribución con indicación de diámetros, longitudes de tuberías con distinción de agua caliente y agua fría.
- g. Características de los accesorios de control del flujo y medición de agua, es decir medidores, en caso de contar con ellos.
- h. Datos de las tuberías: si son visibles, ocultas en muros o subterráneas.
- i. Indicación en caso que las tuberías requieran sujeciones o protecciones de cualquier tipo.
- j. Tipo de muebles hidrosanitarios.
- k. Descripción de la simbología utilizada.
- l. Nombre y firma del ingeniero proyectista y número de cédula profesional adjuntando copia de la misma.

602.7.3 Memoria técnico-descriptiva. La memoria técnico-descriptiva de la instalación de abastecimiento de agua potable para consumo residencial debe contener:

- a. Nombre del desarrollador o usuario, en su caso, y el domicilio de la instalación, indicando calle y número exterior e interior, en su caso, manzana, lote, colonia, código postal, delegación o municipio, ciudad y estado.
- b. Ubicación del desarrollador, en su caso.
- c. Especificaciones de diseño de la tubería usada en la instalación y el resultado del cálculo del diámetro de las tuberías de suministros a los recipientes de almacenamiento, en su caso, y de las tuberías de distribución de agua potable hacia los muebles hidráulicos.
- d. Tuberías de distribución con indicación de diámetros, longitudes de tuberías con distinción de agua caliente y agua fría.
- e. Resultado del cálculo de la capacidad de los recipientes, que se proyecte instalar, así como su localización indicando los accesorios y zona de protección, en su caso.

- f. Resultado del cálculo del volumen de agua suministrado a los ramales principales y secundarios de abastecimiento de agua en las viviendas.
- g. Tipo de mueble hidrosanitario.
- h. Las estadísticas y proyecciones de la población en el periodo de diseño.
- i. Nombre y firma del ingeniero proyectista y número de cédula profesional adjuntando copia de la misma.

602.8 Diseño geométrico. El diseño geométrico de la red de agua potable debe definir, basado en la topografía y la zonificación del conjunto habitacional, el trazo por las calles, los derechos de vía o límites de predios. Debe seguir, en lo posible, el perfil del terreno y tomar en cuenta factores constructivos como la excavación en roca y en general el costo de la construcción, su interacción con el diseño hidráulico para optimizar los diámetros y las presiones del sistema tales como los gradientes hidráulicos, los almacenamientos auxiliares, la localización de tanques, las reservas y otros similares.

602.9 Diseño hidráulico. El diseño hidráulico determina las características físicas de cada uno de los elementos que intervienen en el sistema descritos a continuación.

602.9.1 Población. La población a considerar en el proyecto debe ser igual al total de habitantes servidos al final del periodo de diseño.

La autoridad competente debe observar la demanda de agua potable a partir de las características socioeconómicas, el clima de la región y los planes de desarrollo que definen las zonas habitacionales actuales y futuras por grupo demográfico; es decir el crecimiento histórico con las variaciones observadas en las tasas, la migración y perspectivas de desarrollo de la localidad con un horizonte de al menos 20 años con datos cada 5 años.

602.9.2 Fuente de abastecimiento. La fuente de abastecimiento debe cumplir con tres requisitos primordiales:

1. Cantidad: determinada por medio de estudios y aforos.
2. Calidad: determinada por medio de análisis físicos y químicos.
3. Continuidad: garantía de que, tanto en época de lluvia como de estiaje, su abastecimiento es suficiente.

La dotación media de agua potable, también conocida como consumo per cápita se determina de acuerdo a lo indicado en la Sección 602.5.

En forma alternativa, se debe analizar el resultado de aplicar a la proyección de la demanda, las posibles tendencias de disminuir el consumo per cápita como resultado de la aplicación de políticas de uso racional del agua, tarifas fuertemente diferenciadas o el reciclado de aguas tratadas.

Se debe considerar la demanda estimada para la protección contra incendio según las condiciones particulares del proyecto y de cada localidad.

602.9.3 Demanda. La demanda de agua se calcula en función del periodo de diseño determinando el consumo proyectado de la localidad.

Las demandas de agua, dentro del conjunto habitacional, para locales comerciales y de servicios, así como para los servicios de mantenimiento también deben incluirse en el cálculo del proyecto.

El diseño hidráulico de las redes se debe hacer considerando el consumo máximo horario más el estimado de la demanda de los locales comerciales, de servicios, mantenimiento y el gasto contra incendio, en caso de requerirse. Para diseñar y modelar el funcionamiento hidráulico se determina la demanda de diseño.

De no tenerse datos aplicables a la localidad, se debe emplear al menos como coeficiente de variación diaria 1.4 y de variación horaria 1.55 para obtener así los gastos máximos horario y diario en su límite inferior.

El riego de las áreas verdes de los conjuntos habitacionales debe realizarse mediante la captura y almacenaje del agua de lluvia, en su caso, y el reciclado del agua residual tratada con la NOM-003-SEMARNAT-1997 para ser usadas y operadas para este fin con un sistema aprobado por la autoridad competente. Está prohibido el uso de agua potable y de camiones cisterna o pipas para el riego de las áreas verdes mencionadas.

602.9.4 Periodo de diseño y vida útil. El periodo de diseño y la vida útil del proyecto deben considerar, en materia de agua potable, tanto las estrategias municipales, estatales y federales conjuntas, como las etapas modulares de crecimiento.

El periodo de diseño en los siguientes casos debe ser:

- a. Para pozos, 5 años.
- b. Para embalses 50 años.
- c. Para líneas de conducción, plantas potabilizadoras, estaciones de bombeo, tanques de regulación y redes de distribución, de 5 a 20 años.

La vida útil en los siguientes casos debe ser:

- a. Para pozos, de 10 a 30 años.
- b. Para líneas de conducción, de 20 a 40 años; para estaciones de bombeo, 40 años.
- c. Para bombas e instalaciones electromecánicas, de 5 a 20 años; y para redes de distribución, de 20 a 40 años.

La vida útil, que siempre es mayor que el periodo de diseño, debe garantizar que la obra funcione eficientemente, sin presentar sobrecostos de mantenimiento ni insuficiencias administrativas y operativas.

602.9.5 Presión de operación. La presión de operación debe garantizar el suministro eficiente de agua en todos los niveles de la edificación previstos en el proyecto.

Caso 1. Cuando el abastecimiento al inmueble se hace mediante sistemas de presión electromecánica es decir con hidroneumático o con presurizado.

Caso 2. Cuando el suministro de agua a la edificación se hace por almacenamiento y, posteriormente, el abastecimiento al inmueble se hace por caída libre de agua o gravedad.

Para tal efecto, en la previsión de ambos casos y dependiendo el tipo de proyecto, se debe cumplir con la Tabla 602.9.5

TABLA 602.9.5

VALOR DE PRESIÓN EN LA VIVIENDA	kPa	mca	kgf / cm ²
Presión mínima por gravedad	19.61	2	0.2
Presión mínima absoluta cuando exista demanda máxima con sistema presurizado	98	10	1
Presión mínima operacional con sistema presurizado	149	15	1.5
Presión máxima operacional con sistema presurizado	392	40	4

mca = metros de columna de agua

La presión de diseño para las instalaciones hidráulicas puede ser mayor a la expuesta en la tabla antes mencionada.

602.9.6 Velocidades máximas permisibles. Para evitar el desgaste excesivo de las tuberías y probables pérdidas de agua en el sistema, se deben

emplear las velocidades máximas del flujo. Estas velocidades deben estar determinadas por tipo de material que se utilice para la construcción de las instalaciones de suministro de agua potable y debe ser proporcionado por el fabricante de las tuberías que se usen para el abasto de agua en la vivienda.

602.9.7 Cálculo hidráulico. De acuerdo con la CONAGUA, para el cálculo hidráulico se deben utilizar los siguientes métodos:

1. Flujo permanente: Ecuaciones de energía Bernoulli y ecuación de cantidad de movimiento.
2. Pérdidas de energía por fricción en las tuberías: Las expresiones de Darcy-Weisbach donde el coeficiente *f* se obtiene del diagrama de Moody o la ecuación modificada de Colebrook-White.
3. Ecuación de Manning donde los coeficientes de rugosidad varían desde 0.016 para materiales de pared interna áspera, como por ejemplo el concreto áspero, hasta 0.009 para materiales con pared interna lisa, como por ejemplo el cobre, PVC y CPVC.
4. Procedimientos para calcular las pérdidas por conexiones usadas en las instalaciones tales como reducciones, curvas, derivaciones, piezas especiales y otras.
5. Considerar y diseñar los dispositivos necesarios para los fenómenos transitorios como cámaras de aire en tuberías de agua caliente y de agua fría con presiones superiores a 1 kg/cm², la admisión y expulsión de aire con válvulas especiales donde sean requeridas.
6. Identificar las condiciones críticas para las líneas presurizadas. Deben usarse piezómetros o manómetros en las tuberías de los sistemas de presión. Debe usarse presión electromecánica en los equipos de los cuartos de máquinas. Los manómetros deben de estar precedidos por una válvula de aguja.

602.9.8 Redes para conducción de agua potable. Las redes de conducción se integran principalmente por las tuberías, las válvulas, las piezas especiales, las estaciones de bombeo, y los dispositivos de control que también se deben diseñar tomando en cuenta la protección de las redes por sismo, por corrosión y por incrustación o erosión, es decir, control del pH y del oxígeno disuelto.

Las redes para la conducción del agua potable deben estar por encima de las del alcantarillado y separadas al menos 40 cm de las líneas de electricidad y las de gas.

La profundidad y el procedimiento al preparar la cama y los rellenos debe ser tal que prevenga las roturas de líneas tomando en cuenta las cargas vivas a las que normalmente se someten los distintos elementos de las redes. Antes de instalar los tubos debe proveerse de una cama o plantilla que permita asentar y nivelar adecuadamente la tubería. Los rellenos deben ser compactados cuidadosamente y en capas con material de granulometría controlada.

La profundidad mínima de la zanja o cepa para la instalación de las tuberías debe regirse por las indicaciones técnicas del fabricante de las mismas.

La red de agua potable debe cumplir con la norma de hermeticidad.

602.10 Toma domiciliaria. La toma domiciliaria debe instalarse como lo indica la NOM-001-CONAGUA-2011 con especial observancia de las pruebas hidrostáticas para verificar presiones y detectar posibles fugas.

En la instalación de una toma domiciliaria únicamente se deben emplear materiales aprobados para este fin. Se debe evaluar que los materiales y componentes empleados sean los correctos, que no exista presencia de sustancias agresivas en el suelo para los componentes de la toma, que la instalación no sea dañada por cargas extremas y que las condiciones hidráulicas de funcionamiento y los procedimientos de construcción sean los adecuados y estén apegados al proyecto autorizado.

SECCIÓN 603 ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL

603.1 Consideraciones generales. Los estudios y proyectos ejecutivos diseñados para la eliminación y desalojo de las aguas residuales y pluviales, deben realizarse conforme a la normatividad relativa de la CNA y estableciendo una coordinación en todo lo necesario entre la empresa encargada para su ejecución y el área técnica de las autoridades municipales, estatales y federales competentes en la localidad.

La recolección y desalojo de las aguas residuales y pluviales debe realizarse a través de redes diseñadas hidráulicamente eficientes para que cada uno de los elementos componentes cumpla su función y eviten generar problemas de saneamiento parcial o total en sus áreas de influencia.

La red de alcantarillado sanitario debe cumplir con la norma NOM-001-CONAGUA-2011, y lo que establece la Sección 3108 de este CEV.

El alcantarillado sanitario debe permitir la recolección y desalojo de aguas residuales del conjunto habitacional, así como su disposición final mediante la red pública municipal o planta de tratamiento. Este sistema debe cumplir con las normas de ingeniería sanitaria, higiene y seguridad establecidas en este CEV y por la autoridad competente.

El alcantarillado pluvial debe permitir la recolección y desalojo del agua de lluvia del conjunto habitacional, vía superficial o subterránea o ambas, así como su disposición final mediante la red pública municipal, drenes naturales, cuerpo receptor u obra de infiltración o reutilización. Este sistema debe cumplir con las normas de ingeniería sanitaria, higiene y seguridad establecidas en este CEV y por la autoridad competente.

Se prohíbe la mezcla de redes y sistemas de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial, salvo, cuando las aguas residuales hayan sido tratadas y cumplan con la calidad establecida en las normas respectivas indicadas en el capítulo 31 de este CEV.

603.2 Elementos componentes. Los sistemas de alcantarillado deben diseñarse y construirse con los elementos componentes adecuados para realizar el proceso de saneamiento hidráulico de principio a fin. Estos componentes, según su caso, deben ser las descargas domiciliarias o albañales, descargas de coladeras pluviales, atarjeas, subcolectores, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y estructuras de absorción o reutilización del agua principalmente.

603.3 Diseño de los alcantarillados sanitario y pluvial. Los alcantarillados sanitarios, se deben diseñar para la captación por separado de las aguas grises y de las aguas pluviales y según las particularidades de cada caso cumpliendo con lo siguiente:

1. Las dimensiones de los alcantarillados debe corresponder a los requerimientos de la población.
2. Se debe asegurar que las tuberías operen parcialmente llenas, es decir de 60 a 70 por ciento de su capacidad para diámetros iguales o mayores de 0.150 m y de 70 a 80 por ciento de su capacidad para diámetros menores de 0.150 m.
3. El diámetro mínimo de los albañales de la descarga domiciliar no debe ser menor de 0.150 m. La pendiente mínima debe ser de 1% o 10 milésimos. La profundidad de los registros debe tener como mínimo 0.6 m.
4. Las atarjeas deben tener un diámetro mínimo de 0.2 m, deben cumplir con el tirante adecuado y cubriendo el gasto de diseño y los límites de velocidad señalados por el fabricante de las tuberías.

5. De acuerdo con la topografía del terreno se deben instalar registros, pozos de visita y estructuras de caída más lo que se requiera.
6. Las pendientes de las tuberías deben regular las velocidades a razón de 0.60 m/seg, como velocidad mínima de escurrimiento en el caso de que el gasto requiera una sola tubería de diámetro mínimo de 0.200 m, y 1.20 m/seg. como mínimo para evitar la sedimentación.

603.4 Proyecto. El proyecto de la red debe estar compuesto principalmente, por una memoria descriptiva y de cálculo, los planos y las especificaciones de materiales y equipos, los lineamientos de operación y los de mantenimiento. El grado de complejidad y detalle del diseño geométrico e hidráulico, debe estar relacionados con la fase de proyecto. Si se trata del proyecto ejecutivo previo a la construcción, el diseño debe estar completo. Las memorias deben, además de describir los métodos utilizados, justificar los criterios empleados y explicar la definición de los elementos componentes del sistema.

El proyecto, si así procede, debe incorporarse a los incentivos y ordenamientos institucionales, que privilegian la separación de drenajes de aguas residuales, pluviales y grises para tratamiento, infiltración y reutilización según su caso.

603.5 Diseño geométrico. El diseño geométrico debe ajustarse al trazo de vialidades, topografía, zonificación interna, derechos de vía y límites de predios. Así mismo debe ser congruente con el perfil del terreno, y tomar en cuenta factores constructivos tales como la excavación en roca y en general la repercusión en el costo de la construcción. La interacción con el diseño hidráulico debe orientarse a optimizar los diámetros, las pendientes y las velocidades del sistema.

603.6 Diseño hidráulico. El diseño hidráulico, que determina las características físicas de todos y cada uno de los elementos del sistema, debe considerar los siguientes aspectos.

603.6.1 Población. Se deben aplicar los criterios de la Sección 602.5 de agua potable.

603.6.2 Dotación media de agua potable. La base para diseñar la red de alcantarillado sanitario es la dotación media de agua potable o consumo per cápita, también y según lo señalado en la Sección 602.2 se determina de acuerdo con la magnitud y tipo de la población, su ubicación geográfica y los diversos servicios por cubrir (doméstico, comercial e industrial).

603.6.3 Demanda. La demanda utilizada en el diseño del abastecimiento de agua potable se debe utilizar para determinar el gasto de aguas

residuales. En la práctica y a reserva de lo que dictamine la autoridad competente, se debe considerar del 75% al 80% de la demanda de agua potable para calcular el gasto promedio de aguas residuales.

Para la estimación de los gastos de diseño en las redes de alcantarillado se utiliza el medio mencionado y a partir de lo anterior, se calculan el mínimo, el máximo instantáneo y el máximo extraordinario para las redes de alcantarillado. El gasto mínimo corresponde a la descarga de un excusado de 6 litros, dando un gasto de 1.0 l/seg, este será el gasto mínimo al inicio de una atarjea. El gasto máximo instantáneo se determina a partir del gasto medio afectado por un coeficiente *M*, conocido como de "*Coficiente de Harmon*" equivalente a 3.8, constante para poblaciones menores de 1 000 habitantes y de 2.17 constante para poblaciones mayores de 63 450 habitantes.

En el caso de aportaciones normales el coeficiente *C_s* será de 1.0; para condiciones diferentes, este *C_s* puede definirse mayor a 1 y como máximo 1.5 bajo aprobación de la autoridad local del agua y dependiendo de las condiciones particulares de la localidad.

603.6.4 Periodo de diseño y vida útil. El período de diseño y la vida útil del proyecto de alcantarillado sanitario deben considerar, tanto las estrategias municipales, estatales y federales conjuntas, como las etapas modulares de crecimiento.

603.6.5 Fórmula de Manning. De acuerdo con la recomendación de la CNA, debe emplearse la fórmula de Manning para calcular la velocidad del agua cuando las tuberías trabajen a tubo lleno y, asimismo, las relaciones hidráulicas y geométricas cuando las tuberías trabajen a tubo parcialmente lleno.

Las velocidades permisibles, deben estar en función del tipo de material a usarse en la instalación y serán proporcionadas por el fabricante de la tubería suministrada para la instalación de alcantarillado o la instalación hidráulica, calculada al gasto mínimo con su tirante correspondiente. El valor mínimo del tirante es de 0.010 m para el caso de pendientes mayores o de 0.015 m en la pendiente promedio.

603.7 Materiales. Los tipos y especificaciones de los materiales que componen el diseño geométrico e hidráulico son los siguientes:

603.7.1 Tuberías. El material de la tubería está determinado por factores como la resistencia mecánica y a la corrosión, durabilidad, capacidad de conducción, facilidad de manejo y de instalación,

así como de mantenimiento y reparación. Algunos de estos materiales son:

Concreto simple con junta hermética (CS) fabricada de acuerdo con las especificaciones de la norma mexicana NMX-C-401-ONNCCE-2011, en la que se detalla el cumplimiento de la calidad de los materiales para este tipo de tuberías. En las juntas de las tuberías de concreto deben utilizarse anillos de hule de acuerdo con la misma norma.

Concreto reforzado con junta hermética (CR) fabricada de acuerdo con las especificaciones de la norma NMX-C-402-ONNCCE-2011, a diferencia del concreto simple, el núcleo de este tubo contiene acero de refuerzo longitudinal y transversal, se fabrican en cuatro tipos de grados y cada uno de ellos con tres espesores de pared. En las juntas de las tuberías de concreto reforzado deben utilizarse anillos de hule de acuerdo con la norma señalada.

Fibrocemento (FC) se fabrica con base en la norma NMX-C-039-ONNCCE-2015, en clase b-6, b-7 y b-12.5, y cada una de ellas para dos tipos de anillos de hule según la norma NMX-T-021-SCFI-2014 en función del diámetro del tubo, de 0.15 a 0.90 m, se usan anillos de hule sencillos, para coples sencillos: de 1.00 m a 2.00 m, se usan anillos de hule roscados para coples roscados.

Policloruro de vinilo (PVC) fabricada con diámetro de 0.10 a 0.60 m. En dos series: métrica, de acuerdo a las normas NMX-E-215/1-CNCP-2012 para tubos y, NMX-E-215/2-CNCP-2012 para conexiones, en las series 16.5, 20 y 2, e inglesa de acuerdo a las normas NMX-E-211/1-1999 para tubos tipo 35, 41 y 31, y NMX-E-211/2-CNCP 2005 para conexiones, en los tipos 35, 41 y 51. Existe también la tubería de PVC de pared estructurada con celdas longitudinales, que actualmente se fabrica en diámetros de 0.16 m, 0.20 m, 0.25 m y 0.315 m, de acuerdo con la norma mexicana NMX-E-222/1-CNCP-2014.

Polietileno de alta densidad (PEAD) se fabrica, de acuerdo con la norma mexicana NMX-E-216-1994-SCFI, en diámetros que van de los 0.10 m a 1.20 m en tramos de 12 m. Se clasifican de acuerdo con el espesor de la pared y su resistencia, en: RD-21, RD-26, RD-32.5 y RD-41. El sistema de unión es por termofusión o electrofusión.

603.8 Descargas domiciliarias. También llamada albañal, es la tubería que permite el desalojo de las aguas desechadas de las edificaciones a la red de atarjeas, inicia en un registro con tapa hermética localizado en el interior del predio, y se instala a una profundidad mínima de 0.600 m, una pendiente mínima de 1 % y con un diámetro

mínimo de 0.150 m, termina con la conexión a la atarjea, por medio de un codo de 45°.

Los procedimientos de instalación y las piezas utilizadas en las descargas domiciliarias varían según el tipo de material empleado en las instalaciones del albañal, esto se hará de acuerdo a las recomendaciones técnicas del fabricante de las tuberías usadas en los sistemas de drenaje en la vivienda y de alcantarillado. Aquí se presentan varias recomendaciones para la conexión de la descarga en tubos de concreto, fibrocemento, policloruro de vinilo (PVC), y de polietileno.

Concreto. Se conecta con una pieza del mismo material, con campana para unir con un anillo de hule y con espiga en el otro extremo, cortado a 45° para su unión cementada con la atarjea. A esta pieza, conocida como "slant", se le acopla un codo de 45° de concreto, con campana y espiga, que se une a la vez con el albañal exterior. Ver figura 603.8A

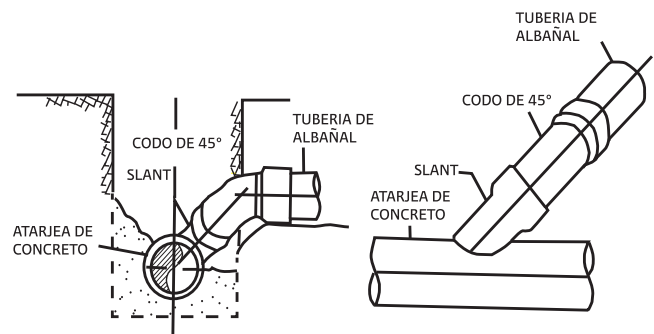


FIGURA 603.8A DESCARGA RECOMENDADA CON TUBERÍA DE CONCRETO

Fibrocemento. Se conecta igual que el de concreto, uniéndose con pasta epóxica el "slant" y la atarjea.

Policloruro de vinilo. Se emplea una silleta de PVC a 45° con campana, cementando el otro extremo con la atarjea, el codo a 45° también tiene espiga y campana y se acopla al albañal con anillo de hule. La unión con la atarjea también puede ser con un par de abrazaderas, para lo cual, la silleta requiere un anillo de hule para lograr la hermeticidad. Ver figura 603.8B

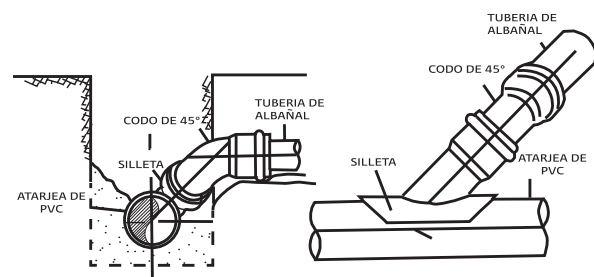


FIGURA 603.8B. DESCARGA RECOMENDADA CON TUBERÍA DE PVC

Polietileno de alta densidad (PEAD). Este material se une el "slant", también de polietileno, con la atarjea a través de una silleta y abrazaderas, o soldando las piezas con soldadura de aporte. Ver figura 603.8C.

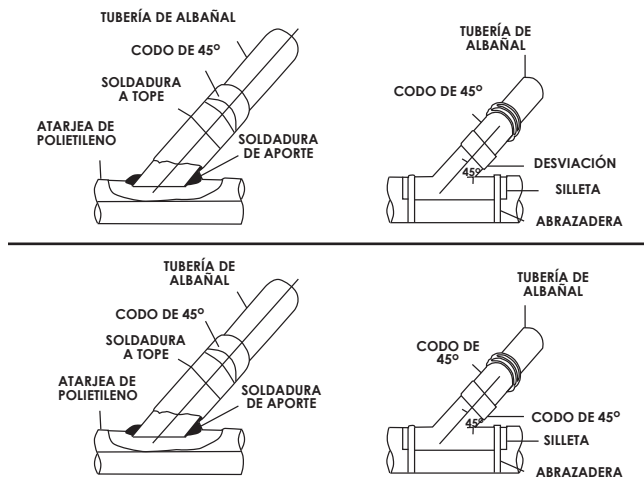


FIGURA 603.8C. DESCARGA RECOMENDADA CON TUBERÍA DE PEAD

603.9 Consideraciones constructivas. Las zanjas, hechas para facilitar la instalación y proteger las tuberías, deben contar con una plantilla o cama imprescindible en aquellas excavadas en material duro, consistente de un piso de material fino colocado sobre el fondo de la zanja y previamente arreglado con la concavidad necesaria para asegurar que la tubería se apoye en toda su longitud especialmente en las campanas o acoplamientos.

La tubería debe ser cubierta hasta una altura de 0.300 m arriba de su lomo con material granular fino, colocado a mano y compactada cuidadosamente, llenando los espacios libres bajo la tubería y adyacentes a la misma en capas no mayores de 0.150 m. El resto del relleno de la zanja puede ser a volteo compactado, según el tipo de terreno y del tipo de vialidad en la que se encuentre, considerando el tipo de tránsito vehicular esperado.

El colchón mínimo necesario para evitar roturas de conductos ocasionadas por las cargas vivas está en función del diámetro de la tubería a instalar, para lo cual debe cumplirse lo especificado en las Tablas 603.9A y 603.9B.

TABLA 603.9A COLCHÓN MÍNIMO PARA EVITAR ROTURAS DE CONDUCTOS

PARA DIÁMETROS EN mm	ALTURA EN mm
Hasta 450	900
De 450 a 1220	1000
De 1220 a 1830	1300
Mayores de 1830	1500

TABLA 603.9B PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LA CEPA O ZANJA

PARA DIÁMETROS EN mm	PROFUNDIDAD EN mm, MÁS EL DIÁMETRO
Hasta 50	700
De 50 a 900	900
De 900 a 1200	1100
Mayores de 1220	1300

Para todas las consideraciones constructivas se deben seguir también las recomendaciones técnicas del fabricante de las tuberías usadas en los sistemas de drenaje en la vivienda y de alcantarillado.

En profundidades de más de 3 m es conveniente realizar el estudio de redes de atarjeas laterales. Se debe cumplir lo establecido en las normas correspondientes respecto a las pruebas de hermeticidad, para evitar la contaminación de los mantos acuíferos y de los suelos por fallas en las juntas de las tuberías o al incorporarse materiales extraños al sistema de alcantarillado.

SECCIÓN 604 PLANTAS DE TRATAMIENTO Y FOSAS SÉPTICAS

604.1 Plantas de tratamiento. La disposición final de las aguas residuales debe acatar los parámetros establecidos en la normatividad correspondiente y para ello, se deben someter a algún tipo de tratamiento aprobado, antes del vertido al subsuelo o corrientes, cuerpos de agua o su reutilización.

Antes de llevar a cabo cualquier tipo de proyecto de tratamiento se debe realizar un análisis de las aguas residuales por tratar para así, dependiendo de los resultados, seleccionar el sitio de vertido e infiltración o reutilización del agua tratada y poder escoger el tipo de planta y proceso que cada caso demande.

Para obtener agua tratada con calidad suficiente necesaria para riego de jardines o llenado de tanques de descarga de inodoros por ejemplo, se debe cumplir con la normatividad referida en la norma NOM-003-SEMARNAT-1997.

604.2 Elementos de una planta de tratamiento. Las plantas de tratamiento consisten principalmente de: estructuras tales como edificaciones para oficinas, cloración, deshidratación, reactivos, laboratorios bodegas y talleres, compresores y equipo eléctrico; depósitos para regularización, cárcamos de bombeo, canales, recepción de tuberías, medidores Parshall, desarenadores, aeración, clarificación, vertido y manejo de lodos, entre los más importantes.

604.3 Fosas sépticas. Para la captación y tratamiento de las aguas residuales en los lugares donde no exista alcantarillado sanitario público, se deben utilizar fosas sépticas para una o varias viviendas e incluso para equipamiento y comercio.

Según sea el caso y las características del proyecto, dos o más fosas sépticas pueden conectarse entre sí mediante una red local. Las fosas sépticas deben permitir la remoción periódica de lodos y líquidos excedentes acumulados en ellas.

El proceso de tratamiento que realizan las fosas sépticas no debe contaminar los acuíferos ni representar un riesgo o peligro para la salud de las personas por lo que, el diseño y construcción de éstas, deben cumplir con las normas de ingeniería sanitaria, higiene y seguridad establecidas en este CEV y por la autoridad competente.

604.4 Tipos de fosas sépticas. Las fosas pequeñas y generalmente las plantas de tratamiento unitarias de las aguas residuales se pueden clasificar según sus componentes en varias clases:

- Simple. Cámara de retención de sólidos con rejilla y cámara de sedimentación.
- Compuesta. Cámara de retención de sólidos con rejilla, cámara de sedimentación y cámara de oxidación. En ambos casos se complementa el sistema con pozos de absorción o campo de riego.
- Fosas sépticas inoculadas. Son aquellas que por estar adicionadas con agentes biológicos aceleran la descomposición y no producen sólidos de consideración en largos periodos de funcionamiento. Se utilizan generalmente en conjuntos habitacionales y se localizan debajo de la superficie cubriéndose con elementos de ornato como pasto.

Las fosas sépticas, según el número de usuarios, deben dimensionarse de acuerdo con la Tabla 604.4.

SECCIÓN 605 AGUAS PLUVIALES

605.1 Consideraciones Generales. El diseño de los sistemas de alcantarillado de aguas pluviales debe evitar el escurrimiento y la acumulación de agua en las vialidades de los conjuntos habitacionales y del contexto inmediato a ellos.

605.2 Estudios. El proyecto pluvial debe contar con estudios basados en la información climatológica correspondiente a los registros de precipitaciones para obtener los datos de precipitación característica poniendo especial atención a los valores de la intensidad, duración y periodos de retorno. A partir de esos datos se deben estimar los gastos de diseño para dimensionar los sistemas de alcantarillado y de la tormenta de diseño asociada.

605.3 Gastos de diseño. Para calcular el gasto de diseño se debe emplear el método de la fórmula racional que relaciona el área de captación con la intensidad de precipitación y el coeficiente de escurrimiento. Debe cuidarse la correcta selección de los valores obtenidos en las condiciones de saturación del área, precipitación, periodo de retorno y duración de la tormenta, además de otros valores como el tiempo de concentración y longitudes de captación.

605.4 Red de alcantarillado. Por lo que respecta a la red de alcantarillado pluvial, los elementos que lo integran son similares a los descritos para las aguas negras y se componen de albañales, atarjeas, subcolectores, colectores y el emisor con destino final a un cuerpo receptor.

TABLA 604.4. DIMENSIONES DE FOSAS SÉPTICAS SEGÚN POBLACIÓN

POBLACIÓN (NÚMERO DE HABITANTES)	NÚM. DE CÁMARAS	ANCHO (m)	LONGITUD (m)		PROFUNDIDAD TOTAL (m)
			1º CÁMARA	2º CÁMARA	
1-5	2	0.6	1.3	0.7	2.1
6-10	2	0.9	1.4	0.7	2.1
11-15	2	1.0	1.7	0.8	2.1
16-20	2	1.2	1.9	1.0	2.1
21-30	1	1.4	3.3	-	2.5
31-40	1	1.5	3.5	-	2.9
41-60	1	1.7	4.1	-	3.1
61-80	1	2.0	4.8	-	3.1
81-100	1	2.2	5.3	-	3.1

605.5 Características. Aplican las mismas características de la Sección 603 para el diseño de los alcantarillados sanitario y pluvial.

SECCIÓN 606 GAS COMBUSTIBLE DOMÉSTICO

606.1 Gas LP. Los lineamientos relativos a las instalaciones de aprovechamiento de gas licuado de petróleo o gas LP destinados para uso doméstico, se incluyen en el Capítulo 40 de este CEV.

606.2 Gas natural comprimido (GNC). Los lineamientos relativos a las instalaciones de aprovechamiento de gas natural comprimido destinados para uso doméstico, se incluyen en el Capítulo 41 de este CEV.

606.2.1 Redes de distribución primarias para gas natural. La construcción operación y mantenimiento de las redes de distribución primaria que incluyen: red de tuberías con diámetros de 0.200 m a 0.300 m; estaciones de regulación y medición con su equipamiento como: válvulas, reguladores, líneas de desfogue, válvulas seccionales, señalización, y protecciones, compete única y exclusivamente a PEMEX quien debe observar lo establecido en la norma NOM-007-SECRE-2010.

604.2.2 Redes de distribución secundarias para gas natural. La construcción operación y mantenimiento de las redes de distribución secundarias que incluyen: red de tuberías con diámetros de 0.050 m a 0.150 m; estaciones de regulación y medición con su equipamiento como: válvulas, reguladores, líneas de desfogue, válvulas seccionales, señalización, y protecciones, compete única

y exclusivamente al distribuidor quien debe observar lo que señalan las normas NOM-002-SECRE-2010 y NOM-003-SECRE-2011.

606.2.2.1 Separación de tuberías. La separación de las tuberías que conducen gas natural debe de llevarse a cabo de acuerdo a la norma NOM-003-SECRE-2011, en lo referente al Apartado 7.3 Separación de tuberías, y sus indicados numerales consecutivos aplicables.

606.2.2.2 Permisos. Antes de iniciar las obras de construcción de la red, el distribuidor se debe comunicar con la autoridad local competente, con el objeto de obtener el permiso aplicable e información relativa a la localización de otros servicios públicos y anticipar la ruta de las tuberías de gas con el objeto de minimizar la afectación de esos servicios y, en su caso, contactar a las compañías responsables de proveer dichos servicios para disponer de la información de los servicios existentes.

606.2.2.3 Contaminación. Si durante la excavación para el tendido de la tubería del sistema de distribución se encuentran en el subsuelo derrames de combustibles líquidos, por ejemplo, gasolina, diésel, o concentración de sus vapores, el distribuidor debe contactar a la unidad local de protección civil antes de continuar con los trabajos de excavación.

606.2.2.4 Excavación de zanjas. La excavación de la zanja que aloja la tubería principal de distribución, ramales y acometidas, debe cumplir con los requerimientos de ancho y profundidad para su debida instalación, de acuerdo con la tabla 606.2.2.1.

TABLA 606.2.2.1 PROFUNDIDAD MÍNIMA DEL LOMO DE LA TUBERÍA AL NIVEL DE PISO TERMINADO

UBICACIÓN		EXCAVACIÓN NORMAL (cm)	EXCAVACIÓN EN ROCA (cm)
En general			
-Tubería hasta 508 mm (20 pulg) de diámetro		60	45
-Tubería > 508 mm (20 pulg) de diámetro		75	60
En derechos de vía de carreteras		75	60
Cruzamientos de carreteras		120	90
Cruzamientos de ferrocarriles			
-Tubería encamisada		120	120
-Tubería sin encamisar		200	200
Cruces de vías de agua		120	60
Bajo canales de drenaje o irrigación		75	60
Acometida	Presión de operación <= 689	45	30
	Presión de operación > 689	60	45

En el caso de cruzamientos de ferrocarril, carreteras u obras especiales, la instalación de las tuberías se debe sujetar a las normas oficiales mexicanas o, en ausencia de éstas, a las especificaciones técnicas aplicables que haya emitido la autoridad competente. Cuando no existan tales especificaciones, se debe cumplir con las prácticas internacionalmente reconocidas

606.2.2.5 Preparación. La superficie del fondo de la zanja se debe emparejar y afinar de tal manera que permita un apoyo uniforme de la tubería.

606.2.2.6 Responsabilidad. El distribuidor es responsable de aplicar el método adecuado para rellenar las zanjas y proteger la tubería contra daños mecánicos, para que el nivel de piso original permanezca sin alteración.

606.2.2.7 Suelo rocoso. En caso de suelo rocoso, la zanja se debe rellenar, antes de colocar el tubo, con una cama de 5 cm de cualquiera de los materiales siguientes:

- a. Material producto de la excavación; éste debe estar limpio, libre de basura, escombros, materiales rocosos o cortantes que pudieran ocasionar daños a las tuberías, o
- b. Material procedente de banco de materiales como arena, tierra fina o cualquier otro material similar que proteja la tubería.

606.2.3 Señalización en tuberías. Los señalamientos informativos, restrictivos y/o preventivos se deben instalar en tuberías que trabajan a más de 689 kPa y:

- a. Ubicarse lo más cerca posible, en los casos siguientes: ambos lados del cruce de una carretera, camino público y ferrocarril; ambos lados del cruce aéreo, fluvial y otros cuerpos de agua; en cambios de dirección mayores a 30 grados; e instalaciones superficiales como válvulas de seccionamiento, trampas de diablo, estaciones de recibo/entrega, regulación, medición y/o compresión.
- b. La distancia mínima entre cada señalamiento es de 1000 m para clases de localización 1 y 2, 500 m para clases de localización 3 y 100 m para clases de localización 4;
- c. El contenido mínimo de información en el señalamiento debe ser: El señalamiento debe contener alguna de las siguientes palabras: "Advertencia, cuidado, precaución". Estas palabras deberán tener un alto de 25 por 6 mm de ancho y ser seguido de las frases; "tubería a presión bajo tierra, gas natural"; "no cavar, no golpear, no construir". (Esta frase puede ir en letras o en símbolo). "En caso de emergencia, llamar a:

(Nombre del Distribuidor)"; "Teléfonos: Clave lada, teléfono(s) local y/o número libre de cargo" y los señalamientos deberán ir en fondo color amarillo y letras color negro.

Excepciones. En los casos donde los señalamientos no puedan ser colocados debido a impedimentos del lugar o físicos del terreno, la señalización se puede realizar con las siguientes alternativas: Colocar el señalamiento a un lado del lomo del ducto; placas en el piso o pared (tachuelas o estoperoles), que contengan como mínimo: nombre del distribuidor, teléfono(s) del mismo, y las leyendas gas natural, no cavar. En ambos casos, el distribuidor deberá considerar medidas adicionales en el programa de operación y mantenimiento. Cuando en la franja de desarrollo existan dos o más ductos propiedad del distribuidor podrá ubicar con un solo señalamiento los ductos existentes.

606.2.3.1 Señalización de advertencia durante la construcción. Al realizar trabajos de construcción, mantenimiento y reparación en el sistema de distribución, se deben colocar en todo momento los señalamientos de advertencia sobre la existencia de la zanja y de la tubería de gas. Los letreros deben indicar el nombre del distribuidor y/o del constructor y los números telefónicos para atender quejas. El distribuidor debe acordonar el área para prevenir al público en general sobre dichos trabajos.

606.2.4 Inspección. Se debe realizar una inspección visual durante el desarrollo de los trabajos en todos los frentes de acuerdo a los procedimientos y a la normatividad existente. Esta inspección la debe realizar el personal calificado del distribuidor.

606.2.5 Pruebas. Las pruebas a las tuberías de distribución de gas natural comprimido, se deben llevar a cabo de acuerdo a la norma NOM-003-SECRE-2011, en lo referente al Apartado 11 Pruebas, y sus indicados numerales consecutivos aplicables.

606.2.6 Tomas de Servicio. Las tomas de servicio para las instalaciones de gas natural comprimido, se deben llevar a cabo de acuerdo a la norma NOM-003-SECRE-2011, en lo referente al Apartado 9 Tomas de servicio, y sus indicados numerales consecutivos aplicables.

SECCIÓN 607 ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO

607.1 Electrificación. Los trabajos de electrificación para un conjunto habitacional nuevo o una ampliación, deben considerar lo siguiente:

1. Se debe realizar el anteproyecto eléctrico en función de las etapas de desarrollo, tipo y número de edificaciones, alumbrado público y del equipamiento urbano mencionado en el Capítulo 5, para así estimar las necesidades de energía eléctrica incluyendo las requeridas para el abastecimiento de agua potable y el desalojo de las aguas servidas, pluviales y tratadas. El anteproyecto debe entregarse a la compañía proveedora del servicio a fin de que determine la factibilidad del suministro de energía eléctrica para dicho conjunto habitacional.
2. Se debe investigar y consignar la existencia de líneas de conducción y distribución de energía eléctrica en las proximidades del conjunto, sus características en cuanto a tensión y capacidad, existencia de subestaciones, transformadores y otros equipos, así como su ubicación y características. Se deben consignar también los tipos de conducción sean por postes o ductos subterráneos y su ubicación en las vialidades inmediatas al sitio.
3. Se debe diseñar, sobre el proyecto del conjunto habitacional con el sembrado definitivo, el sistema de abastecimiento eléctrico tomando en cuenta lo siguiente:
 - a. Obtener la respuesta de la factibilidad mencionada en el Inciso 1 de la Sección 607.1,
 - b. Elaborar los planteamientos del diseño urbano del conjunto y
 - c. Realizar la elección adecuada de las posibles configuraciones de la red eléctrica, sean aéreas o subterráneas, en anillo, radiales o mixtas.
4. Posteriormente se debe determinar alguna de las dos modalidades siguientes:
 - a. Si es por parte de la suministradora: Se debe proporcionar a la compañía suministradora, además del proyecto de sembrado definitivo con las cargas eléctricas conectadas, un calendario de requerimientos de energía eléctrica por etapas, para así coordinar la ejecución del proyecto ejecutivo y de los trabajos resultantes de conformidad con las Normas Oficiales Mexicanas, las Normas Mexicanas aplicables y las de referencia, además de las especificadas por la suministradora.
 - b. Si es por un tercero: Una vez acordado con la compañía suministradora, el proyectista debe desarrollar el proyecto ejecutivo para que, posteriormente, el constructor realice la obra de electrificación de acuerdo con lo dictaminado en la normatividad vigente, en el mismo proyecto ejecutivo y en las normas de la CFE para

la construcción de instalaciones aéreas y subterráneas en media y baja tensión, en su caso.

607.2 Impacto del proyecto. El impacto del proyecto se debe determinar de acuerdo con lo siguiente:

- a. Se deben obtener los consumos medios y máximos de todas las cargas conectadas incluyendo las relativas al equipamiento urbano, infraestructura y alumbrado público.
- b. Se debe distinguir la distribución horaria y semanal, además de asentar las tensiones consideradas y cualquier otra característica relevante al caso como las densidades de potencia consideradas según sea el destino de la carga, las pérdidas de líneas y transformadores.
- c. Se debe cumplir con la NOM-007-ENER-2014, detectar los efectos de las cargas no lineales establecidas en la NOM-013-ENER-2013 y cumplir con lo señalado en la NOM-001-SEDE-2012.

607.3 Alumbrado público. El proyecto de alumbrado público de todo conjunto habitacional debe ser aprobado por la autoridad competente y debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- a. Alumbrado de vialidades públicas, ciclovías y andadores.
- b. Alumbrado de áreas públicas abiertas como parques, plazas, jardines y módulos deportivos.
- c. Alumbrado de áreas de infraestructura, distintivos urbanos, estacionamientos públicos y accesos del conjunto.
- d. Alumbrado de áreas privativas concernientes a vialidades, andadores, jardines y áreas comunes.
- e. Indicar tipo de postes y de luminarias, sean estas farolas, lámparas, reflectores u otras, capacidad de luminarias, niveles de iluminación o iluminancia, distancias o secuencias de ubicación y distribución con radios de iluminación y redes de alimentación eléctrica aéreas y subterráneas.
- f. Indicar diagrama unifilar, diagrama de conexión, cuadro de cargas y detalles constructivos.
- g. Indicar la densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA), de acuerdo con la NOM-013-ENER-2013 y con lo señalado en la Secciones 3106.8 y 3106.9.
- h. Los componentes de iluminación pública del proyecto deben cumplir con la NOM-001-SEDE-2012 y la NOM-013-ENER-2013.

Los planos del proyecto ejecutivo de alumbrado público deben contener lo solicitado por la autoridad competente y deben acompañarse de memorias de cálculo, costos de inversión y costos de administración, operación y mantenimiento.

SECCIÓN 608 TELEFONÍA

608.1 Estudios preliminares. Para la elaboración del proyecto de suministro del servicio de telefonía, en todo conjunto urbano se debe identificar el punto de conexión telefónica más próximo en el área y asegurar la disponibilidad de líneas de acuerdo con el número de viviendas, equipamiento escolar, servicios públicos y número de locales comerciales. Se deben definir, en su caso, los tipos de conmutadores necesarios, capacidades y ubicaciones en el conjunto.

608.2 Redes telefónicas. Se permite la instalación de redes telefónicas mediante líneas aéreas, líneas subterráneas o ambas, así como sistemas de telefonía inalámbrica de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 48 y en la Sección 608.

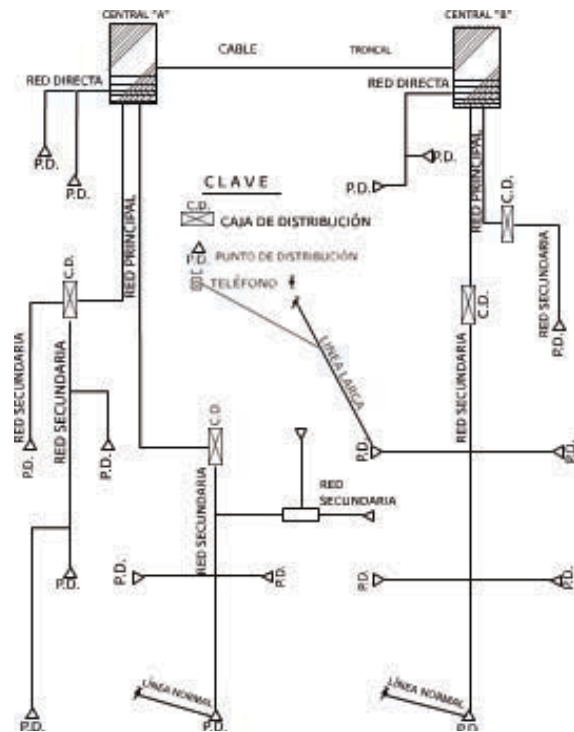
608.3. Redes telefónicas subterráneas. La instalación de las redes telefónicas subterráneas del conjunto habitacional debe ejecutarse antes del tendido de pavimentos y banquetas, de acuerdo con lo especificado en el proyecto y con la programación de etapas de crecimiento del conjunto.

608.4. Partes de una red telefónica. Las partes que deben componer una red telefónica, ver Figura 608.4, se caracterizan de la siguiente manera:

- Red troncal. Son los cables que enlazan entre sí las centrales de telefonía pública. Se deben agrupar en cables denominados troncaleros o troncales que a su vez se conectan entre centrales de servicio local en áreas urbanas, entre centrales de servicio local y larga distancia y entre conmutadores y centrales de servicio local.
- Red principal. Son los cables que deben cubrir la primera fase de enlace entre la central y la caja de distribución. Los cables deben principiar en el distribuidor general de la central y rematar dentro de las cajas de distribución ubicadas en las banquetas de las vialidades públicas o privadas. La construcción de este tipo de red se debe hacer, preferentemente, mediante canalizaciones.
- Red secundaria. Deben ser cables de determinadas capacidades que parten de las cajas de distribución hacia una terminal para 10 servicios denominada caja de terminación, caja chica o caja de dispersión. Estas cajas se deben instalar en postes, fachadas o azoteas.

- Red directa. Se debe utilizar cuando la red secundaria termina a corta distancia de la central, sin necesidad de caja de distribución. En estas condiciones, los pares se denominan directos, lo que significa que los puntos de distribución deben estar alimentados directamente desde el distribuidor general.

FIGURA 608.4 PARTES DE UNA RED TELEFÓNICA



ESQUEMA MOSTRANDO LOS DISTINTOS TIPOS DE REDES

608.5 Cables. Los cables que deben ser utilizados en la red telefónica de un conjunto habitacional son descritos a continuación. Los cables de uso entre centrales deben ser instalados exclusivamente por la compañía telefónica, ver Figura 608.5.

- Cables subterráneos (TA, TAP, TAF). Deben ser cables formados por pares, de conductores de cobre suave electrolíticamente puro, aislados individualmente, que deben estar torcidos para formar pares. El aislamiento es de papel coloreado que debe estar enrollado en forma helicoidal. Reunidos en grupos, deben poseer hilos de colores de acuerdo a un código, para su identificación.
- Cables aéreos (ASP, EKE). Deben ser cables formados por pares, integrados por conductores de cobre suave, electrolíticamente puro y aislados individualmente con polietileno o polipropileno en colores para su identificación. Los conductores aislados se deben torcer para obtener pares, reunidos en grupos de 10 pares enrollados con hilos de colores para su identificación.

- c. Cables para interiores (EKI). Debe ser un cable formado por pares. Los conductores debe ser de cobre suave aislados con cloruro de polivinilo (PVC) semirrígido, en colores para su identificación. Se debe agrupar en tantos de 10 pares con una cinta de identificación.

TABLA 608.5 TIPOS DE CABLES PARA RED TELEFÓNICA Y SU UTILIZACIÓN

UTILIZACIÓN	TIPO
Para Centrales	EKC
Para Distribuidor General	EKD
Subterráneos	TA, TAP(canalizados) TAF (subterráneos)
Aéreo	ASP, EKE
Interiores	EKI

608.6. Canalizaciones. Para las instalaciones de redes telefónicas subterráneas se deben habilitar canalizaciones por medio de ductos de cemento que parten del registro o pozo de visita hacia la edificación de acuerdo con lo siguiente:

- a. Los ductos deben ser de 4 vías de 100 mm de diámetro y de 1.00 m de longitud, ver Figura 608.6.

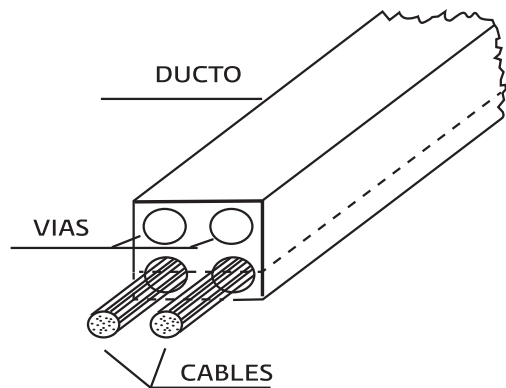


FIGURA 608.6 DUCTOS SUBTERRÁNEOS

- b. La profundidad mínima de canalización debe ser de 46 cm.
- c. La longitud de ducto del pozo de visita al edificio no debe ser mayor de 15.00 m.
- d. Los ductos, se deben presurizar con aire seco para proteger el cableado previamente instalado.

608.7. Telefonía inalámbrica. En los conjuntos habitacionales en cuyo proyecto de telefonía se pretenda habilitar un sistema de transmisión inalámbrica, se deben reservar lotes, suficientes en número y superficie, para albergar antenas de transmisión aérea de voz y datos, así como la habilitación de accesorios

de recepción en las edificaciones servidas con este sistema.

608.8. Pozos de visita. Los pozos de visita de la red de telefonía deben construirse para:

1. Efectuar la propia instalación y conexión de los cables.
2. Seccionar y dirigir los cables hacia diferentes puntos de servicio.
3. El mantenimiento de la propia red.

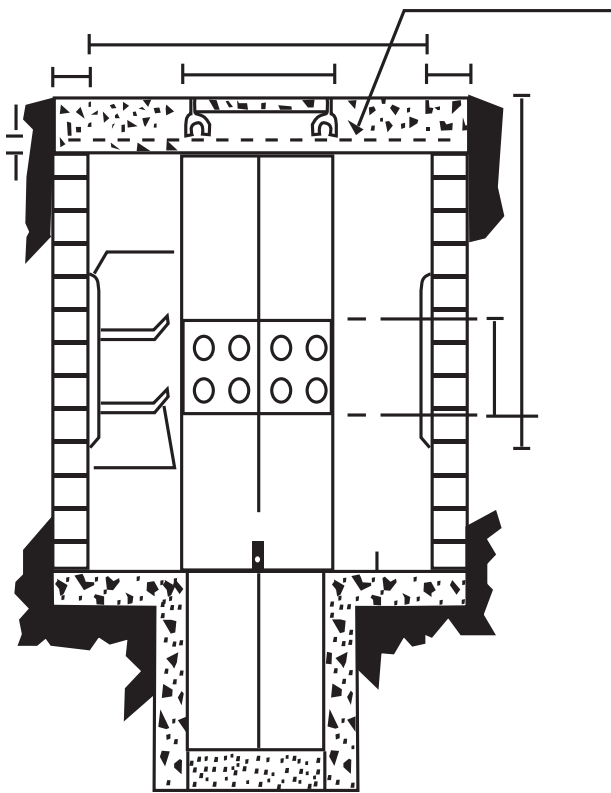
Además deben cumplir con lo siguiente:

- a. Se deben construir sobre la banqueta o, en casos especiales, sobre la vialidad.
- b. Deben contar con tapa removible de mantenimiento.
- c. Deben disponer de un resumidero en forma de cubo de desagüe.
- d. Deben contar con bastidores y soportes metálicos para un mejor apoyo y distribución de los cables.

En las canalizaciones, los pozos se deben construir a distancias entre 50 m y 100 m unos de otros.

608.8.1 Tamaño de los pozos de visita. El tamaño de los pozos de visita se determina de acuerdo con lo siguiente:

- a. Pozo mediano. Para canalizaciones de 4 y 8 vías.
- b. Pozo grande. Se usa en todos los casos en que por las condiciones del terreno, cables, bobinas o empalmes que contiene, no permitan el uso de un pozo mediano.



CORTE B -B'

608.9. Cajas de distribución. La caja de distribución, también conocida como caja grande, debe ser el punto de interconexión entre la red principal y la red secundaria. La unión de ambos cableados debe hacerse por medio de puentes. Las cajas de distribución deben ser construidas en dos capacidades:

- a. Caja de 700 pares: 300 pares principales y 400 secundarios.
- b. Caja de 1400: 600 pares principales y 800 secundarios.

608.10. Cajas terminales. Las cajas terminales deben ser el punto de terminación de la red secundaria para asegurar el servicio de telefonía domiciliaria. Su capacidad es de 10 pares generalmente. Dependiendo del tipo de edificación y dotación del servicio, la caja terminal puede ser:

- a. Caja terminal en poste.
- b. Caja terminal en fachada.
- c. Caja terminal en azotea.
- d. Caja terminal en registro.

CAPÍTULO 7 - VIALIDAD Y ESTACIONAMIENTOS

SECCIÓN 701 VIALIDADES

701.1 Consideraciones generales. El diseño del sistema vial de todo conjunto urbano debe integrarse a las vialidades existentes y debe respetar la estructura urbana de los programas de desarrollo urbano aplicables. Además debe tomar en cuenta el incremento del aforo vehicular de acuerdo con la densidad y tipo de vivienda, así como de la población esperada en dicho conjunto.

701.2 Estructura jerárquica. Las vialidades deben clasificarse en orden jerárquico y deben diseñarse de acuerdo con su función, ver Figura 701.2. Las disposiciones de esta sección son aplicables para conjuntos habitacionales y no deben relacionarse con la clasificación de vías de comunicación establecida por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. La estructura jerárquica vial de los conjuntos habitacionales se debe realizar de acuerdo con lo siguiente:

- a. Las vialidades se clasifican tomando en cuenta la función de la calle y el número de vehículos diarios promedio, calculados con base a los aforos por generación de viajes.
- b. Cada calle debe ser clasificada y diseñada cumpliendo los estándares para cada uno de los tipos de vialidad definidos en la Sección 701.2. El tramo total de la vialidad debe ser diseñado de acuerdo al número más alto de vehículos diarios promedio que circulen sobre este.
- c. La autoridad local y el desarrollador deben determinar el nivel de orden de vialidad más alto requerido en el conjunto habitacional, considerando lo siguiente:
 1. El tamaño del conjunto habitacional, según el número y tipo de viviendas y el número y tipo de vehículos en circulación previstos, de acuerdo con el estudio de impacto vial.
 2. El desarrollo actual o potencial de las zonas adyacentes para calcular el tránsito vehicular externo que requiera circular por el conjunto habitacional.
 3. Las vialidades propuestas para el conjunto habitacional y zonas adyacentes, debe estar de acuerdo con el plan maestro de vialidad y transporte o plan de estructura vial y movilidad urbana de la localidad.

Se debe asegurar que la estructura vial jerárquica del conjunto habitacional tome como base, al menos, las especificaciones de los tipos de vialidad enseñada

descritos, de los cuales se permite incrementar la separación máxima entre vialidades hasta en un 30%, a fin de adecuarlas a las condiciones del terreno.

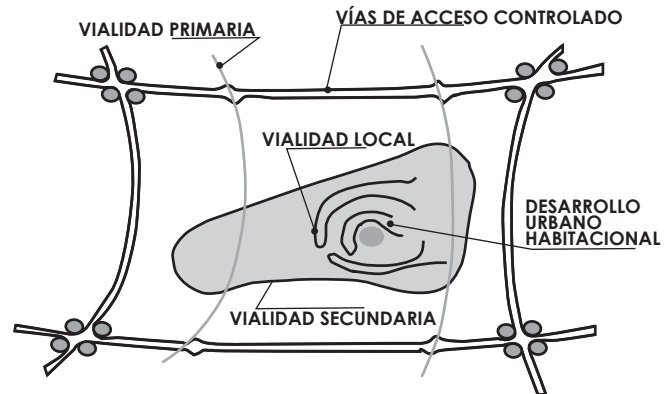


FIGURA 701.2 COMPONENTES DEL SISTEMA VIAL

1. Vialidad nivel 1 (primaria): Vialidad para tráfico rodado y velocidades de hasta 50 km/h, su función es comunicar el conjunto habitacional con el resto de la localidad y coleccionar los flujos vehiculares de las vías de menor jerarquía. Separación máxima de 1.2 km entre vialidades primarias, cuando menos dos carriles de circulación por sentido, el carril derecho de mínimo 3.50 m de ancho y el carril izquierdo de mínimo 3.25 m de ancho. Ambos carriles deben estar libres de zonas de maniobras y de espacios de estacionamiento, camellón central de cuando menos 3.50 m de ancho, banqueta mínima de 3.00 m considerando la guarnición.
2. Vialidad nivel 2 (secundaria): Vialidad para tráfico rodado que funciona como coleccionadora de las calles locales, su función es comunicar una o más vías de menor orden con vialidades de Nivel 1, se usa normalmente para tráfico de paso o para dar acceso a los predios; en ellos, deben preverse espacios para estacionamientos, ascenso y descenso de pasaje, carga y descarga de mercancías. Separación máxima de 750 m entre vialidades de Nivel 1 y Nivel 2, y cuando menos dos carriles de circulación en ambos sentidos, de mínimo 3.25 m, un carril por sentido puede utilizarse para estacionamiento; banqueta mínima de 2.50 m considerando la guarnición.
3. Vialidad nivel 3 (local): Se utiliza para el acceso directo a las propiedades y está ligada a calles coleccionadoras. Vialidad de tráfico rodado local de velocidad de hasta 30 km/h, su función es limitar el tráfico de alta velocidad, así como el tráfico de paso debido a sus dimensiones. Separación máxima de 200 m entre vialidades y cuando menos un

carril de 3.50 m de ancho libre de estacionamiento; banqueta mínima de 2.00 m considerando la guarnición.

4. Vialidad nivel 4 (local con retorno): Calle con una sola vía de acceso y salida, con un retorno al final de la calle. La longitud máxima de este tipo de vialidad debe ser de 150 m. Ésta es la única vialidad vehicular que puede ser de uso privado; banqueta mínima de 1.50 m considerando la guarnición.
5. Andador peatonal: Vialidad en la cual el tráfico rodado está prohibido. Separa el tránsito vehicular del peatonal otorgando mayor seguridad y tranquilidad a los residentes. Reduce los costos y áreas de la red vial de acceso al introducir especificaciones menos exigentes que las usadas en la vialidad de tráfico rodado.
6. Peatonal con tráfico restringido: Vialidad que permite el acceso de vehículos de servicio hacia las zonas de equipamiento urbano, así como ciertos tipos de comercio ubicados en las zonas habitacionales. Su función es: a) peatonal otorgando prioridad y seguridad respecto del automóvil y b) vehicular, reservado a los vehículos de servicio.
7. Ciclopista: Vialidad de 1.00 m de ancho mínimo en carril de un sentido y de 1.60 m de ancho mínimo en carril con separación de dos sentidos.

701.2.1 Vías de acceso controlado. Este tipo de vialidad, generalmente de carácter regional, se aplica en los conjuntos habitacionales que por su ubicación estén afectados por una vialidad municipal de este orden, tomando en cuenta las siguientes características:

- a. Son exclusivas para tránsito vehicular.
- b. No deben tener acceso directo a predios.
- c. Deben contar con pasos a desnivel en los cruces viales.
- d. No deben contar con acotamiento de estacionamiento sobre la misma vía.
- e. La velocidad permisible de circulación es de 60 a 80 km/h.
- f. Superficie de rodamiento de cuatro a ocho carriles divididos en dos carriles en ambos sentidos y además arroyos extras para baja velocidad.
- g. Cuando haya una vía de acceso controlado o una carretera, así como cualquier otro elemento que actúe como barrera transversal dentro del desarrollo, se deben habilitar cruces o pa-

sos vehiculares y peatonales, a fin de conectar las secciones del conjunto. Esto es imprescindible cada vez que se necesite el acceso directo a un equipamiento ubicado en el otro lado de la barrera. Este tipo de cruces deben hacerse con pasos a desnivel.

701.2.2 Conexión de vialidades. Las vialidades de Nivel 1 y de Nivel 2 deben tener posibilidad de conectarse con vialidades, existentes o programadas, fuera del conjunto; para este propósito no se deben edificar viviendas o equipamientos en las cabeceras de dichas vialidades y se deben habilitar retornos temporales en los casos que no se prevea una conexión inmediata.

701.2.3 Cruce entre vialidades y calzada continua. Las soluciones para resolver el cruce entre vialidades y conservar una misma calzada continua, deben realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- a. Cuando dos vialidades con tránsito rodado del mismo orden se crucen, se deben prever, en su caso, dispositivos de seguridad como semáforos, reductores de velocidad, pasos de cebra, señales y otros, para evitar accidentes.
- b. Cuando una vialidad peatonal conecte con una vialidad de tráfico rodado, se deben prever dispositivos de seguridad como cambio de pavimento, reductores de velocidad, pasos de cebra, señales y otros, para que el peatón cruce de manera segura.
- c. Pueden realizarse cruces entre vialidades del mismo nivel de jerarquía. Una vialidad de Nivel 2 puede cruzar una vialidad de Nivel 1, sea mediante paso a desnivel o crucero semaforizado. Una vialidad de Nivel 3 puede cruzar una vialidad de Nivel 2, sea mediante semáforo o señalamiento vial. Las vialidades de Nivel 4 solo deben tener cruces entre ellas mismas.
- d. La calzada de cualquier vialidad, incluyendo arroyos de rodado, camellones y banquetas, debe ser constante a todo lo largo de la calle, sea su recorrido en línea recta, en línea curva o con inflexiones en su trayecto y sin excluir los cruces con otras vialidades.

701.2.4 Ancho de calzada de las vialidades. El ancho de calzada de las vialidades se determina en función de los requerimientos según la intensidad del conjunto habitacional servido por dicha calle, de acuerdo con lo siguiente:

- a. La intensidad del conjunto habitacional se basa en el número y tipo de viviendas por hectárea de suelo servido por una calle en particular, excluyendo el área de espacios abiertos comunes

y cualquier otra superficie con restricciones para futuros conjuntos.

- b. El ancho de calzada debe considerar también posibles limitaciones impuestas por vistas, clima, pendientes del terreno, y necesidades de mantenimiento.
- c. Las autoridades locales pueden requerir un ancho de calzada mayor para recibir colectores mayores o menores que sean parte de una ciclopiستا, según lo indicado en el plan maestro de vialidad y transporte u otro documento similar emitido por la autoridad competente.

701.2.5 Banquetas. Las banquetas deben tener una franja de servicio de cuando menos 0.50 m considerando la guarnición y una franja para la circulación peatonal sin interferencias de mobiliario urbano, postes, instalaciones y rampas de acceso a estacionamientos, de al menos 2.5 m de ancho en vialidad de Nivel 1, 2.0 m de ancho en vialidad de Nivel 2, 1.5 m de ancho en vialidades Nivel 3 y 1.0 m de ancho en calles Nivel 4. Se deben considerar rampas en los pasos peatonales para personas con discapacidad. Al menos un árbol o planta resistente al clima de cuando menos 1.80 m de altura a cada 15.0 m en cada una de las aceras. La altura libre de interferencias será de 2.10 m.

- a. Las banquetas deben ser construidas en forma paralela a la calle. Se puede hacer una excepción cuando se trate de preservar características topográficas o naturales, o por un interés visual, o siempre y cuando el solicitante demuestre que el sistema peatonal propuesto es una circulación segura y conveniente.
- b. En las intersecciones y pasos peatonales deben incluirse rampas de acceso para personas con discapacidad.
- c. Cuando la vialidad cuente con estacionamiento no paralelo a la calle, las banquetas deben diseñarse de tal forma que no obliguen a los peatones a caminar entre los vehículos estacionados y el arroyo de la calle.

701.2.6 Acotamiento. El acotamiento se debe utilizar en lugar de la guarnición, ver Sección 701.2.7, cuando así lo requiera la autoridad competente; cuando así se requiera debido al tipo de suelo y la topografía; y para preservar el carácter campestre de alguna zona habitacional con este uso. Las características del acotamiento deben estar de acuerdo con lo siguiente:

- a. El acotamiento debe ser de 1.20 m de ancho, excepto en las calles colectoras de alta intensidad con estacionamiento, en las cuales deben de ser

de 1.80 m de ancho en cada lado; y, en las vialidades colectoras mayores de media y alta intensidad, deben ser de 3.20 m de ancho en cada lado. El acotamiento se debe incluir dentro del derecho de vía de las vialidades.

- b. El acotamiento debe construirse con materiales tales como tierra estabilizada, grava, piedra triturada, tratamiento bituminoso, o cualquier otra forma de pavimento que soporte la carga vehicular. El acotamiento sobre vialidades colectoras y sobre las calles que forman parte de una ciclopiستا debe ser pavimentado con asfalto.

701.2.7 Guarniciones. La exigencia, características y habilitación de las guarniciones debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- a. Las guarniciones deben proveer seguridad al peatón separando y elevando la franja de la banqueta por sobre el nivel del pavimento de la calle.
- b. Las guarniciones deben diseñarse para conducir los escurrimientos superficiales del agua de lluvia hacia las estructuras de captación y desalojo del sistema de drenaje pluvial.
- c. Las guarniciones deben limitar y proteger lo siguiente:
 - Bordos del pavimento.
 - Banquetas.
 - Franjas de camellones.
 - Intersecciones y esquinas.
 - Áreas de estacionamiento.
 - Obras de infraestructura y derechos de paso.
- d. La autoridad competente debe determinar el tipo de guarnición exigida, tanto en su forma y materiales como en sus características constructivas; siempre que dicha guarnición cumpla con su función vial y urbana prevista, así como con la normatividad correspondiente.

701.2.8 Derecho de vía y ancho de la calzada. El derecho de vía de una vialidad se debe medir de alineamiento a alineamiento. La autoridad competente debe exigir que el derecho de vía y el ancho de la calzada de una nueva vialidad que es continuación de una vialidad existente, tenga un ancho igual al de la vialidad existente y además cumpla con lo establecido en el programa de desarrollo urbano local, en materia de estructura vial, y en el plan maestro de movilidad urbana o similar.

SECCIÓN 702 SEÑALIZACIÓN

702.1 Control de tránsito. El diseño y la ubicación, así como el uso de los dispositivos de control de tránsito, deben cumplir con lo establecido en el “Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras”, elaborado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE).

702.2. Señalización en vialidades. Todas las vialidades deben contar con señalización horizontal y vertical, además de cumplir con lo siguiente:

- a. La señalización vertical debe ser legible a una distancia de 20 m. La altura mínima de la parte inferior de los tableros debe ser de 2.10 m sobre la banqueta. La señalización debe servir también para orientar los cruces peatonales en las esquinas y los pasos de cebra.
- b. En las intersecciones de dos vías, deben colocarse cuando menos dos letreros con los nombres de las calles y cuando menos uno en la intersección tipo T. El letrero no debe obstruir la vista de la vialidad y debe ser visible. El diseño del letrero debe ser consistente, de un estilo compatible con la imagen urbana imperante y construido de acuerdo con los estándares establecidos por la autoridad competente.
- c. En las intersecciones con señalización, los letreros de las calles deben colocarse en la estructura que sostiene el semáforo, o en su caso convenientemente suspendido sobre la intersección de las calles. La altura libre debe ser de un mínimo de 4.50 m desde la parte más baja del letrero hasta el punto más alto de la superficie pavimentada.

SECCIÓN 703 ESTACIONAMIENTOS

703.1 Cajones de estacionamiento. De acuerdo con las Secciones 703.4 a la 703.7, en los conjuntos habitacionales se debe colocar el número de cajones suficientes para cubrir las necesidades de estacionamiento para los residentes y visitantes, con asignación de cajones para personas con capacidades diferentes, con relación al tipo de vivienda y niveles de ingreso.

Los cajones de estacionamiento deben cumplir con la siguiente distribución: 50% de los cajones deben ser grandes, 50% deben ser cajones chicos y se debe contar con 1 cajón para personas con capacidades diferentes por cada 25 viviendas.

703.2 Dimensiones de los cajones de estacionamiento. Los cajones de estacionamiento deben tener las dimensiones establecidas en la Tabla 703.2.

703.3 Áreas de estacionamiento. Las áreas de estacionamiento deben cumplir con lo siguiente:

- a. Las áreas de estacionamiento deben ubicarse a una distancia accesible a pie del área de vivienda que sirven.
- b. El acceso a las áreas de estacionamiento debe estar diseñado de tal forma que no se formen filas sobre la vialidad y que exista suficiente área para los peatones. Asimismo, debe existir suficiente espacio para entrar y salir del cajón de estacionamiento, para asegurar la movilidad y seguridad tanto de los vehículos como de los peatones.
- c. El ancho de las calles que dan acceso directo a los cajones de estacionamiento debe cumplir con los requerimientos establecidos en la Tabla 703.3.

Cuando las filas de cajones estén diseñados en un ángulo diferente a 90°, solamente se permite la circulación en un solo sentido cuando se trate de crujía doble de estacionamiento.

- d. Cuando existan banquetas en las áreas de estacionamiento, los vehículos estacionados no deben sobrepasar la banqueta, a menos que se amplíe su ancho 50 cm más.
- e. Cuando el área de estacionamiento sea el único acceso a las viviendas, deben acatarse las siguientes disposiciones:
 - Un acceso destinado para vehículos de emergencia y de servicios de cuando menos 5.50 m de ancho.
 - El área de estacionamiento debe contar con áreas de retorno cada 150 m, como máximo, las cuales deben medir cuando menos 6.00 m de ancho por 16.00 m de largo.
 - Las áreas de estacionamiento con más de 100 cajones deben contar cuando menos con dos accesos y dos salidas, o contar con una entrada doble.

703.4 Dotación. La dotación de espacios de estacionamiento se debe establecer con base al nivel de ingreso de la población atendida, tipo de vivienda y las necesidades y capacidades de la zona en que se inscribe el conjunto habitacional, conforme lo establece la Tabla 703.4.

703.5 Personas con capacidades diferentes. Los edificios multifamiliares y conjuntos habitacionales deben contar con 1 cajón de estacionamiento para personas con capacidades diferentes por cada 25 viviendas o fracción.

TABLA 703.2 DIMENSIONES DE LOS CAJONES DE ESTACIONAMIENTO

ESTACIONAMIENTO EN BATERÍA							
CAJÓN GRANDE		CAJÓN REGULAR		CAJÓN COMPACTO		CAPACIDADES DIFERENTES	
Largo m	Ancho m	Largo m	Ancho m	Largo m	Ancho m	Largo m	Ancho m
5.40	2.40	5.00	2.40	4.20	2.20	5.00	3.60
ESTACIONAMIENTO EN CORDÓN							
6.00	2.40	6.00	2.40	5.00	2.20	6.00	3.60

TABLA 703.3 ÁNGULO DE LOS CAJONES DE ESTACIONAMIENTO Y ANCHO DE LA CALLE DE ACCESO.

ÁNGULO DE ESTACIONAMIENTO	ANCHO DE LA CALLE DE ACCESO		
	CRUJÍA DOBLE	CRUJÍA SENCILLA	
	UN SOLO SENTIDO	UN SENTIDO	DOS SENTIDOS
30°	3.50 m	3.50 m	5.00 m
45°	3.50 m	3.50 m	5.00 m
60°	4.50 m	4.50 m	5.00 m
90°	5.50 m		

TABLA 703.4 DOTACIÓN MÍNIMA DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO SEGÚN EL TIPO DE VIVIENDA.

TIPO DE VIVIENDA	NÚMERO DE CAJONES POR VIVIENDA
Interés social progresivo	0.50
Interés social multifamiliar	0.75
Interés social unifamiliar	1
Interés popular	1
Interés medio	2
Residencial	2

703.6 Estacionamientos de visita. Los edificios multifamiliares y desarrollos habitacionales deben contar con 1 cajón de estacionamiento para visitas por cada 10 viviendas o fracción. La vivienda de tipo social progresivo estará exenta de esta reglamentación

703.7 Cajones compactos. En edificios multifamiliares y desarrollos habitacionales, se permite que hasta el 50% de los cajones de estacionamiento se asignen para autos compactos.

703.8 Entrada y salida. Los carriles de circulación para entrada y salida de vehículos deben estar perfectamente delimitados y tener no menos de 2.5 m de ancho.

703.9 Carriles de circulación vehicular. Las dimensiones mínimas de los carriles de circulación vehicular en los estacionamientos de vivienda, condomi-

nios y conjuntos habitacionales, deben regirse por lo establecido en esta sección y en la Tabla 703.3.

- Para cajones colocados a 30° y 45° la circulación de un sentido debe ser de 3.50 m y la de dos sentidos debe ser de 5.00 m.
- Para cajones colocados a 60° la circulación de un sentido debe ser de 4.50 m de ancho y la de dos sentidos debe ser de 5.00 m de ancho.
- Para cajones colocados a 90° la circulación de uno y dos sentidos debe ser de 5.50 m de ancho.

703.10 Protección. En los estacionamientos deben existir protecciones adecuadas en rampas, colindancias, fachadas y elementos estructurales, con dispositivos capaces de resistir el posible impacto de automóviles.

703.11 Columnas y muros. Las columnas y muros que limiten los carriles de circulación de vehículos deben tener una banqueta de 15 cm de altura y 30 cm de ancho con las esquinas redondeadas.

703.12 Circulaciones. Las circulaciones para vehículos deben estar separadas de las de peatones.

703.13 Rampas. Las rampas vehiculares deben diseñarse y construirse de acuerdo con lo siguiente:

- Deben tener una pendiente máxima de 15%.
- Deben tener una anchura mínima en rectas de 2.50 m y en curvas de 3.50 m.
- El radio mínimo en curvas, medido al eje de la rampa, debe ser de 7.50 m.
- Deben estar delimitadas por una guarnición con una altura de 15 cm y una banqueta de protección con una anchura mínima de 30 cm en rectas y 50 cm en curvas con un pretil de 60 cm de altura por lo menos.
- Antes de que los automóviles arriben de una rampa a una circulación peatonal debe existir un espacio plano no menor de 5.00 m de largo.

703.14 Topes. Cuando el vehículo se estacione frente a una banqueta, entre las llantas y la banqueta debe existir una distancia de 60 cm franqueada por un tope o guarnición de frenado debidamente aprobado. Esta misma condición se debe ampliar a 80 cm cuando el vehículo se estacione frente a un muro.

703.15 Largo mínimo de cocheras. La cochera debe tener un largo mínimo de 5.40 m medidos, si así corresponde, del paramento de desplante de la vivienda al alineamiento del lote en vía pública.

703.16 Cocheras cubiertas. Las cocheras cubiertas o pergoladas hacia el alineamiento de la vía pública no deben ocupar más del 50% del frente del lote ni deben exceder de 9.0 m de ancho.

703.17 Puertas de comunicación. Las puertas que comuniquen a una cochera con la vivienda no deben abrir directamente a un espacio usado como dormitorio.

703.18 Pisos de estacionamientos y cocheras. El área de piso de estacionamientos y cocheras debe estar en declive para facilitar el desalojo del agua hacia el sistema de drenaje pluvial.

DISEÑO DEL EDIFICIO

CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA 2017

PARTE

3

CAPÍTULO 8 - DISEÑO DEL EDIFICIO

SECCIÓN 801 EMPLAZAMIENTO

801.1 Preliminares. Previo al diseño del edificio, se deben acatar las disposiciones y condicionantes establecidos en la Parte 2 Planeación y Diseño Urbano, además de contar, principalmente, con los siguientes documentos:

- Título de la propiedad, ubicación y polígono envolvente con el área respectiva.
- Constancia de uso del suelo.
- Alineamiento y número oficial.
- Levantamiento topográfico.

801.2 Afectaciones. Toda edificación debe asumir y respetar las afectaciones por derechos de vía tales como líneas de alta tensión, agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario, drenes, gasoductos, oleoductos y vialidades proyectadas, así como los anchos establecidos para cada uno de ellos con la autorización de la autoridad competente.

801.3 Nivel de inundación. El desplante del nivel más bajo del edificio debe estar condicionado por las disposiciones de la Sección 824.

801.4 Limitaciones de vivienda. Un condominio horizontal o vertical debe agrupar un máximo de 60 unidades de vivienda.

801.5 Limitaciones de densidad. Toda edificación se debe sujetar al coeficiente de ocupación del suelo (COS) y al coeficiente de utilización del suelo (CUS), indicados en el o los programas de desarrollo urbano emitidos por la autoridad competente.

801.5.1 COS. El COS es la relación aritmética existente entre la superficie construida en planta baja y la superficie total del terreno, y se calcula con la expresión siguiente:

$$\text{COS} = 1 - (\% \text{ del área libre en decimales}) \div (\text{área total del terreno})$$

La superficie de desplante es el resultado de multiplicar el COS, por la superficie total del terreno.

801.5.2 CUS. El CUS es la relación aritmética existente entre la superficie total construida en todos los niveles del edificio y el área total del predio, y se calcula con la expresión siguiente:

$$\text{CUS} = (\text{superficie de desplante}) \times (\text{número de niveles}) \div (\text{área total del terreno})$$

La superficie máxima de construcción es el resultado de multiplicar el CUS por el área del predio.

Las viviendas construidas en terrenos con pendiente natural deben respetar el número de niveles, que señalen los COS y CUS vigentes, en toda la superficie del terreno a partir del nivel de desplante.

801.6 Limitaciones de altura. La vivienda unifamiliar y la agrupada en condominios horizontales deben tener un máximo de 3 niveles, la vivienda multifamiliar agrupada en condominios verticales debe tener un máximo de 5 niveles, con o sin elevador. En ambos casos los posibles sótanos y estacionamientos subterráneos quedan excluidos de la adición y suma de niveles permitidos. Corresponde a la autoridad competente normar las alturas máximas permitidas

801.7 Obras de excavación y relleno. Se permite excavar o nivelar el terreno hasta el nivel de banqueta siempre que la altura de los muros de contención no sea mayor de 3.5 m.

801.8 Separación por sismo. Los muros colindantes entre predios vecinos deben estar separados por una distancia no menor de 5 cm, ni menor que el desplazamiento horizontal máximo calculado para el nivel que se trate, según el diseño por sismo referido en la Sección 1202.

801.9 Pasillos de servicio. Los pasillos de servicio, entre paramento y paramento, deben tener un ancho no menor de 90 cm.

801.10 Separación por iluminación y ventilación. La separación entre edificios, por motivos de iluminación y ventilación debe ser no menor de un tercio de la altura del edificio más alto. Así también la separación entre edificios debe ser condicionada por la dimensión de los patios de iluminación y ventilación natural establecidos en la Sección 802.

SECCIÓN 802 PATIOS DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN NATURAL¹

802.1 Área mínima. El área de los patios de iluminación y ventilación natural no debe ser menor de 4.41 m² con lado mínimo de 2.1 m. Su cálculo, para edificios de tres o más niveles, se debe hacer multiplicando 2.1 m por un tercio de la altura del paramento.

802.2 Paramentos desiguales. Si la altura de los paramentos del patio es variable se debe tomar el promedio de los dos más altos para dimensionar el patio.

802.3 Pretiles y volúmenes. Los pretiles y volúmenes en la parte superior de los paramentos del patio, siempre que estén remetidos al menos un tercio de su altura, pueden descontarse para dimensionar el patio.

802.4 Otros espacios de servicio. En el cálculo de las dimensiones mínimas de los patios pueden descontarse de la altura total de los paramentos que lo delimiten, las alturas correspondientes a la planta baja y niveles inmediatamente superiores a ésta, que sirvan como vestíbulos, estacionamientos u otros espacios de servicio que no formen parte de la vivienda.

802.5 Patios colindantes entre sí o con la vía pública. En los patios colindantes entre sí o con la vía pública por uno o más de sus lados, y cuyos muros no excedan de 2.4 m de altura, se permite la reducción hasta la mitad de la dimensión mínima en los lados perpendiculares a dicha colindancia, pero sin disminuir de 1.4 m su longitud y de 2.94 m² la superficie del patio.

802.6 Patios cubiertos. Los patios pueden estar techados por cubiertas o domos, ambos transparentes o translúcidos, siempre y cuando tengan una transmisión solar mínima del 85% y un área de ventilación en la cubierta no menor al 20% del área del piso del patio de iluminación y ventilación que se trate.

802.7 Pisos exteriores. Dentro del predio de la vivienda se puede pavimentar hasta el 50% del área del terreno libre de construcción. El piso exterior perimetral de la edificación debe estar, como mínimo, 5 cm más abajo que el nivel de piso terminado interior. Los declives de los pisos exteriores deben drenar hacia el patio y la vía pública pero nunca hacia la vivienda.

802.8 Escurrimiento de patios. Los patios posteriores e interiores cerrados deben contar con un sistema de declives, captación y drenado hacia la

¹ Las reglamentaciones para patios de iluminación y ventilación natural están sujetas a la forma cuadrada o rectangular, cualquier otra forma debe considerar un área y lado mínimo equivalente a la resultante de las especificaciones de esta sección.

vía pública o colector pluvial. En ningún caso se permite que el drenado de estos patios se conecte al sistema de recolección de aguas residuales.

SECCIÓN 803 ESPACIOS PARA COCHERAS

803.1 Generalidades. Las edificaciones deben contar con los suficientes cajones de estacionamiento de conformidad con lo establecido en la Sección 703.4.

La relación de los cajones de estacionamiento debe ser directa al acceso o accesos principales de la edificación y no contar con obstrucciones que dificulten el libre paso de los ocupantes. Las dimensiones para los espacios de estacionamientos se rigen por la Tabla 703.2.

Para el caso de estacionamientos subterráneos o localizados en planta baja, las escaleras y elevadores deben comunicar estos espacios con el resto de la edificación.

803.2 Acomodo de cajones. Para este efecto se debe consultar la Sección 703 y la Tabla 703.

803.3 Casos especiales. La dimensión de espacios para cocheras que alojen vehículos con características especiales, como vehículos que sirvan a personas con discapacidad, remolques, motocicletas y casos similares deben sujetarse a las disposiciones de la Sección 803 y de la autoridad competente.

803.4 Cocheras cubiertas. Toda cochera cubierta hacia el alineamiento de la vía pública puede ocupar el total del frente del lote, siempre y cuando permita la iluminación y ventilación natural de los espacios de la vivienda colindantes con ésta, equivalente al 25% del área de piso de cochera.

803.5 Acceso mínimo de cocheras. El acceso mínimo de cocheras para cada automóvil debe ser de 2.4 m de ancho y 2.0 m de alto.

No se permite que el abatimiento de las puertas de acceso de las cocheras o de los accesos vehiculares a condominios invadan la vía pública.

803.6 Puertas de comunicación. Las puertas que comuniquen a una cochera con la vivienda no deben abrir directamente a un espacio empleado como dormitorio.

803.7 Pisos de estacionamientos y cocheras. El área de piso de estacionamientos y cocheras debe tener una pendiente mínima de 1% para facilitar la descarga de líquidos al desagüe pluvial o hacia la entrada de los vehículos.

SECCIÓN 804 PERFIL DE FACHADA

804.1 Elementos de fachada. Cualquier elemento de perfil de fachada de la edificación situado a una altura menor de 2.5 m sobre el nivel de banqueteta, tales como pilastras, marcos y cornisas, pueden sobresalir hacia la vía pública hasta 10 cm. Esos mismos elementos situados a una altura mayor pueden sobresalir hasta 20 cm.

Los balcones, situados a una altura mayor de 2.5 m pueden sobresalir del alineamiento hasta 1.0 m, las marquesinas pueden sobresalir del alineamiento hasta 1.5 m, siempre que en ambos casos dichos elementos no sean habitables y conserven una distancia mínima de los cables aéreos, postes y sus componentes de 1.5 m.

804.2 Privacidad. No se permiten, voladizos ni elementos de perfil de fachada que se proyecten sobre el predio vecino. No se permiten ventanas colindantes con el predio vecino.

804.3 Acabados en fachadas de colindancia. Las fachadas de colindancia visibles hacia el predio vecino o hacia la vía pública deben presentar muros aplanados con aplicación de pintura vinílica. En el caso de muros de colindancia recubiertos con algún tipo de impermeabilizante se debe aplicar, además, pintura vinílica. Sólo se permiten muros aparentes cuando las características de los materiales que los compongan sean las apropiadas para tal fin; ejemplo tabique cerámico, cantera, piedra laja bloques cara de piedra, texturizados o coloreados y otros similares.

SECCIÓN 805 DEFINICIÓN DE ESPACIOS

805.1 Generalidades. Los espacios de la vivienda se clasifican en habitables y auxiliares; identificándose en ambos casos los básicos y los adicionales. En las secciones subsecuentes de este capítulo se norman únicamente los espacios básicos.

805.2 Espacios habitables. Se define como espacio habitable, al lugar de la vivienda donde se desarrollan actividades de reunión y descanso tales como dormir, comer, y estar. Los espacios habitables deben contar con las dimensiones mínimas de superficie, altura, ventilación e iluminación natural establecidas en este capítulo. Los espacios habitables se dividen en:

1. Espacios habitables básicos; es decir recámara, alcoba, estancia y comedor.
2. Espacios habitables adicionales; e.g.: desayunador, cuarto de servicio, estudio y cuarto de TV.

805.3 Espacios auxiliares. Se define como espacio auxiliar, al lugar de la vivienda donde se desarrollan actividades de trabajo, higiene y circulación tales como cocinar, asearse, lavar, planchar, almacenar y desplazarse. Los espacios auxiliares se dividen en:

1. Espacios auxiliares básicos; es decir cocina, baño, lavandería, pasillo, escalera y patio.
2. Espacios auxiliares adicionales; por ejemplo: vestidor, vestíbulo, cochera cubierta o descubierta, pórtico y patio interior.

SECCIÓN 806 ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN

806.1 Generalidades. Los espacios en las edificaciones deben contar con los medios que aseguren la ventilación y la iluminación diurna y nocturna necesarias para sus ocupantes.

806.2 Iluminación y ventilación natural de la vivienda. La iluminación y ventilación natural de la vivienda se debe efectuar a través de ventanas, puertas, celosías, u otra abertura aprobada, hacia la vía pública, espacios exteriores o patios. Las aberturas para este fin, deben tener acceso directo a ellas, o de lo contrario ser fácilmente controlables por los ocupantes de la edificación.

806.2.1 Área de iluminación. El área vidriada de la ventana, puerta corrediza o elemento aprobado de iluminación natural, no debe ser menor al 15 % del área de piso del espacio habitable a iluminar y del 10 % del área de piso del espacio auxiliar a iluminar, exceptuando baños, pasillos y escaleras.

806.2.2 Área de ventilación. El área de apertura para ventilación natural no debe ser menor al 5 % del área de piso del espacio a ventilar.

Las ventanas no necesitan abrirse si se cuenta con un sistema de ventilación mecánico aprobado capaz de producir 0.35 cambios de aire por hora en el espacio que se trate o se haya instalado un sistema de ventilación mecánico para toda la vivienda capaz de proporcionar aire de ventilación exterior de 0.4 m³ por minuto por ocupante, calculado con base en dos ocupantes para el primer dormitorio y un ocupante para cada dormitorio adicional.

Los vidrios o cristales de las ventanas de piso a techo deben cumplir con la norma NOM-146-SCFI-2016, excepto aquellos que cuenten con barandales o manguetas a una altura de 0.90 m del nivel del piso, diseñados de manera que impidan el paso de los niños a través de ellos o estar

protegidos con elementos que impidan el impacto de las personas contra ellos.

806.3 Espacios contiguos. Con el objeto de calcular los requisitos de iluminación y ventilación, cualquier espacio puede ser considerado como una parte de un espacio contiguo cuando por lo menos la mitad del área del muro común esté abierta y sin obstrucciones, siempre y cuando proporcione una abertura no menor a un décimo del área del piso del espacio interior, pero no menor de 2.5 m².

806.4 Baños. Los baños de todo tipo deben contar con un área vidriada de ventana no menor de 0.16 m², al menos el 50% de dicha superficie debe poder abrirse completamente.

El área de ventana en baños no es requerida si se proporciona iluminación artificial y un sistema de ventilación mecánico aprobado. Las tasas mínimas de ventilación deben ser de 1.4 m³ por minuto para ventilación intermitente y 0.5 m³ por minuto para ventilación continua. El aire de ventilación del espacio debe ser extraído directamente al exterior de la vivienda hacia el aire libre.

806.5. Aberturas de admisión. Las aberturas de admisión de aire por medios mecánicos, deben ser localizadas a más de 3.0 m de cualquier emisor contaminante, tales como respiraderos y chimeneas.

806.6 Aberturas de extracción. Las aberturas de extracción por medios mecánicos deben ubicarse sin generar perjuicios a terceros. La salida del aire no debe ser dirigida hacia banquetas o rutas de circulación horizontal y vertical.

806.7 Protección de aberturas de admisión o extracción al exterior. Las aberturas de admisión y extracción de aire por medios mecánicos al exterior deben ser protegidas con pantallas, celosías o rejillas resistentes a la corrosión con un tamaño suficiente para permitir la entrada y salida del aire y la protección contra la fauna nociva. Las aberturas deben ser protegidas contra las condiciones del clima locales.

806.8 Ventanas cubiertas. Los locales cuyas ventanas se ubiquen bajo cubiertas, balcones, pórticos o volados, se consideran iluminados y ventilados naturalmente cuando dichas ventanas se encuentren remetidas una distancia de 2.5 m como máximo. De existir una mayor distancia, la autoridad competente debe evaluar el caso y determinar las características de solución.

806.9 Colindancias. No se permite la ventilación e iluminación natural a través de fachadas colindantes con el predio vecino.

806.10 Obstrucción de ventanas. Objetos como calentadores de agua, recipientes de gas, o elementos simi-

lares, no deben obstruir ni disminuir la capacidad de iluminación, ventilación y visibilidad de las ventanas.

806.11 Iluminación mediante domos y tragaluces. Se permite la iluminación natural por medio de domos o tragaluces en baño, pasillo y escalera. En estos casos, la superficie del vano libre del domo o tragaluz no debe ser menor del 5 % de la superficie del espacio. El domo o tragaluz debe tener una transmisión solar mínima de 85 %.

806.12 Escaleras de uso común. Las escaleras de uso común deben estar ventiladas en cada nivel hacia la vía pública, patios de iluminación y ventilación o espacios descubiertos por medio de vanos cuya superficie no debe ser menor del 10% de la planta del cubo de la escalera.

En el caso de no contar con ventilación natural, las escaleras en cubos cerrados deben ser ventiladas mediante tiros adosados a los paramentos verticales que la circundan, cuya área en planta debe responder a la siguiente ecuación:

$$A = (h) (s) / 200$$

Donde: A= área en planta del tiro de ventilación en metros cuadrados, h= altura del edificio en metros lineales, s= área en planta del cubo de la escalera en metros cuadrados.

806.12.1 Aberturas de ventilación. Las aberturas realizadas en los tiros de ventilación mencionados en la Sección 806.12 deben tener un área entre 10% y 15% de la planta del cubo de la escalera en cada nivel y deben estar equipadas con persianas de cierre hermético controladas por un fusible de calor.

806.12.2 Seguridad. En todos los casos, el cubo de la escalera no debe estar ventilado al exterior en su parte superior para evitar que funcione como chimenea. La puerta de la escalera para acceder a la azotea, en caso de existir, debe contar con pistón o bisagras de cierre automático, cerrar herméticamente y tener la siguiente leyenda "ESTA PUERTA DEBE PERMANECER CERRADA".

806.12.3 Iluminación artificial en escaleras. Las escaleras de uso común deben contar con los medios para iluminar los escalones y descansos; deben estar provistas con una fuente de iluminación artificial localizada en cada uno de los descansos.

No se requiere una fuente de iluminación artificial en los descansos de la escalera, si una fuente de iluminación artificial se localiza directamente sobre cada sección o tramo de la escalera.

806.13 Circulaciones horizontales y verticales. Los pasillos de circulación, escaleras, rampas y vestíbulos deben contar con fuentes de iluminación artifi-

cial, cuyo nivel de iluminación no debe ser menor de 50 luxes.

806.14 Áreas de estacionamiento. Las áreas de estacionamiento vehicular deben contar con fuentes de iluminación artificial, cuyo nivel de iluminación no debe ser menor de 30 luxes.

SECCIÓN 807 FUNCIONALIDAD DE LOS ESPACIOS

807.1 Espacios indispensables. Toda vivienda debe tener como mínimo, ya sea en espacios independientes o compartidos, una recámara, un baño completo que cuente con inodoro, lavabo y regadera y otro espacio en el que se desarrollen el resto de las funciones propias de la vivienda.

807.2 Relación entre espacios. La relación entre los espacios de una vivienda es factible siempre y cuando no se mezclen ni se afecten las actividades funcionales entre uno y otro, por ejemplo:

1. El baño no debe ser paso obligado para acceder a otro espacio.
2. La lavandería solamente puede ser paso obligado entre la cocina y:
 - a. La alcoba;
 - b. El patio de servicio;
 - c. La cochera;
 - d. El exterior
3. La recámara no debe ser paso obligado para acceder a otro local diferente al vestidor, baño o cualquier otro local de servicio adicional, destinado para uso exclusivo de quien o quienes allí pernoctan, exceptuando la vivienda con recámara única. El patio de iluminación y ventilación queda exento de esta disposición.
4. Al menos un baño, o medio baño, debe ser accesible desde los espacios de circulación de la vivienda.
5. Estancia, comedor y cocina pueden constituir un espacio común pero con funcionalidad claramente definida y delimitada según las actividades particulares de cada espacio superpuesto.

SECCIÓN 808 ÁREA MÍNIMA DE ESPACIOS

808.1 Área libre mínima por espacio. El área libre mínima por espacio debe corresponder a lo establecido en la Tabla 808.1.

TABLA 808.1 DIMENSIONES LIBRES MÍNIMAS PARA ESPACIOS HABITABLES Y AUXILIARES

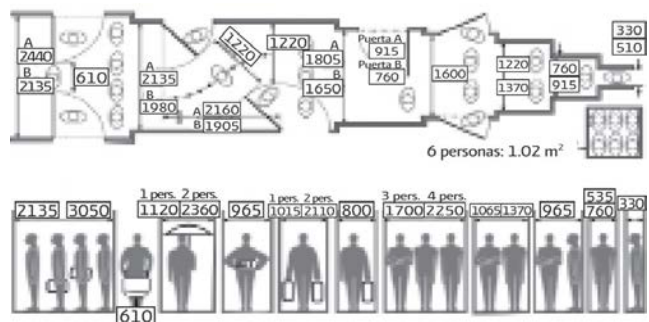
ESPACIO HABITABLE	ÁREA MÍNIMA	LADO MÍNIMO
Estancia	7.29 m ²	2.70 m
Comedor	4.41 m ²	2.10 m
Recámara*	7.29 m ²	2.70 m
Alcoba	3.60 m ²	2.00 m
Espacio auxiliar		
Cocina	3.30 m ²	1.50 m
Baño	2.73 m ²	1.30 m
½ Baño rectangular	1.69 m ²	1.30 m
½ Baño alargado	1.44 m ²	0.80 m
Lavandería	2.56 m ²	1.60 m
Patio	1.96 m ²	1.40 m
Patio-lavandería**	2.66 m ²	1.40 m
Espacios superpuestos		
Estancia-comedor	12.00 m ²	2.70 m
Estancia-comedor-cocina	14.60 m ²	2.70 m

(*) Más clóset mínimo de 0.60 m por 1.35 m.

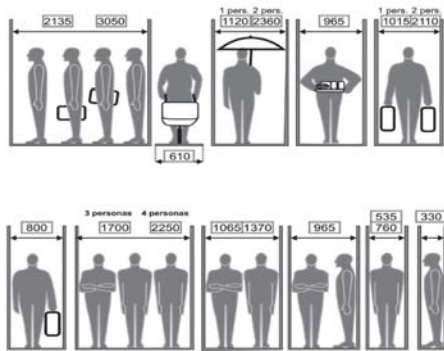
(**) La distancia mínima entre la salida del recipiente de gas y cualquier punto de ignición, dentro o fuera de la vivienda, debe ser de 1.5 m.

808.2 Antropometría. El diseño de espacios debe corresponder con las dimensiones del cuerpo humano (antropometría) y mobiliario, tomando como base las siguientes figuras extraídas del Manual del DRO.

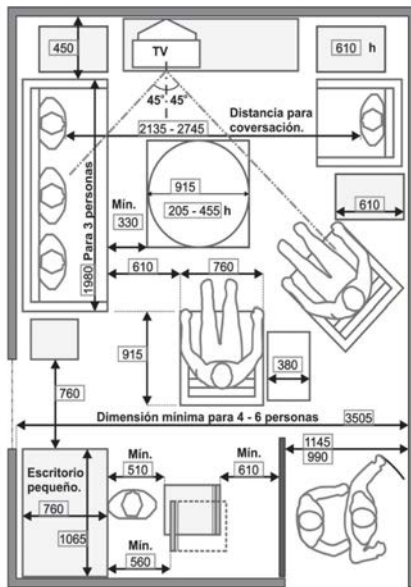
**FIGURA 808.2.1
CIRCULACIONES MÍNIMAS (mm)**



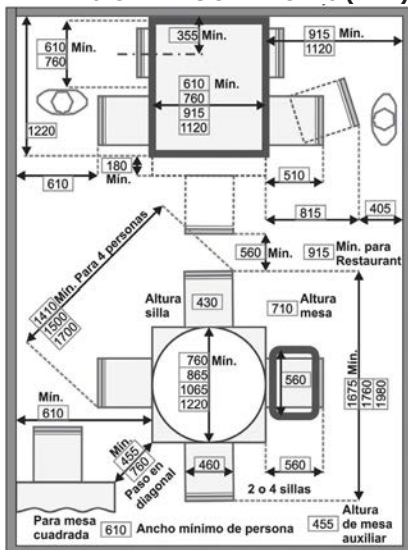
**FIGURA 808.2.2
ESPACIOS MÍNIMOS (mm)**



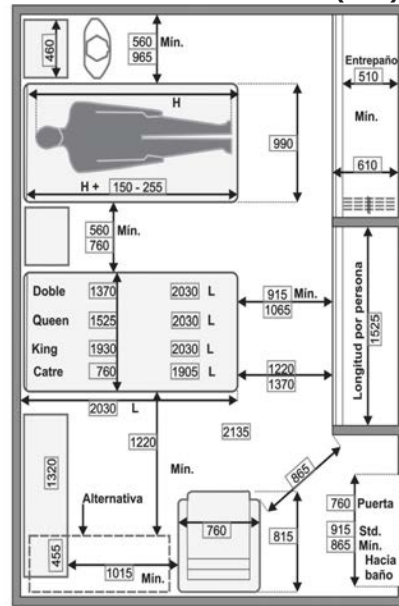
**FIGURA 808.2.3
DIMENSIÓN DE ESTANCIAS (mm)**



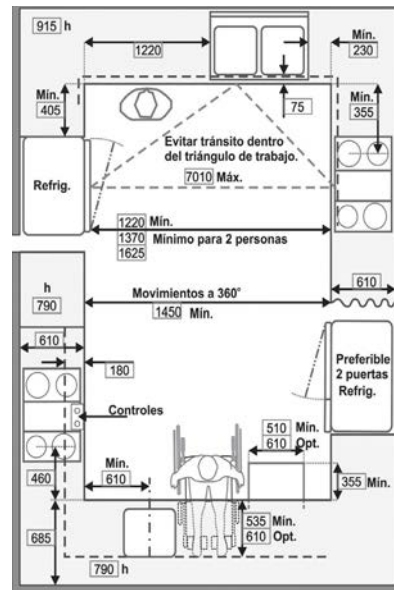
**FIGURA 808.2.4
DIMENSIÓN DE COMEDORES (mm)**



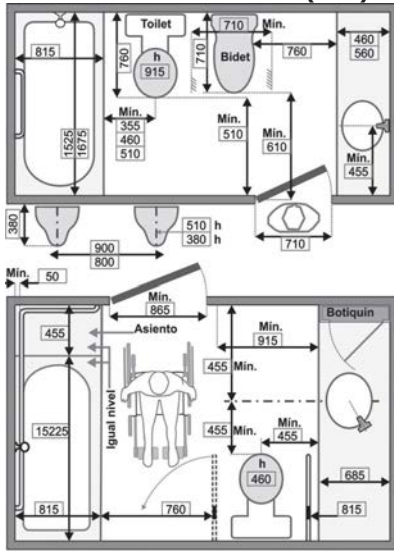
**FIGURA 808.2.5
DIMENSIÓN DE RECÁMARAS (mm)**



**FIGURA 808.2.6
DIMENSIÓN DE COCINAS (mm)**



**FIGURA 808.2.7
DIMENSIÓN DE BAÑOS (mm)**



**TABLA 809.1A
ALTURA DE LOS ESPACIOS POR TIPO DE CLIMA**

ZONA CLIMÁTICA	ALTURA DE ESPACIO
Muy seco	2.5 m
Seco y semiseco	2.5 m
Cálido húmedo	2.7 m
Cálido subhúmedo	2.7 m
Templado subhúmedo	2.3 m
Templado húmedo	2.3 m
Frío de alta montaña	2.3 m

Nota: Cuando el edificio se construya cumpliendo con los niveles de aislamiento térmico aprobados, la autoridad competente puede evaluar la disminución de la altura libre de 2.7 m a 2.5 m en climas cálidos y de 2.5 m a 2.3 m en climas secos, siempre que se cumpla con lo establecido en la Sección 3106.5

**SECCIÓN 809
ALTURA MÍNIMA DE ESPACIOS**

809.1 Altura mínima. Las alturas mínimas de los espacios dentro de la vivienda deben estar de acuerdo con la zona climática y con lo establecido en la Tabla 809.1A.

La Figura A8.1 Regiones Bioclimáticas del Anexo 8 presenta el mapa nacional de regiones bioclimáticas, las cuales pueden ser consultadas para la localidad en el Sistema de Información Geográfica (SIG) del Registro Único de la Vivienda (RUV) o en las herramientas del programa SISEVIVE-ECOCASA.

En la tabla 809.1B se enlista la altura recomendada para algunos municipios del país.

TABLA 809.1B ALTURA DE LOS ESPACIOS PARA ALGUNOS MUNICIPIOS DEL PAÍS

ESTADO	MUNICIPIO	ZONA CLIMÁTICA	ALTURA RECOMENDADA
Aguascalientes	Aguascalientes	Seco y semiseco	2.5 m
	Jesús María		
	San Francisco de los Romo		
Baja California	Mexicali	Muy seco	2.5 m
	Tijuana	Seco y semiseco	2.5 m
	Ensenada		
Baja California Sur	La Paz	Muy seco	2.5 m
	Los Cabos		
Campeche	Carmen	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Campeche		
Chiapas	Tapachula	Cálido húmedo	2.7 m
	Tuxtla Gutiérrez	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Chiapa de Corzo		
Chihuahua	Juárez	Muy seco	2.5 m
	Chihuahua	Seco y semiseco	2.5 m
	Cuauhtémoc		
Ciudad de México	Ciudad de México	Templado subhúmedo	2.3 m
Coahuila de Zaragoza	Torreón	Muy seco	2.5 m
	Ramos Arizpe		
	Saltillo	Seco y semiseco	2.5 m

-continúa-

TABLA 809.1B ALTURA DE LOS ESPACIOS PARA ALGUNOS MUNICIPIOS DEL PAÍS
-continuación-

ESTADO	MUNICIPIO	ZONA CLIMÁTICA	ALTURA RECOMENDADA
Colima	Villa de Álvarez	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Manzanillo		
	Colima		
Durango	Gómez Palacio	Muy seco	2.5 m
	Durango	Seco y semiseco	2.5 m
Guanajuato	León	Seco y semiseco	2.5 m
	Celaya		
	Apaseo el Grande		
	Irapuato	Templado subhúmedo	2.3 m
	Salamanca		
	Guanajuato		
Guerrero	Acapulco de Juárez	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Chilpancingo de los Bravo		
Hidalgo	Tizayuca	Seco y semiseco	2.5 m
	Mineral de la Reforma		
	Atotonilco de Tula		
	Zempoala		
	Pachuca de Soto		
	Epazoyucan		
Jalisco	Puerto Vallarta	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Tlajomulco de Zúñiga	Templado subhúmedo	2.3 m
	Zapopan		
	Tonalá		
	El Salto		
	San Pedro Tlaquepaque		
	Guadalajara		
	Tala		
Estado de México	Tecámac	Seco y semiseco	2.5 m
	Zumpango	Templado subhúmedo	2.3 m
	Huehuetoca		
	Chalco		
	Toluca		
	Cuautitlán		
	Atlacomulco		
	Lerma		
	Coacalco de Berriozábal		
Michoacán de Ocampo	Morelia	Templado subhúmedo	2.3 m
	Tarímbaro		
	Zamora		
Morelos	Xochitepec	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Emiliano Zapata		
	Yautepec		
Nayarit	Bahía de Banderas	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Tepec	Templado subhúmedo	2.3 m

-continúa-

Tabla 809.1b Altura de los espacios para algunos municipios del país
-continuación-

ESTADO	MUNICIPIO	ZONA CLIMÁTICA	ALTURA RECOMENDADA
Nuevo León	Juárez	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Pesquería		
	Ciénega de Flores		
	Cadereyta Jiménez		
	Salinas Victoria	Muy seco	2.5 m
	Apodaca	Seco y semiseco	2.5 m
	García		
	General Escobedo		
	El Carmen		
	Guadalupe		
	Santa Catarina		
Monterrey			
Puebla	Tehuacán	Seco y semiseco	2.5 m
	Puebla	Templado subhúmedo	2.3 m
	Cuatlancingo		
	Coronango		
	Huejotzingo		
Querétaro	Querétaro	Seco y semiseco	2.5 m
	El Marqués		
	Corregidora		
	San Juan del Río		
Quintana Roo	Benito Juárez	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Solidaridad		
	Othón P. Blanco		
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Seco y semiseco	2.5 m
	Soledad de Graciano Sánchez		
Sinaloa	Mazatlán	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Ahome	Muy seco	2.5 m
	Culiacán	Seco y semiseco	2.5 m
Sonora	Hermosillo	Muy seco	2.5 m
	Cajeme		
	Nogales	Seco y semiseco	2.5 m
Tabasco	Centro	Cálido húmedo	2.7 m
Tamaulipas	Altamira	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Matamoros		
	Reynosa	Seco y semiseco	2.5 m
	Victoria	Templado subhúmedo	2.3 m
Veracruz Ignacio de Llave	Coatzacoalcos	Cálido húmedo	2.7 m
	Xalapa		
	Cosoleacaque		
	Veracruz	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Medellín		
	Tuxpan		
Yucatán	Mérida	Cálido subhúmedo	2.7 m
	Kanasín		
Zacatecas	Guadalupe	Seco y semiseco	2.5 m

809.2 Consideraciones especiales. En cocina, baño, pasillo y lavandería, pertenecientes a la vivienda, se permite una altura no menor de 2.2 m en climas templados y fríos, no menor de 2.4 m en climas cálidos, y no menor de 2.3 m en climas secos. Para sótanos de vivienda, se acepta una altura no menor de 2.2 m en todos los climas. Alturas menores de 2.2 m no deben ser consideradas como contribuyentes para el área libre mínima de cualquier espacio de la vivienda.

SECCIÓN 810 ALTO Y ANCHO MÍNIMO DE VANOS

810.1 Generalidades. Se entiende por vano a la abertura efectuada en una pared para pasar de un espacio a otro. El vano, dependiendo de los espacios que comunique, puede tener o no tener puerta. Los altos y anchos establecidos en esta sección, son a paño de muros sin los marcos de las puertas. Sobre esta base, los marcos utilizados para las puertas no deben exceder de 4 cm de espesor, en caso contrario el vano debe aumentarse en proporción del incremento del espesor del marco.

810.2 Acceso principal. El vano del acceso principal debe ser no menor de 0.95 m de ancho por 2.0 m de alto.

810.3 Acceso del baño y ½ baño. El vano del acceso al baño y al ½ baño debe ser no menor de 0.75 m de ancho por 1.9 m de alto.

805.4 Acceso de los demás espacios. El vano del acceso de los espacios restantes debe ser no menor de 0.85 m de ancho por 2.0 m de alto.

810.5 Accesos para vivienda accesible. Los vanos de acceso para vivienda accesible deben dimensionarse de acuerdo con lo establecido en la Sección 904.3.

SECCIÓN 811 DIMENSIÓN DE ESCALERAS

811.1 Generalidades. Las disposiciones de esta sección son para todo tipo de vivienda a excepción de las Secciones 811.2, 811.12, 811.13 y 811.14.

Una ampliación de la reglamentación de escaleras para vivienda tipo dúplex y multifamiliar está prevista en la Sección 812.7.

811.2 Ancho. La escalera debe tener no menos de 90 cm de ancho medidos en cualquier punto de su recorrido. El barandal o pasamanos puede estar alojado dentro de ese mismo ancho.

811.3 Escalón. El escalón debe tener una huella mínima de 25 cm y un peralte máximo de 18 cm. La relación entre ambos debe ser tal, que la suma de la huella más el doble del peralte produzca un valor mínimo de 61 cm y máximo de 65 cm.

811.4 Peraltes. En ningún caso se permiten peraltes menores de 10 cm de altura. El traslape entre peraltes debe tener un mínimo de 2.5 cm y un máximo de 5 cm.

811.5 Nariz. La nariz del escalón debe ser recta, de un cuarto de caña, de chaflán a 45° o en ángulo agudo, siempre que se acate lo dispuesto en la Figura 811.

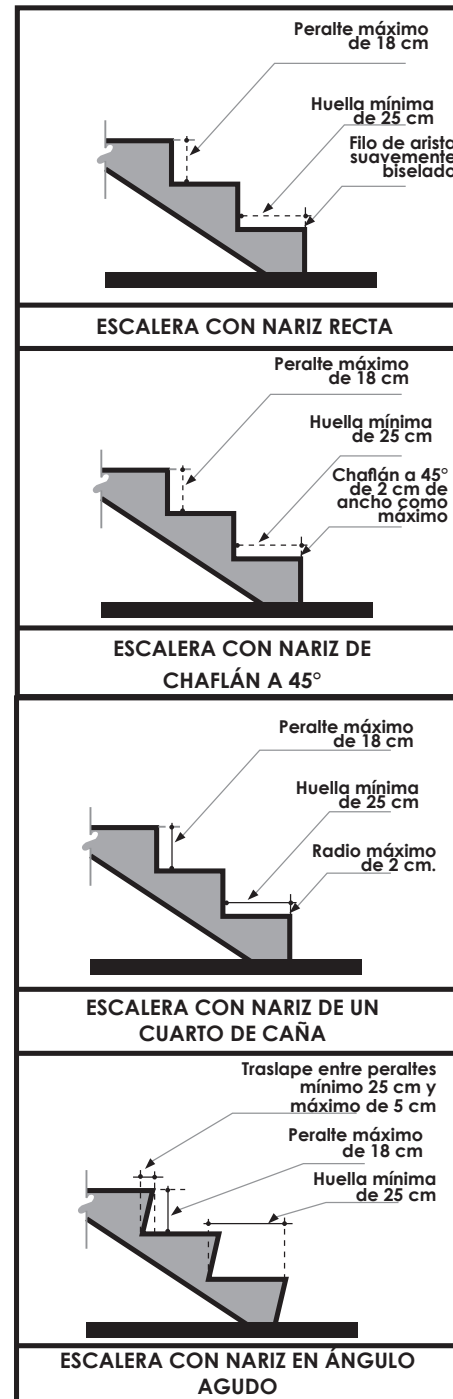


FIGURA 811 NARIZ DE ESCALERAS

811.5.1 Nariz recta. El filo de la arista de la nariz debe estar suavemente biselado.

811.5.2 Nariz de cuarto de caña. El radio máximo del cuarto de caña debe ser de 2 cm.

811.5.3 Nariz de chaflán a 45 grados. El ancho del chaflán debe tener un máximo de 2 cm.

811.5.4 Nariz en ángulo agudo. Se debe hacer sin exceder el rango de traslape permitido entre huellas y con la arista suavemente biselada.

811.6 Balance. En cada tramo de escaleras las huellas, así como los peraltes, deben ser todos iguales.

811.7 Acabado. El acabado de la superficie de tránsito de las huellas debe ser a prueba de derrapes.

811.8 Medidas del pasamanos. Los pasamanos no deben sobresalir en uno o ambos lados del paso del usuario de la escalera, más de 10 cm del paramento o barandal donde se apoye. La altura del pasamanos, medida verticalmente desde la nariz del escalón hasta su parte superior, debe ser de 85 cm mínimo y 95 cm como máximo.

811.9 Altura libre. La altura libre mínima en cualquier punto de la escalera, medida verticalmente desde la nariz del escalón a cualquier elemento constructivo por encima de la cabeza del usuario, debe ser de 2.0 m.

811.10 Abanicos. Las escaleras con giro en abanico, de hasta 1.2 m de ancho, no deben alojar más de tres huellas en un cuadrante cuyo ángulo no sea menor de 90°, es decir, ninguna de las huellas en abanico debe tener un ángulo menor de 30°. Una misma escalera no debe tener más de dos cuadrantes de giro.

811.11 Descansos. Cuando un tramo de escalera exceda de 16 peraltes debe contar con un descanso en la parte media cuya longitud no sea inferior de 70 cm.

811.12 Escaleras de caracol. Las escaleras de caracol con un ancho de circulación menor de 1.2 m, no deben fungir como escalera única o principal de la vivienda.

811.13 Traslado de muebles. La forma y diseño de cualquier tipo de escalera debe garantizar, entre un nivel y otro de la vivienda, el libre traslado de muebles de tamaño estándar comercial y de uso doméstico.

811.14 Barandales de protección. Los barandales de protección en escaleras, balcones, pasillos y rampas, cuya elevación exceda de 70 cm, deben tener una altura mínima de 90 cm. Para evitar la caída de infantes, los elementos constructivos de un barandal no

deben permitir el paso de una esfera de 12 cm de diámetro.

SECCIÓN 812 DIMENSIÓN DE ESPACIOS DE USO COMÚN

812.1 Generalidades. Los espacios de uso común para vivienda tipo multifamiliar, se deben regir por lo indicado en la Sección 812 en lo concerniente al acceso principal, vestíbulos, pasillos, escaleras y rampas.

812.2 Circulaciones. Los conjuntos multifamiliares, horizontales y verticales, deben tener circulaciones libres que conduzcan directamente a las puertas y vestíbulos de salida o escaleras.

812.3 Distancia de recorrido. La distancia desde cualquier punto en el interior de una edificación a una puerta, circulación, escalera o rampa que conduzca directamente a la vía pública, áreas exteriores o vestíbulo de acceso a la edificación, medida a lo largo de la línea de recorrido, debe ser de 30 m como máximo. Esa distancia puede ser incrementada hasta 45 m si la edificación cuenta con un sistema de extinción de fuego aceptado por la autoridad competente.

812.4 Acceso principal. El acceso principal, hasta un máximo de 20 viviendas, debe tener un vano mínimo de 1.3 m de ancho y 2.05 m de alto. El ancho se debe incrementar 10 cm por cada 10 viviendas agregadas o fracción.

812.5 Vestíbulo. La superficie del vestíbulo, hasta un máximo de 12 viviendas, no debe ser menor de 6.0 m², y debe tener un lado mínimo de 2.4 m. Su altura libre debe corresponder a lo indicado en la Tabla 809.1A. Por cada vivienda agregada, la superficie del vestíbulo se debe incrementar 50 cm² y el lado mínimo 5 cm.

812.6 Pasillo. El pasillo debe tener un ancho mínimo libre, en todos sus recorridos, de 1.2 m. Su altura libre mínima debe corresponder a lo indicado en la Tabla 809.1A.

812.7 Escalera de uso común. Los edificios deben tener escaleras que comuniquen todos los niveles, y deben cumplir con la Sección 811 a excepción de las Secciones 811.2, 811.12 y 811.13.

812.7.1 Ancho. La escalera de uso común debe tener un ancho mínimo libre de 1.2 m.

812.7.2 Descansos. Cuando una escalera de uso común exceda de 16 peraltes debe contar, en la mitad de su recorrido, con un descanso cuya longitud no sea inferior de 1.2 m. En el caso de descansos que sirvan de acceso a viviendas o espacios de servicio, la distancia mínima entre la nariz

del último peldaño y el vano de las puertas a las que sirva no debe ser menor de 1.2 m.

812.7.2.1 Descansos en escaleras en "L". Los descansos en escaleras en "L" deben tener una dimensión tal que permita inscribirse un cuarto de círculo cuyo radio sea igual al ancho de la escalera sin invadir ningún paramento o barandal adyacente.

812.7.2.2 Descansos en escaleras en "U". Los descansos en escaleras en "U" deben tener una dimensión tal que permita inscribirse un medio de círculo cuyo radio sea igual al ancho de la escalera sin invadir ningún paramento o barandal adyacente.

812.7.3 Abanicos. Por seguridad, las escaleras de uso común no deben alojar más de tres huellas en un cuadrante cuyo ángulo no sea menor de 90°; es decir, ninguna de las huellas en abanico debe tener un ángulo menor de 30°. Una misma escalera no debe tener más de dos cuadrantes de giro.

812.7.4 Escaleras curvas. En escaleras curvas de uso común la huella, medida en la mitad del peldaño que forma, debe tener un ancho mínimo de 25 cm. Todos y cada uno de los peldaños deben ser idénticos en dimensión y forma, aun si se producen cambios de dirección en su curvatura.

812.7.5 Restricción. Las escaleras de caracol están prohibidas para uso común.

812.8 Rampas. Las rampas para peatones deben dimensionarse de acuerdo con lo establecido en la Sección 902.3.

812.8.1 Pendiente. La pendiente máxima de las rampas debe ser de 10 %.

812.8.2 Acabados. La superficie de tránsito de los pavimentos de las rampas debe ser a prueba de derrapes.

SECCIÓN 813 HIGIENE

813.1 Baño. Cada unidad de vivienda debe estar provista de un área de baño y cada área de baño de un inodoro, un lavabo y una regadera.

813.2 Cocina. Cada unidad de vivienda debe estar provista de un área de cocina y cada área de cocina de un fregadero.

813.3 Lavandería. Cada unidad de vivienda debe estar provista de un área de lavandería y cada área de lavandería de un lavadero.

813.4 Eliminación de aguas residuales. Todos los artefactos sanitarios deben ser conectados a un sistema de eliminación de aguas residuales aprobado.

813.5 Suministro de agua a los artefactos. Todos los artefactos sanitarios deben ser conectados a un suministro de agua aprobado. Se debe proveer de agua caliente y fría al fregadero de la cocina, lavabo, regadera, bañera, bidé, lavadora de ropa y máquina lavavajillas.

SECCIÓN 814 SUPERFICIES ÚTILES EN BAÑOS

814.1 Inodoro. La superficie mínima útil del inodoro debe ser de 0.7 m por 1.3 m; es decir 0.91m².

814.2 Lavabo. La superficie mínima útil del lavabo debe ser de 0.7 m por 1.3 m; es decir 0.91 m².

814.3 Regadera. La superficie mínima útil de la regadera debe ser de 0.8 m por 0.8 m; es decir 0.64 m². Los pisos y muros de regaderas deben terminarse con una superficie lisa no absorbente. Tales superficies del muro deben extenderse a una altura no menor de 1.8 m sobre el nivel de piso terminado.

814.4 Accesorios. Los baños deben contar, como mínimo, con los siguientes accesorios: portapapel en el área del inodoro, portacepillos con jabonera en el área del lavabo, jabonera en el área de la regadera, así como toallero horizontal y percha de gancho; los cuales deben ser colocados según los criterios antropométricos y funcionales apropiados para su uso.

SECCIÓN 815 SUPERFICIES ÚTILES EN COCINAS

815.1 Estufa. La superficie mínima útil de la estufa debe ser de 0.5 m por 1.5 m; es decir 0.75 m².

815.2 Fregadero. La superficie mínima útil del fregadero debe ser de 0.85 m por 1.5 m; es decir 1.275 m².

815.3 Refrigerador. La superficie mínima útil del refrigerador debe ser de 0.7 m por 1.5 m; es decir 1.05 m².

815.4 Preparación. La superficie mínima útil del área de preparación debe ser de 0.7 m por 1.5 m; es decir 1.05 m², pero, si ésta se complementa con el área del fregadero o de la estufa puede ser de 0.4 m por 1.5 m; es decir 0.6 m².

815.5 Circulación. La separación mínima del área de circulación de la cocina debe ser de 90 cm.

SECCIÓN 816 SUPERFICIES ÚTILES EN LAVANDERÍAS O PATIOS-LAVANDERÍA

816.1 Lavadero. La superficie mínima útil del lavadero debe ser de 0.8 m por 1.4 m; es decir 1.12 m².

Excepción: Cuando en el área de lavado se provea de un espacio para la máquina lavadora de ropa, la superficie mínima útil del lavadero debe ser de 0.6 m por 1.4 m; es decir 0.84 m².

816.2 Lavadora de ropa. La superficie mínima útil de la lavadora debe ser de 0.8 m por 1.4 m; es decir 1.12 m².

816.3 Secadora de ropa. La superficie mínima útil de la secadora debe ser de 0.8 m por 1.4 m; es decir 1.12 m².

816.4 Calentador de agua. La superficie mínima útil del calentador debe ser de 0.5 m por 1.4 m; es decir 0.7 m². Todos los calentadores de agua instalados que funcionen con gas LP deben tener chimenea propia la cual debe descargar al aire libre. En ningún caso se permite la colocación de calentadores que funcionen con gas LP en espacios cerrados. El espacio debajo del calentador o de la estructura portante del mismo debe estar libre hasta el nivel de piso.

816.5 Cilindros de gas. La superficie mínima útil de los cilindros de gas, 1 por vivienda, debe ser de 0.45 m por 1.0 m; es decir 0.45 m².

SECCIÓN 817 SEGURIDAD Y PROTECCIONES

817.1 Salidas de emergencia. Los condominios verticales deben disponer de medios aprobados de evacuación y desalojo en caso de emergencia. Además deben contar con el señalamiento e instructivos visibles y legibles de rutas de evacuación, que hacer en casos de emergencia y puntos de reunión seguros.

817.2 Alarmas de humo. En los condominios habitacionales verticales es obligatoria una alarma de humo aprobada en cada unidad de vivienda.

817.2.1 Ubicación. Los detectores de humo deben colocarse a un mínimo de 90 cm de la puerta antes de entrar a la cocina o al baño a fin de evitar que el humo de los alimentos y el vapor de agua puedan activarlos sin necesidad. Los detectores de humo se deben instalar en el cielorraso, o bien en la parte alta de la pared con la punta del detector a no menos de 10 cm ni a más de 30 cm del cielorraso. Los detectores deben estar colocados,

por lo menos, a 90 cm de distancia de las rejillas de los sistemas de clima artificial.

817.2.2 Fuente de energía. Los detectores de humo deben funcionar por medio de un suministro primario de energía eléctrica de corriente alterna, preferentemente, y contar con una batería de respaldo en caso de interrupción de la energía primaria.

817.3 Seguridad contra caídas. Tanto en viviendas unifamiliares como multifamiliares, se debe limitar el riesgo de caídas por los ocupantes, para lo cual los pisos deben ser adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte su traslado. Asimismo se debe limitar el riesgo de caídas en orificios, cambios de nivel, barandales, escaleras y rampas, permitiéndose, además, el aseo exterior de las ventanas en condiciones aceptables de seguridad.

817.4 Protección de juntas expansivas. Las juntas expansivas entre elementos constructivos como escaleras, pasillos, rampas y rutas de circulación deben ser menores de 1 cm de espesor y deben rellenarse con materiales elásticos como neopreno, polímeros inyectables o caucho. En caso contrario las juntas deben estar protegidas con una moldura de aluminio de 15 cm de ancho por 3 mm de espesor, con bordes desvanecidos, fleje dilatador y acabado a prueba de derrapes.

817.5 Vidrios. Los vidrios o cristales de las ventanas de piso a techo en cualquier edificación, deben cumplir con la NOM-146-SCFI-2016, excepto aquellos que cuenten con barandales o protecciones a una altura de 90 cm del nivel de piso, diseñados de manera que no permitan el paso de niños a través de ellos, o estar protegidos con elementos que impidan el choque de personas contra ellos.

817.6 Resistencia de barandales. Cualquier tipo de barandal debe resistir un empuje horizontal de 100 kg sobre metro lineal. Los vidrios y cristales en barandales y pasamanos, incluyendo los soportes cuando sean de cristal deben cumplir con la NOM-146-SCFI 2016.

SECCIÓN 818 ALMACENAJE TEMPORAL DE BASURA

818.1 Generalidades. Toda vivienda debe contar con un espacio destinado para el almacenaje temporal de basura dentro de su predio. Las características de este espacio dependen del tipo de vivienda y número de personas a las que brinde servicio según lo indicado en esta sección.

Los propietarios o administradores de edificios de vivienda emplazados bajo régimen de condo-

minio o en conjuntos habitacionales, en coordinación con el municipio, deben prever y concertar los siguiente:

- a. Las acciones para el manejo de residuos sólidos urbanos para su almacenamiento temporal, separación según su clasificación (al menos en orgánico e inorgánico, procurando separar el segundo grupo en papel, plástico, metal, vidrio, madera y tela), tipo de recipientes y recolección, deben realizarse conforme las recomendaciones del Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales, editado por la SEDESOL, además de lo establecido en la Sección 2709.
- b. La identificación de los elementos físicos que permiten el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, debe realizarse conforme las recomendaciones de la Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, editado por la SEMARNAT.
- c. El manejo de residuos sólidos urbanos debe estar conciliado con las disposiciones emitidas por la autoridad competente municipal a través de los reglamentos de limpia, recolección y disposición final de residuos sólidos urbanos, u otros documentos similares.

818.2 Vivienda unifamiliar. Las viviendas unifamiliares deben disponer al frente del predio de un espacio mínimo de 60 cm por 60 cm en planta por 1.5 m de alto sin invadir la banqueta de la vía pública.

818.3 Vivienda dúplex y multifamiliar. Las viviendas agrupadas en vivienda dúplex y multifamiliar horizontal o vertical deben disponer de un espacio de fácil acceso y libre de obstáculos, tanto para los usuarios como para el camión recolector, donde se alojen recipientes capaces de almacenar 2 kg de basura diarios por habitante. Dicha capacidad debe multiplicarse por cada día que tarde en pasar el servicio de recolección. Estos espacios deben estar ventilados y, al mismo tiempo, protegidos a la vista mediante muros, setos, puertas o vestíbulos.

Los recipientes mencionados deben distinguirse para depositar separadamente los residuos sólidos al menos en orgánicos e inorgánicos, de acuerdo con lo establecido en la Sección 818.1, Inciso b.

SECCIÓN 819 BUZONES

819.1 Generalidades. Toda vivienda debe contar con un buzón suficiente para recibir el correo del

servicio postal. Las características de los buzones dependen del tipo de vivienda al que brinde servicio de acuerdo con lo especificado en la Sección 819.

819.2 Vivienda unifamiliar. Las viviendas unifamiliares deben disponer de un buzón hacia el frente del predio sin invadir la vía pública, identificable para tal uso, de fácil acceso y libre de obstáculos para los usuarios de la vivienda y el cartero.

819.3 Vivienda dúplex y multifamiliar. Las viviendas agrupadas en vivienda dúplex y multifamiliar horizontal o vertical deben disponer de un espacio para la colocación de buzones hacia el frente de la banqueta sin invadir la vía pública o bien en vestíbulos abiertos hacia la vía pública, identificable para tal uso, de fácil acceso y libre de obstáculos para los usuarios de la vivienda y el cartero. Se debe dotar de un buzón por cada vivienda.

819.4 Características. Las medidas de los buzones deben ser de, al menos, 12 cm de alto por 24 cm de largo por 25 cm de fondo, con una ranura de 2 cm por 22 cm y portezuela de registro. Las ranuras de entrada deben estar a una altura no menor de 0.9 m ni mayor de 1.6 m con respecto al nivel de banqueta o piso. Deben ser de material apropiado para resistir la acción del clima y el vandalismo, y deben evitar que la correspondencia se moje en caso de lluvia. Los buzones, especialmente los de vivienda dúplex y multifamiliar, deben contar con un identificador con el número de vivienda y cerrojo con llave en la portezuela.

SECCIÓN 820 INTERFONOS

820.1 Interfono o intercomunicador. Las viviendas agrupadas en condominios con accesos controlados para peatones y vehículos deben disponer, en el acceso principal o vestíbulo del condominio, de una preparación para instalación de interfono que comunique mediante voz y audio electrónico a cada una de las viviendas. La bocina del tablero del interfono se debe colocar a una altura no menor de 1.4 m ni mayor de 1.5 m sobre el nivel de la banqueta o piso.

SECCIÓN 821 RIEGO DE ÁREAS VERDES

821.1 Llaves o grifos de jardín. En el exterior de la edificación se debe contar con llaves de jardín con rosca para el riego de las áreas verdes y vegetación de patios y jardines. Las llaves de jardín deben instalarse a una altura no menor de 40 cm ni mayor de 60 cm con respecto al nivel de banqueta o piso.

Cada llave de jardín debe cubrir un radio no mayor de 10 m de longitud.

821.2 Ahorro de agua. Los artefactos de riego tales como pistolas, aspersores o rehiletos deben ser de tipo ahorradores de agua. No se permite el riego a chorro directo de la manguera.

Las áreas verdes de uso común y de uso público tales como las condominales, de jardines, parques, deportivos y conservación deben regarse con agua tratada de acuerdo con la NOM-003-SEMAR-NAT-1997. Queda prohibido el uso de camiones cisterna para el riego de áreas verdes.

Se debe fomentar la instalación de sistemas de captación pluvial en la vivienda para el uso doméstico del agua de lluvia

SECCIÓN 822 DIRECCIÓN

822.1 Identificación del edificio. En todas las edificaciones se deben colocar direcciones o números oficiales aprobados de tal manera que sean visibles y legibles a simple vista de la calle o camino frontal de la propiedad.

SECCIÓN 823 ACCESIBILIDAD

823.1 Generalidades. Las viviendas agrupadas de tipo dúplex y multifamiliar horizontal o vertical deben apegarse a las prescripciones de accesibilidad establecidas en el Capítulo 9.

SECCIÓN 824 EDIFICACIÓN RESISTENTE A INUNDACIONES

824.1 Generalidades. Las edificaciones y estructuras localizadas en las áreas de riesgo de inundación pluvial, fluvial, lacustre o marina deben ser diseñadas y construidas de acuerdo con las disposiciones de la Sección 824.

824.2 Construcción resistente a inundación. Todas las edificaciones y estructuras erigidas en las áreas propensas a inundación deben ser construidas por métodos y prácticas que minimicen el daño por inundación.

824.3 Nivel de inundación de diseño o NID. El nivel de inundación de diseño o NID debe ser usado para definir las áreas propensas a inundación, y debe definir, en un mínimo, la altura básica de la creci-

da como la altura de cota máxima de la inundación, incluyendo la altura de la ola, con un período de retorno de 100 años o excedida en cualquier año dado.

824.4 Sistemas estructurales. Todos los sistemas estructurales de la edificación y sus componentes deben ser diseñados para resistir el colapso o movimientos laterales permanentes producidos por una inundación igual al NID.

824.5 Piso más bajo. Se entiende por piso más bajo el piso del área encerrada, incluso el sótano, pero excluyendo cualquier espacio cerrado resistente a inundación que sea solamente empleado como estacionamiento de vehículos, acceso a la edificación o almacenamiento que no forme parte de la estructura de la edificación ni viole las disposiciones de la Sección 824.

824.6 Protección de los sistemas mecánicos y eléctricos. Los sistemas, equipos y componentes eléctricos, y aparatos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, muebles y artefactos sanitarios, sistemas de conductos, y otro equipo de servicio deben estar localizados por encima de la elevación del NID.

Excepción. Se permite colocar por debajo del NID los sistemas, equipos y componentes eléctricos, y aparatos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, muebles y artefactos sanitarios, sistemas de conductos, y otro equipo de servicio siempre que los mismos sean diseñados e instalados para impedir la entrada del agua o acumulación dentro de los componentes y para resistir las cargas hidrostáticas e hidrodinámicas y tensiones, incluyendo los efectos de flotación, durante la ocurrencia de una inundación de acuerdo con las prescripciones indicadas en las fichas técnicas y criterios del fabricante.

Los sistemas de cableado eléctrico e instalaciones especiales pueden ser colocados debajo del NID siempre que se cumplan las disposiciones enunciadas en la Sección 44018.1.7.

824.7 Protección de las redes de agua y drenaje. Los sistemas de redes de agua potable y drenaje sanitario y pluvial deben ser diseñados para minimizar o eliminar la infiltración de aguas de inundación de acuerdo a las prescripciones señaladas en la Sección 309.2.

824.8 Materiales resistentes a la inundación. Los materiales de construcción empleados debajo del NID deben ser resistentes a la humedad y cumplir con las disposiciones contenidas en la Parte 5.

824.9 Áreas de riesgo de inundación. Todas las áreas catalogadas como zonas propensas a inundación pero no sujetas a la acción de una alta velocidad

de la ola deben ser designadas como áreas de riesgo de inundación. Todas las edificaciones y estructuras erigidas en las áreas de riesgo de inundación deben ser diseñadas y construidas de acuerdo con las Secciones 824.9.1 y 824.9.2.

824.9.1 Requisitos de elevación. Las edificaciones y estructuras deben diseñarse y construirse de acuerdo con lo siguiente:

1. Las edificaciones y estructuras deben tener su piso más bajo por encima del NID.
2. En las áreas de inundación poco profundas las edificaciones deben tener el piso más bajo, incluso el sótano, elevado sobre el nivel del terreno adyacente a una altura no menor de 60 cm.
3. Los pisos de los sótanos que estén debajo del nivel del terreno adyacente en todos sus lados deben ser elevados sobre el NID.

Excepción. Los espacios cerrados debajo del NID, incluso sótanos cuyos pisos no estén debajo del nivel del terreno en todos sus lados, deben satisfacer los requisitos de la Sección 824.9.2.

824.9.2 Espacios cerrados debajo del NID. Los espacios cerrados, incluso espacios angostos, que estén debajo del NID deben:

1. Ser usados sólo para estacionamiento de vehículos, accesos a edificaciones o almacenaje.
2. Ser provistos con aberturas de inundación, las cuales deben satisfacer los siguientes criterios:
 - a. Debe existir un mínimo de dos aberturas en lados diferentes de cada espacio cerrado; si una edificación tiene más de un espacio cerrado debajo del NID cada espacio debe tener las aberturas en los muros exteriores.
 - b. El área neta total de todas las aberturas debe ser, por lo menos, de 25cm² por cada metro cuadrado de superficie.
 - c. El fondo de cada abertura debe estar a 30 cm o menos sobre el nivel del suelo adyacente.
 - d. Las aberturas deben ser no menores de 7.5 cm de diámetro o superficie equivalente.
 - e. Cualquier persiana, pantalla, u otra tapa de la abertura debe permitir el flujo automático de las aguas de inundación hacia adentro y hacia fuera del espacio cerrado.
 - f. Las aberturas habilitadas en puertas y ventanas que reúnan los requisitos del Inciso a

al Inciso e, son aceptables; sin embargo, las puertas y ventanas instaladas sin aberturas no reúnen los requisitos de la Sección 824.9.

824.9.3 Diseño y construcción de cimentaciones. Las cimentaciones para todas las edificaciones y estructuras erigidas en las zonas de riesgo de inundación deben satisfacer los requisitos de la Parte 4.

824.10 Zonas costeras de alto riesgo. Las zonas sujetas a olas mayores de 90 cm o propensas a la acción de olas de alta velocidad o a la erosión generada por oleaje, deben ser catalogadas como zonas costeras de alto riesgo. Todas las edificaciones y estructuras erigidas en las zonas costeras de alto riesgo deben ser diseñadas y construidas de acuerdo con las Secciones 824.10.1 y 824.10.2.

824.10.1 Ubicación y preparación del sitio La ubicación y preparación del sitio donde se emplace una edificación o estructura debe obedecer a lo siguiente:

1. El emplazamiento debe ser ubicado en tierra firme fuera del alcance de la marea más alta.
2. Para cualquier modificación de dunas de arena, manglares y humedales la autoridad competente debe requerir de un análisis de ingeniería e impacto ambiental que demuestre que dicha acción no aumenta el potencial de daño de la inundación ni pone en riesgo el equilibrio ecológico de la zona de influencia.

824.10.2 Requisitos de elevación. Todas las edificaciones y estructuras erigidas en las zonas costeras de alto riesgo deben diseñarse y construirse de acuerdo con lo siguiente:

1. Deben ser elevadas de modo tal que todas las partes más bajas de todos los miembros estructurales que soportan el piso más bajo estén localizadas por arriba del NID, con la excepción de plataformas o placas de cimentación, pilotes, cabezal de pilotes, columnas, traveses de cimentación y arrostramientos.
2. Se prohíben pisos de sótano que estén debajo del nivel de terreno en todos los lados.
3. Se prohíbe el uso de material de relleno para el apoyo estructural.
4. Se prohíbe la colocación de relleno bajo las edificaciones y estructuras.

Excepción: Los muros y tabiques que encierren áreas debajo del NID deben cumplir los requisitos de las Secciones 824.8 y 824.10.3.

824.10.3 Cimentaciones. Todas las edificaciones y estructuras erigidas dentro de las zonas costeras de alto riesgo deben diseñarse y construirse conforme lo siguiente:

1. Deben estar soportadas mediante pilotaje o columnas adecuadamente ancladas a los mismos.
2. El pilotaje debe estar debidamente hincado en el suelo para resistir la fuerza combinada de oleaje y viento.
3. Los valores de las cargas de agua utilizados deben corresponder con el NID.
4. Los valores de las cargas producidas por acciones permanentes y acciones variables con intensidad instantánea y acciones accidentales deben ser los establecidos en el Capítulo 11.
5. La longitud de penetración en tierra de los pilotes debe considerar la disminución de la capacidad resistente causada por el roce de estratos de suelo alrededor del pilote.
6. El diseño e instalación de sistemas de pilotaje debe ser certificados de acuerdo con la Sección 824.10.6.

824.10.4 Muros debajo del NID. Los muros de mampostería modular como por ejemplo block, tabique y tabicón u otro material aprobado son permitidos debajo del piso elevado, con la condición de que estos no sean parte del soporte estructural de la edificación o estructura además de que:

1. Los componentes eléctricos, mecánicos y sanitarios no sean instalados sobre o dentro de estos muros para evitar la ruptura de dichas instalaciones a causa de las cargas de inundación,
2. Sean contruidos a guisa de protecciones contra la fauna nociva o como celosías abiertas.
3. Sean diseñados para romperse o derrumbarse sin causar colapso, deslizamiento u otro daño estructural a la porción elevada de la edificación o sistema de cimentación de soporte. Para tales muros las estructuras y las conexiones deben tener una capacidad de diseño admisible no menor de 50 kg/m^2 ni mayor de 100 kg/m^2 ,
4. Cuando los valores de las cargas de los vientos indicados en este Código excedan de 100 kg/m^2 , los permisos de construcción deben incluir la memoria estructural firmada por el perito responsable o DRO tal que:
 - a. Estos muros ubicados por debajo del NID hayan sido diseñados para colapsarse ante

una carga de agua menor a la del período de retorno establecido.

- b. La parte elevada de la edificación y el sistema de soporte de la cimentación hayan sido diseñados para soportar los efectos del viento y la acción de cargas de inundación actuando simultáneamente en todos los componentes estructurales y no estructurales de la edificación.

824.10.5 Espacios cerrados debajo del NID. Los espacios cerrados por debajo del NID solamente deben ser usados para estacionamiento de vehículos, accesos a la edificación o almacenamiento.

824.10.6 Documentos. Los permisos y licencias de construcción deben complementarse con las memorias de cálculo estructural firmadas por el perito responsable o DRO de tal manera que los métodos de diseño y construcción empleados satisfagan los criterios establecidos en la Sección 824.

SECCIÓN 825 ELEVADORES

825.1 Generalidades. En términos de circulación vertical todo edificio que exceda de cuatro pisos, a partir del nivel de calle, debe contar con elevador de pasajeros. Los elevadores deben regirse por lo previsto en la Sección 825 y deben cumplir con la NOM-053-SCFI-2000.

825.2 Accesibilidad. Los elevadores de pasajeros deben facilitar el acceso y transporte de personas con algún tipo de discapacidad por lo cual deben cumplir con lo indicado en la Sección 904.5.

825.3 Valores. La población recomendada para elevadores debe ser de 1.75 a 2 personas por recámara por vivienda, una capacidad de uso de 6 a 7 personas por cada 5 minutos y un intervalo de espera de 50 a 80 segundos.

825.4 Espacio de espera. La distancia libre mínima entre la puerta del elevador y la pared opuesta debe ser igual a la profundidad de la cabina. La superficie libre mínima debe ser igual a la profundidad de la cabina multiplicada por la anchura del cubo del elevador. La altura libre mínima debe corresponder a lo indicado en la Tabla 825.9.

825.5 Estructura. El cubo, cuarto de máquinas y foso del elevador no deben tener desplomes por encima de los 25 mm. Los interiores deben ser con acabado liso. El foso debe resistir los impactos sobre los amortiguadores de la cabina y los contrapesos. Las vigas o trabes en cada nivel de piso, deben estar di-

señadas con claro y sección suficientes para instalar los soportes de los rieles. Los ganchos o viguetas del cuarto de máquinas deben soportar un izamiento de 1 000 kg de carga, además del peso propio de la cabina y sus instalaciones.

825.6 Albañilería. El acceso al cuarto de máquinas, incluyendo la puerta de trampa cuando así se requiera, debe ser fácil y seguro. Se debe prever la habilitación de huecos, registros y preparaciones en los espacios de espera para la instalación de botones de llamadas y señales.

825.7 Electricidad. Se deben dejar preparaciones eléctricas monofásicas y trifásicas con interruptores y fusibles según el diseño del elevador preestablecido.

825.8 Ventilación. El cuarto de máquinas debe tener una ventilación natural o artificial tal que permita una temperatura máxima en su interior de 35° C.

825.9 Dimensiones y características. Las dimensiones y características de los elevadores de pasajeros, según su capacidad, deben tomar como base lo indicado en la Tabla 825.9, así como lo establecido en la ficha técnica del fabricante.

TABLA 825.9
DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEVADORES DE PASAJEROS

	INDICACIONES	UNIDADES	CAPACIDAD Y DIMENSIONES MÍNIMAS		
CARACTERÍSTICAS	Capacidad de carga	kg	350	560	910
	Velocidad de transporte	m/s	1.0	1.0	1.0
	Población cubierta	Personas	150	200	300
	Viviendas cubiertas	Nº	32	42	60
CUBO	Ancho	m	1.8	1.8	1.8
	Largo	m	1.5	2.1	2.6
	Altura del foso	m	1.5	1.5	1.5
	Altura del tope	m	3.8	3.8	3.8
	Ancho de puerta	m	0.90	0.90	0.90
	Alto de puerta	m	1.90	1.90	1.90
CABINA	Ancho	m	1.1	1.1	1.1
	Largo	m	0.95	1.4	2.1
	Altura	m	2.2	2.2	2.2
	Ancho de puerta	m	0.90	0.90	0.90
	Alto de puerta	m	1.90	1.90	1.90
	Capacidad de transporte	Personas	5	8	13
	Ancho	m	2.4	2.7	2.7
	Largo	m	3.2	3.7	4.2
Altura	m	2.2	2.2	2.2	

CAPÍTULO 9 - ACCESIBILIDAD EN LA VIVIENDA

SECCIÓN 901 ACCESIBILIDAD

901.1 Generalidades. El Capítulo 9 establece los lineamientos de accesibilidad para vivienda, áreas comunes, vialidades, equipamiento y servicios urbanos a fin de que las personas con impedimentos motrices, visuales y auditivos puedan movilizarse de la manera más independiente posible de acuerdo con sus propias necesidades.

901.2 Vivienda accesible. La vivienda accesible debe ser aquella que se proyecta y construye desde su origen con base en las necesidades específicas de funcionalidad y accesibilidad de un usuario con discapacidad, cumpliendo con los requerimientos establecidos en el Capítulo 9.

901.2.1 Vivienda adaptable. La vivienda adaptable debe ser aquella que se proyecta y construye desde su origen con base en un diseño que permita, con un mínimo de adecuaciones, crear las condiciones favorables de funcionalidad para satisfacer las necesidades de accesibilidad de sus ocupantes cumpliendo con los requerimientos establecidos en el Capítulo 9.

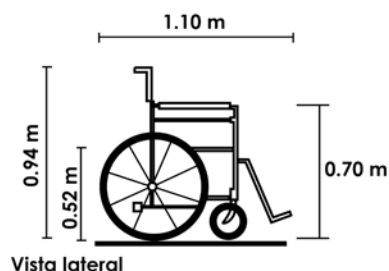
901.2.2 Ubicación de viviendas accesibles. Las viviendas accesibles dentro de los conjuntos habitacionales deben ubicarse lo más cerca posible de:

- Piso inmediato del edificio sobre el nivel de banqueta hacia la calle.
- Accesos vehiculares y peatonales.
- Rutas de evacuación.
- Estacionamientos.
- Elevadores.
- Paraderos de transporte público.
- Escuelas.
- Equipamiento recreativo y deportivo.
- Comercios y servicios.

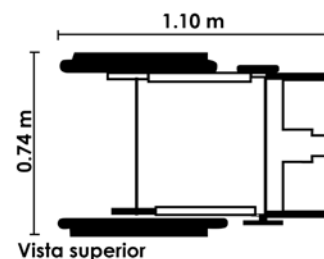
901.2.3 Vivienda usada. En los casos de adecuación de vivienda usada para volverla accesible, se deben aplicar los criterios de diseño correspondientes del Capítulo 9.

901.3 Silla de ruedas. Las dimensiones estándar de una silla de ruedas (ver Figura 901.3), por ser el elemento que más influye en el diseño accesible, deben ser de 1.10 m de largo, 0.74 m de ancho y 0.94 m de alto.

FIGURA 901.3 DIMENSIONES DE SILLA DE RUEDAS



Vista lateral



Vista superior

SECCIÓN 902 CRITERIOS DE DISEÑO PARA ESPACIOS EXTERIORES

902.1 Áreas exteriores. Los criterios de diseño y construcción de las áreas exteriores, tales como pasillos de acceso, equipamiento urbano y mobiliario urbano, deben implementar indicaciones podotáctiles para invidentes y elementos aprobados para facilitar la movilidad de personas en sillas de ruedas. Estos dispositivos deben estar libres de cualquier obstáculo que pueda causar impedimentos o daños a la integridad física de los usuarios y, además, deben permitir la libre movilidad de cualquier habitante desde un acceso determinado hasta el destino final dentro del conjunto habitacional.

902.2 Accesibilidad. Los criterios de accesibilidad para asegurar la libre movilidad de las personas deben cumplir con lo siguiente:

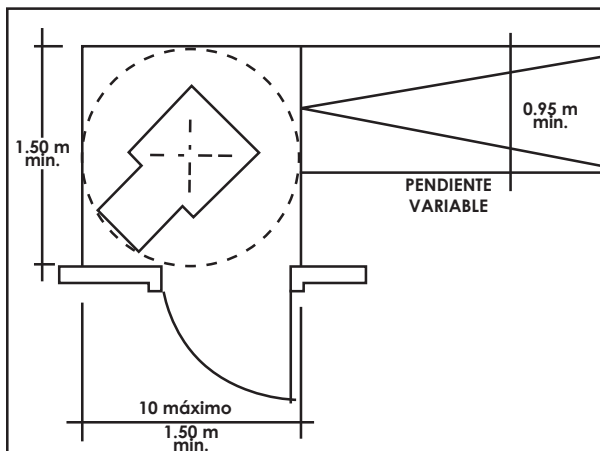
902.2.1 Rutas. Se deben establecer rutas de acceso, hacia las zonas de comercio y servicios,

educación, deporte, cultura y recreación más cercanas, dentro o fuera del conjunto habitacional o condominio, que sean apropiadas para la libre movilidad de las personas, y cuya distancia de la vivienda accesible a cualquiera de las zonas mencionadas, dentro del conjunto, no exceda de 500 m de radio.

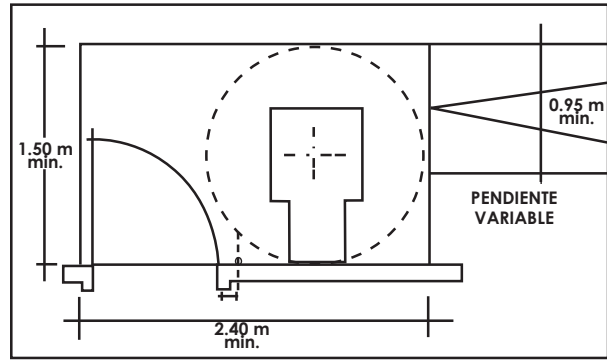
902.2.2 Acceso principal de la vivienda. El acceso principal de la vivienda debe tener un área de aproximación que cumpla con lo siguiente:

- Cuando la puerta de acceso principal abata hacia el interior de la vivienda, el área de acceso ubicada entre ésta y el término de una rampa debe tener, como mínimo, 1.50 m libres por lado, ver Figura 902.2.2.1.
- Cuando la puerta de acceso principal abata hacia el exterior de la vivienda, el área de acceso ubicada entre ésta y el término de la rampa debe tener, como mínimo, 1.50 m de ancho y 2.40 m de largo libres, ver Figura 902.2.2.2.
- El acceso principal debe contar con protección contra la lluvia y el sol, sea esta mediante techo, volado, alero, tejabán o similar, la cual debe sobresalir 30 cm del perímetro del área de acceso.
- El área de aproximación debe estar libre de obstáculos y con cambio de textura antiderrapante en el piso.
- No se permiten pendientes superiores de 5% ni cambios abruptos de nivel en el umbral de la puerta de acceso en una distancia mínima de 1.20 m hacia el interior y de 1.50 m hacia el exterior de la puerta.

**FIGURA 902.2.2.1
ACCESO PRINCIPAL CON ABATIMIENTO
HACIA EL INTERIOR DE LA VIVIENDA**



**FIGURA 902.2.2.2 ACCESO PRINCIPAL CON
ABATIMIENTO HACIA EL EXTERIOR DE LA VIVIENDA**

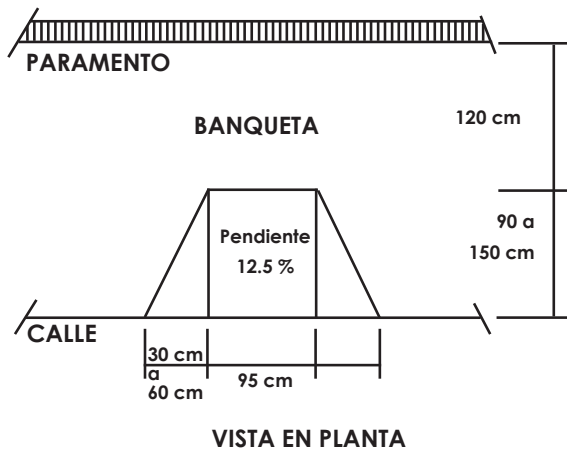


902.3 Rampas urbanas. Las rampas urbanas, además de cumplir con lo establecido en esta sección, deben facilitar el acceso en silla de ruedas de la banqueta a la calle y viceversa, y deben colocarse en todas las esquinas, equipamientos y espacios públicos del conjunto habitacional o condominio.

902.3.1 Disposiciones generales. Los criterios de diseño y construcción de las rampas urbanas deben cumplir con las siguientes disposiciones generales, así como con lo indicado en la Figura 902.3.1.

- La pendiente máxima de las rampas urbanas debe ser de 12.5% con una longitud mínima de 90 cm y máxima de 150 cm. El ancho mínimo debe ser de 95 cm.
- La distancia mínima del paramento más cercano a cualquier punto del borde más elevado de la rampa debe ser de 120 cm.
- Los hombros laterales de la rampa deben construirse de manera tal que se trace una línea con una separación de 30 cm a 60 cm del vértice más bajo de la rampa hasta tocar el vértice más alto de la misma; distancia de 30 cm para rampas de 90 cm de longitud, 45 cm para rampas de 120 cm de longitud y 60 cm para rampas de 150 cm de longitud y demás proporciones equivalentes a la longitud de diseño.
- La rampa debe tener un acabado antiderrapante con estrías perpendiculares al rodado de las llantas con una profundidad no mayor de 5 mm y cuyo desempeño opere tanto en condiciones secas como húmedas. La textura de la rampa debe tener una resistencia igual o superior a la del concreto de la banqueta o piso y no debe producir vibraciones bruscas al momento del rodado de sillas de ruedas, bicicletas, carriolas, patinetas y similares.
- La rampa debe estar libre de cualquier obstáculo que pueda causar impedimentos o daños a la integridad física de los usuarios.

FIGURA 902.3
DIMENSIONES DE RAMPAS URBANAS



902.4 Rampas de acceso. Las rampas de acceso, además de cumplir con lo establecido en esta sección, deben facilitar el acceso en silla de ruedas hacia los diferentes espacios del conjunto habitacional, condominio o vivienda.

902.4.1 Anchura. Las rampas de acceso deben tener una anchura mínima de 95 cm y una longitud mínima posible para acceder de forma directa y breve al punto de destino.

902.4.2 Longitud de la rampa. La longitud de la rampa de acceso, no debe exceder los 9.00 m. La longitud máxima de la rampa entre descansos debe ser de 6.00 m.

902.4.3 Embarque y desembarque. El embarque de la rampa de acceso debe ser el mismo que el nivel de piso terminado de la banqueta. El desembarque de la rampa de acceso debe ser el mismo que el nivel de piso terminado de la calle, cruce, andador, ciclovía o similar.

902.4.4 Pendiente. La pendiente máxima del trayecto de la rampa de acceso, sumando los descansos en su longitud, debe corresponder con lo indicado en la Tabla 902.4.4. La pendiente hidráulica y transversal de la rampa y la de los descansos debe ser de 2%.

TABLA 902.4.4 PENDIENTES MÁXIMAS DE LAS RAMPAS DE ACCESO

LONGITUD DE LA RAMPA*	PENDIENTE MÁXIMA
Hasta 1.50 m	12.5%
> de 1.50 m hasta 3.00 m	10%
> de 3.00 m hasta 6.00 m	8%
> de 6.00 m	6%

*Longitud de todo el trayecto sumando los descansos.

902.4.5 Acabado. La rampa de acceso debe tener un acabado antiderrapante con estrías perpendiculares al rodado de las llantas con una profundidad no mayor de 5 mm y cuyo desempeño opere tanto en condiciones secas como húmedas. La textura de la rampa debe tener una resistencia igual o superior a la del concreto de la banqueta o piso y no debe producir vibraciones bruscas al momento del rodado de sillas de ruedas, bicicletas, carriolas, patinetas y similares.

902.4.6 Rampa libre. Todos los componentes de las rampas de acceso deben estar libres de cualquier obstáculo que pueda causar impedimentos o daños a la integridad física de los usuarios.

902.4.7 Barrera de protección. Del arranque inferior de la rampa de acceso hasta una altura de 2.10 m, debe proveerse una barrera de protección que impida el tránsito de personas debajo de esa zona.

902.4.8 Sardinell de protección. Se debe proveer de un sardinell de protección de al menos 10 cm de altura en los lados de la rampa de acceso que no cuenten con pared. El sardinell no debe invadir la anchura mínima establecida en la Sección 902.4.1.

902.4.9 Barandal de protección. Se debe proveer de un barandal de protección con pasamanos doble en los lados de la rampa de acceso que no cuenten con pared. El barandal no debe invadir la anchura mínima establecida en la Sección 902.4.1. El barandal de protección debe proveerse de acuerdo con lo establecido en la Sección 904.4.

902.4.10 Señalamiento. El embarque y desembarque de las rampas de acceso debe señalarse con baldosas podotáctiles. Sobre la superficie de las rampas de acceso debe rotularse el símbolo internacional de personas con discapacidad, de acuerdo con lo establecido en la Sección 903.1

902.4.11 Rampas curvas. Las rampas de acceso curvas deben tener un ancho mínimo de 1.50 m y un radio mínimo de 1.50 m.

902.4.12 Áreas de giro. En las rampas de acceso, tanto en el embarque como en el desembarque de las mismas, debe proveerse un área de 1.50 m por 1.50 m que permita el giro de 360° de la silla de ruedas.

902.4.13 Descansos. Los descansos en las rampas de acceso deben tener una longitud mínima de 1.50 m y deben colocarse como máximo a cada 6.00 m.

902.4.14 Unión de descansos y rampa. La unión entre la rampa y los descansos debe realizar-

se de manera tal que los ejes longitudinales de la rampa, los descansos y la silla de ruedas sean coincidentes.

902.5 Pisos Exteriores. Los pisos exteriores deben proveerse con acabados texturizados antiderrapantes de colores antirreflejantes aprobados y deben tener pendientes hidráulicas de 2%. Las juntas entre materiales de pisos y la separación de rejillas pluviales, en su caso, no deben ser mayores de 13 mm de ancho.

902.6 Banquetas. Las banquetas deben respetar el ancho mínimo indicado en la Sección 701.2.5. Los cambios de nivel se deben resolver mediante la previsión de rampas urbanas y rampas de acceso. El acabado de las banquetas debe ser uniforme y con acabado antiderrapante. Las banquetas deben estar libres de cualquier objeto que disminuya su sección libre y reduzca u obstaculice el libre tránsito de los usuarios.

902.7 Andadores. El ancho mínimo de los andadores debe ser de 1.20 m y deben proveerse de acuerdo con las indicaciones para banquetas establecidas en la Sección 902.6.

902.8 Cruceos y pasos peatonales. Los cruceos y pasos peatonales deben cumplir con lo siguiente:

- a. El paso de peatones en las cabeceras de manzana con isla o camellón debe estar libre de obstrucciones.
- b. Los camellones, en su caso, deben estar interrumpidos con cortes al nivel de los arroyos vehiculares permitiendo un paso libre mínimo de 1.50 m.
- c. En el caso de cruceos cuyo tránsito vehicular esté regulado por un semáforo, debe instalarse un dispositivo de paso peatonal, visual y sonoro.
- d. Para delimitar los cruces peatonales se deben pintar líneas o pasos de cebrá de acuerdo con la normatividad aplicable por la autoridad competente.

902.9 Punto de reunión. En los condominios habitacionales de 3 a 5 niveles, debe proveerse de un punto de reunión para que las personas puedan concentrarse en situaciones de emergencia y esperar un rescate asistido. Los puntos de reunión deben cumplir con lo siguiente:

- a. Deben ubicarse al exterior del edificio en una zona fuera de peligro y lo más alejada posible del edificio, paredes, líneas aéreas eléctricas, postes, luminarias públicas y otros similares.
- b. Deben rotularse con el símbolo internacional de punto de reunión.

c. Deben estar libres para recibir el apoyo directo de los servicios de rescate y socorro.

d. Las rutas hacia los puntos de reunión y las salidas de emergencia deben contar con señalizaciones aprobadas para tal fin y con sistema braille.

902.10 Estacionamientos. Los estacionamientos para personas con discapacidad, específicamente para las que usan sillas de ruedas, deben cumplir con lo siguiente:

- a. Al menos un cajón de estacionamiento para personas en silla de ruedas debe proveerse en cada vivienda accesible. El estacionamiento debe ubicarse lo más cercano posible al acceso principal de la vivienda accesible.
- b. En los conjuntos habitacionales y edificios de vivienda en condominio, los estacionamientos deben proveerse, en cuanto a su número, dimensiones y características, de acuerdo con la Sección 703.
- c. Deben contar con las señalizaciones y logotipos correspondientes.
- d. Los cajones que se ubiquen colindantes con un muro, deben contar con 25 cm adicionales en su lado para permitir el abatimiento de puertas.
- e. En el cajón de estacionamiento debe proveerse un área horizontal plana, con dimensiones mínimas de 1.50 m por 1.50 m, para evitar el desplazamiento de la silla de ruedas por sí sola.
- f. El piso del área de estacionamiento debe tener un acabado antiderrapante con ranuras o entrecalles con profundidad máxima de 5 mm.
- g. Si el nivel de piso terminado del estacionamiento no es igual al de la banqueta, debe proveerse una rampa que permita acceder a la banqueta o a la rampa de acceso.

SECCIÓN 903 MOBILIARIO URBANO

903.1. Señalización. El símbolo internacional para las personas con discapacidad debe colocarse sobre una lámina con protección anticorrosiva, instalada a una altura no menor de 2.00 m desde el nivel de piso terminado hasta el borde inferior de la lámina, ver Figura 903.1.2, de acuerdo con lo siguiente:

- a. Esta lámina se debe fijar a un poste anclado al piso que debe ser capaz de resistir hasta 300 kgf (3,000 newton) en cualquier punto y dirección sin que la fijación en el piso se afloje.

- b. La fijación de la lámina al poste debe resistir hasta 100 kgf (1,000 newton).
- c. El símbolo no debe ser menor de 30 cm por 30 cm.
- d. El símbolo debe estar dirigido hacia la derecha y deben respetarse las proporciones indicadas en la Figura 903.1.1.
- e. El fondo debe ser azul marino código Pantone 288 y la figura del logotipo color blanco.

FIGURA 903.1.1 PROPORCIONES DEL SÍMBOLO INTERNACIONAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD

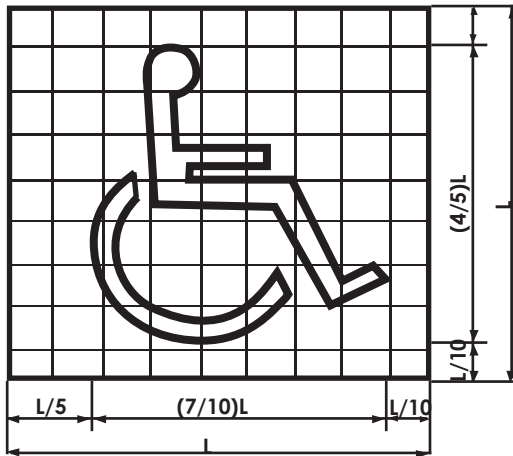
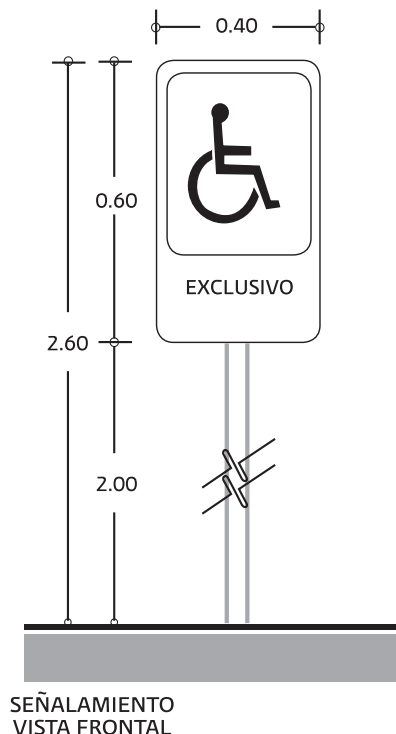


FIGURA 903.1.2 COLOCACIÓN DE SEÑALIZACIÓN INTERNACIONAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD.



903.2 Elementos salientes. Todos los elementos salientes de los paramentos, por sobre las zonas de banquetas y circulaciones peatonales deben colocarse a una altura mínima libre de 2.10 m. Las salientes de los paramentos colocadas a una altura menor de 2.10 m, deben contar con baldosas podotáctiles sobre la banqueta, colocadas a una distancia mínima de 1.00 m a la redonda de los límites del objeto saliente.

903.3 Teléfonos públicos. La provisión de teléfonos públicos para personas con capacidades diferentes, en los conjuntos habitacionales y condominios, debe estar a cargo de la compañía telefónica autorizada en coordinación con el desarrollador inmobiliario o propietario y la autoridad competente.

903.4. Buzones. La provisión de buzones públicos para personas con discapacidad, en los conjuntos habitacionales y condominios, debe estar a cargo de Correos de México en coordinación con el desarrollador inmobiliario o propietario y la autoridad competente.

903.4.1 Buzones particulares. En el caso de buzones particulares para personas con discapacidad, la ranura por la cual se depositan las cartas debe colocarse entre 90 cm y 110 cm de altura medidos desde el nivel de piso terminado. Los buzones deben cumplir con lo establecido en la Sección 819.

Si el buzón está montado sobre la pared, éste no debe colocarse a menos de 50 cm de cualquier esquina interior que exista.

903.5 Depósitos públicos de basura. La altura máxima del borde operativo de un depósito público de basura, destinado a personas con discapacidad, no debe exceder de 90 cm desde el nivel de piso terminado.

903.6 Coladeras. Las coladeras no deben ubicarse en circulaciones previstas para sillas de ruedas, tampoco deben colocarse a menos de 2.00 m de cualquier tipo de rampa para transeúntes.

SECCIÓN 904 VIVIENDA ACCESIBLE

904.1. Ubicación y áreas. La ubicación de la vivienda accesible y áreas mínimas de los espacios interiores deben corresponder con lo establecido en esta sección.

904.1.1 Ubicación. La ubicación de la vivienda accesible, según su caso, debe ubicarse en la planta baja del edificio. Para el caso de vivienda individual esta debe ser, preferentemente, de una sola planta y ubicarse en los lotes de mayor área o con

excedentes de terreno y en esquina. La vivienda accesible debe ubicarse inmediatamente próxima al acceso peatonal y vehicular.

904.1.2 Área mínima. El área mínima de superficie construida por vivienda accesible debe ser de 65.00 m².

904.1.3 Sala y comedor. El área mínima de la zona de la sala y el comedor debe ser igual al 26% del área total de la vivienda, destinando 13% para la sala y 13% para el comedor.

904.1.4 Recámaras. El área mínima de cada recámara debe ser igual al 12% del total de la vivienda. Para la alcoba el área mínima debe corresponder al 8.5%.

904.1.5 Cocina. El área mínima de la cocina debe ser igual al 6.5% del total de la vivienda.

904.1.6 Patio de servicio. El área mínima del patio de servicio debe ser igual al 6.5% del total de la vivienda.

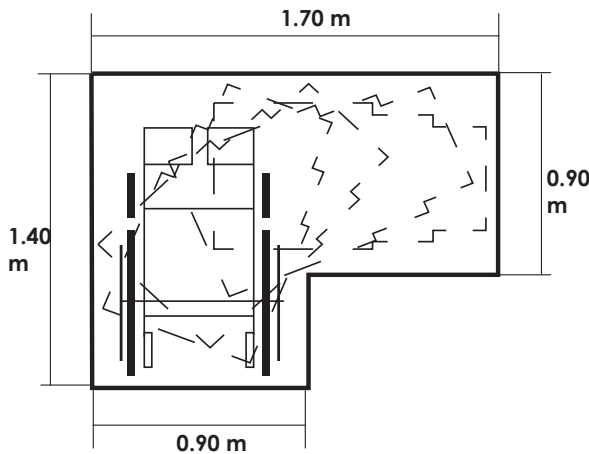
904.1.7 Circulaciones. Las zonas de circulación deben tener un ancho mínimo de 90 cm.

904.1.8 Acceso libre. Debe preverse el acceso libre en silla de ruedas hacia cada uno de los diferentes espacios que componen la vivienda.

904.2 Giros. Debe preverse el libre movimiento y giros de la silla de ruedas en los diferentes espacios que componen la vivienda de acuerdo con lo siguiente:

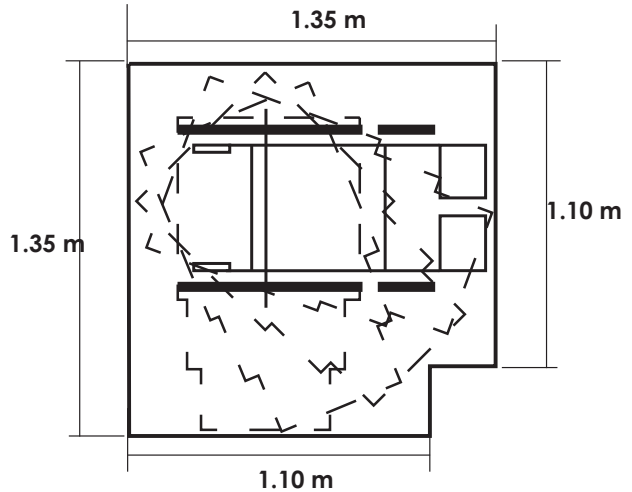
904.2.1 Giros de 90°. Para efectuar un giro de 90° en un pasillo de 90 cm de ancho, se requiere de 1.70 m de longitud mínima en el sentido hacia donde se dirige el giro, y de 1.40 m de longitud mínima desde donde se inicia el giro, ver Figura 904.2.1.1.

FIGURA 904.2.1.1 SUPERFICIE MÍNIMA PARA GIROS DE 90° DE SILLA DE RUEDAS EN PASILLOS Y CONDICIONES SIMILARES



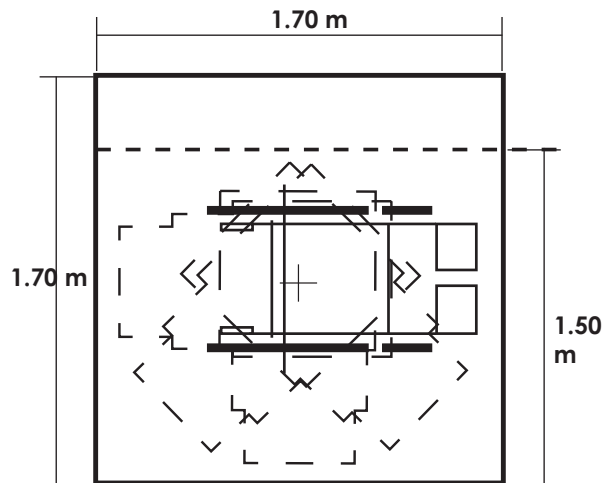
Cuando el giro es de 90°, pero no existe espacio suficiente para desplazarse y al mismo tiempo girar, por ejemplo al final de un pasillo, el espacio mínimo requerido debe ser de 1.10 m por 1.35 m, ver Figura 904.2.1.2.

FIGURA 904.2.1.2 SUPERFICIE MÍNIMA PARA GIROS DE 90° EN SILLA DE RUEDAS AL FINAL DE PASILLOS Y CONDICIONES SIMILARES



904.2.2 Giros de 180°. Para realizar giros de 180° el área mínima requerida debe ser de 1.50 m por 1.50 m o bien la equivalente a un círculo con un diámetro de 1.50 m. En la medida de lo posible esta área debe incrementarse a 1.70 m por 1.70 m para mayor comodidad del usuario, ver Figura 904.2.1.3.

FIGURA 904.2.1.3 SUPERFICIE MÍNIMA PARA GIROS DE 180° EN SILLA DE RUEDAS



904.3 Circulaciones horizontales. Las circulaciones horizontales deben cumplir con lo siguiente:

- a. Ancho mínimo de 1.20 m en circulaciones interiores públicas.
- b. Ancho mínimo de 90 cm en circulaciones interiores privadas.

- c. Uso de piso antiderrapante en la zona de aproximación del acceso principal y en todo el interior de la vivienda.
- d. Cuando a lo largo un pasillo de circulación interior público se coloquen varias puertas de acceso, en los accesos intermedios correspondientes a vivienda accesible, debe proveerse un remediación de 1.80 m de largo por 0.80 m de fondo, como mínimo, para alojar la silla de ruedas y abrir la puerta sin invadir el pasillo.

904.3.1 Puertas. En toda vivienda accesible se deben proveer puertas de acceso y puertas interiores de acuerdo con lo siguiente:

904.3.1.1 Puertas de acceso. El ancho mínimo libre para las puertas de acceso debe ser de 95 cm. El ancho mínimo libre debe ser medido a partir del marco de la puerta y el espesor de la puerta en estado de abatimiento total o de cualquier elemento que disminuya dicha anchura.

904.3.1.2 Puertas interiores. El ancho mínimo libre para las puertas interiores debe ser de 85 cm. El ancho mínimo libre debe ser medido a partir del marco de la puerta y el espesor de la puerta en estado de abatimiento total o de cualquier elemento que disminuya dicha anchura.

904.3.1.3 Perillas y cerraduras. Las perillas o manijas y las cerraduras de las puertas se deben colocar a una altura mínima de 90 cm y máxima de 1.10 m desde el nivel del piso terminado. La cerradura debe permitir su cierre y apertura con una sola mano.

904.3.1.4 Mirillas. Las puertas de acceso deben contar con 2 mirillas. La primera colocada a una altura del piso terminado de 1.20 m y la segunda colocada a una altura del piso terminado de 1.50 m. Ambas mirillas deben colocarse sobre el eje medio longitudinal de la puerta.

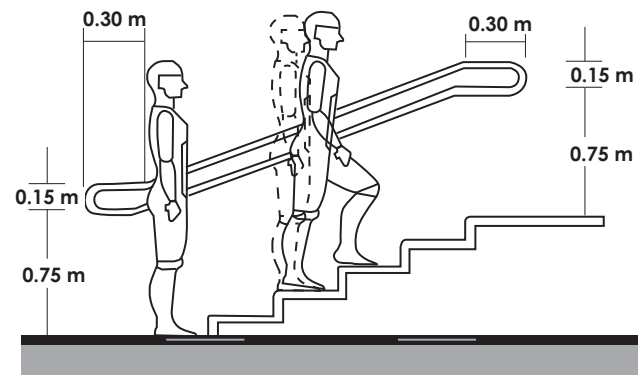
904.3.1.5 Puertas corredizas. El ancho mínimo libre para las puertas corredizas, deslizantes o plegables, debe ser de 85 cm. El ancho mínimo libre debe ser medido a partir de cualquier elemento que disminuya dicha anchura. No se permite que el riel deslizante sobresalga del nivel de piso terminado. No se permiten puertas corredizas que funcionen como puertas de acceso.

904.4 Barandales y pasamanos. Los barandales y pasamanos, ver Figura 904.4, deben ser provistos de acuerdo con lo siguiente:

- a. Deben estar firmemente sujetos y permitir el deslizamiento de las manos sin interrupción.

- b. Deben proveerse 2 pasamanos paralelos en cada lado de la rampa o escalera, los cuales, desde el nivel de piso terminado, deben estar colocados a una altura de 75 cm y 90 cm respectivamente, con 20 cm volados en los extremos y unidos en forma curva sin bordes ni aristas agudas.
- c. Los pasamanos deben ser redondos o semi redondos, con un diámetro exterior mínimo de 3.2 cm y máximo de 4 cm.
- d. La separación mínima con respecto a la pared o cualquier otro paramento debe ser de 4.5 cm.
- e. La fijación o anclaje debe ser capaz de resistir al menos 1 500 N (150 kgf) en cualquier dirección sin que se perciba deformación alguna en el barandal ni en el sistema de fijación.

FIGURA 904.4 MEDIDAS PARA LA COLOCACIÓN DE BARANDALES



904.5 Circulaciones verticales. Las circulaciones verticales para personas con algún impedimento físico o motriz para utilizar las escaleras deben ser provistas por elevadores mecánicos de pasajeros.

904.5.1 Elevadores. Los elevadores de pasajeros deben cumplir con lo establecido en la Sección 825 además de lo siguiente:

- a. Tanto los elevadores como el recorrido hacia los mismos, deben estar señalados con símbolos y rótulos y lectura braille aprobados para tal fin.
- b. El tiempo de apertura mínimo para las puertas debe ser de 15 segundos.
- c. El ancho mínimo de la puerta de la cabina debe ser de 90 cm.
- d. El piso de la cabina debe ser antiderrapante.
- e. Inmediato a la puerta del elevador, debe proveerse un espacio de espera, para personas en sillas de rueda, de 0.75 m por 1.20 m por cada 25 unidades de vivienda del edificio.

Se debe colocar o rotular en cada espacio de espera el símbolo internacional de personas con discapacidad.

- f. Todos los dispositivos de llamado, selección, apertura y seguridad de los elevadores deben proveerse con tableros, botones, señales y sonidos de accesibilidad universal.

904.5.2 Escaleras. Las escaleras deben proveerse de acuerdo con lo siguiente:

- a. Deben contar con baldosas podotáctiles al inicio del embarque y desembarque de la misma.
- b. Superficie de huellas antiderrapante.
- c. Nariz de huella redondeada.
- d. Deben colocarse barandales de acuerdo con lo establecido en la Sección 904.4.
- e. Deben cumplir con lo establecido en las Secciones 811 y 812.7.

SECCIÓN 905 CRITERIOS DE DISEÑO PARA ESPACIOS INTERIORES DE LA VIVIENDA

905.1. Áreas interiores. La áreas interiores de la vivienda accesible se deben establecer de acuerdo con lo indicado en la Sección 904.

905.2 Recámara. La recámara accesible se debe proveer de acuerdo con lo siguiente:

- a. Debe ubicarse donde las condiciones de asoleamiento, ventilación y vistas hacia el exterior sean adecuadas para la persona con discapacidad debido a los largos períodos de tiempo que debe permanecer en su recámara.
- b. Debe permitir que una silla de ruedas gire, después de colocado el mobiliario y el clóset, de acuerdo con lo establecido en la Sección 904.2.
- c. Debe permitir la colocación de la silla de ruedas a un costado de la cama en un espacio mínimo de 0.85 m por 1.20 m.
- d. Debe permitir circulaciones de 85 cm de ancho.
- e. Debe permitir la colocación de accesorios auxiliares, de forma segura, para que el habitante pueda trasladarse de la silla de ruedas a la cama.
- f. El diseño del mobiliario de guardado como clóset, buró, cómoda y escritorios debe ser el apropiado para personas con discapacidad.

905.3 Baño. El baño accesible debe proveerse de acuerdo con las especificaciones indicadas en esta sección, además de lo siguiente:

- a. Debe permitir giros de la silla de ruedas para acceder de manera libre al lavamanos, inodoro, regadera y accesorios diversos, de acuerdo con lo establecido en la Sección 904.2.
- b. Debe permitir circulaciones de 85 cm de ancho.
- c. Debe permitir la colocación de la silla de ruedas a un costado del inodoro y de la regadera en un espacio mínimo de 0.85 m por 1.20 m.
- d. Debe permitir la colocación de barras auxiliares, de forma segura, para que el usuario pueda trasladarse de la silla de ruedas al inodoro, la regadera y, en su caso, poderse poner de pie.
- e. El acabado del piso debe ser antiderrapante.

905.3.1 Puerta del baño. La puerta del baño accesible debe cumplir con lo siguiente.

- a. Debe tener un ancho libre de 85 cm, de acuerdo con lo establecido en la Sección 904.3.1.2.
- b. En caso necesario, debe permitir la colocación de barras de empuje en forma segura.
- c. Debe proveerse una perilla, de preferencia de manivela, con cerrojo que pueda abrir desde afuera en caso de emergencia.

905.3.2 Espacio para el lavabo. El espacio mínimo para el lavabo, o lavamanos, del baño accesible debe ser de 0.90 m por 1.20 m y se debe proveer de acuerdo con lo siguiente:

- a. La altura mínima del borde frontal superior del lavabo debe ser de 73 cm y la máxima de 77 cm a partir del nivel de piso terminado.
- b. El borde inferior no debe ser menor de 64 cm ni mayor de 65 cm.
- c. No deben existir objetos que disminuyan los espacios útiles indicados en las Figuras 905.3.2.1 y 905.3.2 .2.
- d. Debe asegurarse que las llaves de corte, mangueras de agua caliente y de agua fría, así como los accesorios de la descarga no hagan contacto con las piernas del usuario ni con la silla de ruedas.
- e. Las llaves mezcladoras deben ser de tipo cruz o manija y la distancia entre su eje y el borde frontal del lavabo no debe exceder de 30 cm.

FIGURA 905.3.2.1 DIMENSIONES ACCESIBLES PARA LA COLOCACIÓN DEL LAVABO

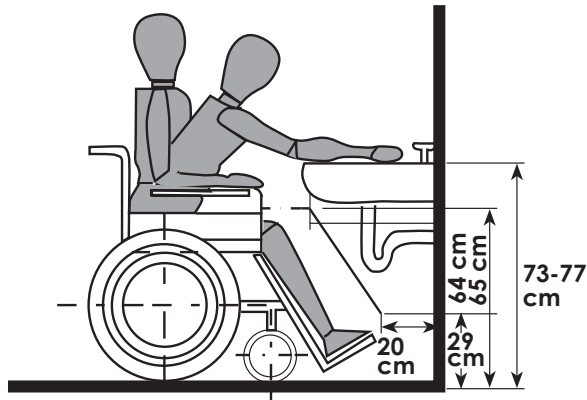
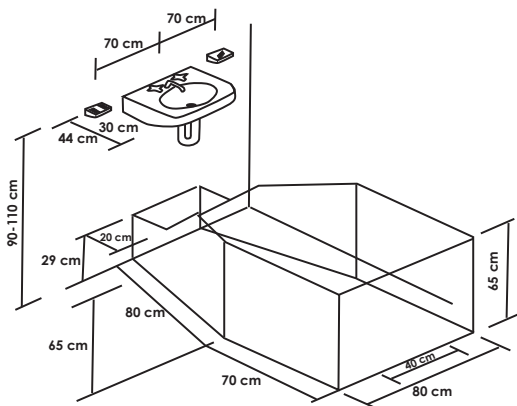
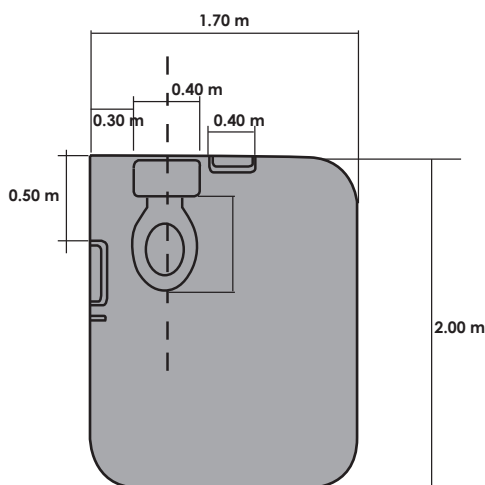


FIGURA 905.3.2.2 DIMENSIONES LIBRES PERMANENTES EN LA ZONA DEL LAVABO



905.3.3 Espacio para el inodoro. El espacio mínimo requerido para el inodoro, a fin de que permita la circulación y acomodo de la silla de ruedas y la instalación de barras de sujeción aprobadas, debe ser de 1.70 m por 2.00 m libres, ver Figura 905.3.3.

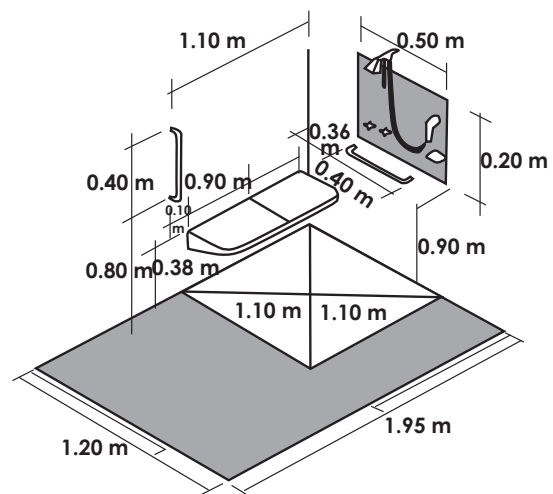
FIGURA 905.3.3 ESPACIO LIBRE MÍNIMO EN LA ZONA DEL INODORO



905.3.4 Espacio para la regadera. El espacio mínimo requerido para la regadera, de forma tal que permita la colocación y circulación de la silla de ruedas, y de la provisión de asiento y barras auxiliares de sujeción aprobadas, debe ser de 1.20 m por 1.95 m libres. El área mínima de la charola de la regadera debe ser de 1.10 m por 1.10 m, ver Figura 905.3.4. Así mismo la zona de regadera debe cumplir con lo siguiente:

- No debe tener sardinel, por lo que se permite un desnivel de 2 cm con pendiente de 2% hacia la coladera de desagüe.
- Se debe delimitar mediante cortina o cancel corredizo o de vaivén, respetando las áreas mínimas de circulación.
- Debe contar con preparaciones para instalar un asiento de 36 cm por 90 cm, las barras de sujeción, la jabonera y la regadera con sus respectivas llaves y controles.
- Las llaves mezcladoras deben ser de tipo cruz o manija y colocarse a una altura mínima de 0.90 m y máxima de 1.10 m desde el nivel de piso terminado. Deben estar ubicadas sobre la pared paralela a uno de los costados del asiento, en su dimensión más corta, a una distancia mínima de 36 cm medidos desde el extremo trasero del asiento.
- El brazo o la cebolla de la regadera debe permitir la instalación de una regadera de teléfono aprobada más sus accesorios de control y sujeción.

FIGURA 905.3.4 ESPACIO LIBRE MÍNIMO EN LA ZONA DE LA REGADERA Y COLOCACIÓN DE ACCESORIOS



905.3.5 Superposición de áreas. Se permite la superposición de áreas de circulación, zonas de giro y espacio para acomodo de la silla de ruedas, siempre que no se interfiera con la funcionalidad

y desempeño correctos del mobiliario, artefactos y accesorios de uso de la persona con discapacidad. Esta disposición es aplicable en todos los espacios de la vivienda accesible.

905.3.6 Accesorios. La provisión de los accesorios como espejos, botiquín, toalleros, jaboneras, portacepillos, portapapel, colgadores, barras de sujeción y otros similares se debe implementar de acuerdo con las capacidades de movilidad del usuario y los requerimientos estándares, en su caso, del resto de los residentes de la vivienda accesible.

905.4 Cocina. El espacio de la cocina accesible se debe proveer de acuerdo con lo establecido en esta sección, además de lo siguiente:

- El vano de acceso debe ser de 90 cm libres y no debe tener marco ni puerta.
- La disposición del mobiliario debe ser tipo "U", ver Figura 905.4.1, o tipo "L", ver Figura 905.4.2.
- Debe permitir el giro de una silla de ruedas para acceder de manera libre al fregadero, estufa, refrigerador, cubiertas y alacenas, de acuerdo con lo establecido en la Sección 904.2.
- Debe permitir circulaciones de 85 cm de ancho.
- Se prohíbe la disposición del mobiliario en forma lineal de una sola crujía.

FIGURA 905.4.1 DISPOSICIÓN DEL MOBILIARIO DE LA COCINA TIPO "U"

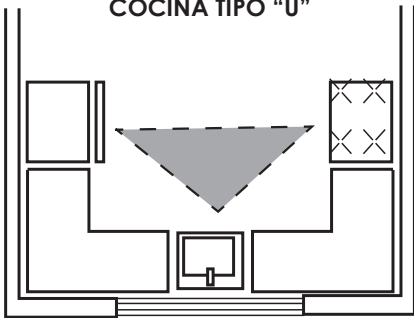
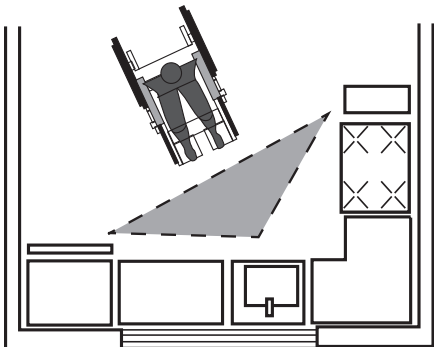


FIGURA 905.4.2 DISPOSICIÓN DEL MOBILIARIO DE LA COCINA TIPO "L"



905.4.1 Fregadero. En la cocina accesible debe proveerse de un fregadero, o lavatrastos, de acuerdo con lo siguiente:

- La altura de la parte baja del fregadero no debe ser menor de 70 cm del piso terminado.
- La altura máxima de la parte superior del fregadero no debe ser mayor de 85 cm del piso terminado.
- El soporte que se utilice para el fregadero no debe sobresalir del borde inferior. En caso de utilizarse ménsulas o escuadras, éstas no deben exceder de 30 cm medidos perpendicularmente desde la pared de apoyo.
- Las llaves mezcladoras deben ser de cruz o manivela.
- Debe asegurarse que las llaves de corte, mangueras de agua caliente y de agua fría, así como los accesorios de la descarga no hagan contacto con las piernas del usuario ni con la silla de ruedas.

905.4.2 Estufa. En la cocina accesible debe proveerse una estufa, con hornillas pero sin horno, que cumpla con lo siguiente:

- La estufa debe colocarse a una altura máxima del piso terminado de 85 cm.
- Debe proveerse un espacio libre inferior de un ancho mínimo de 85 cm y una altura mínima de 70 cm del piso terminado.
- Los soportes, tuberías, válvula de cierre y conexiones de la estufa no deben impedir, por su parte inferior, el libre acceso de la silla de ruedas.

905.4.3 Cubierta. La cubierta de la cocina accesible, o zona de preparación, debe colocarse a la misma altura que tengan el fregadero y la estufa. La parte inferior de cualquier elemento fijado en la superficie baja de la cubierta, debe tener una altura mínima de 70 cm del nivel de piso terminado.

905.4.4 Alacenas. Las alacenas de la cocina accesible no deben tener alturas inferiores de 40 cm ni superiores de 130 cm del piso terminado. La profundidad de las alacenas no debe exceder de 40 cm.

905.4.5 Refrigerador. En la cocina accesible se debe proveer un refrigerador, tipo compacto, que cumpla con lo siguiente:

- a. No debe exceder de 90 cm de altura y se debe montar sobre una base de 40 cm de altura del piso terminado.
- b. Se debe dejar un espacio mínimo de 30 cm entre el refrigerador y la pared más próxima a este. La puerta del refrigerador debe abrir hacia esa pared y, en cualquier caso de acomodo, debe permitir el acceso franco del usuario en silla de ruedas al refrigerador.

905.5 Patio de servicio. Los patios de servicio de la vivienda accesible deben cumplir con lo establecido en la Sección 802, además de lo siguiente:

905.5.1 Acceso. El ancho mínimo libre para la puerta de acceso, de la vivienda al patio de servicio, debe ser de 95 cm, según lo establecido en la Sección 904.3.1.1. El acceso debe contar con una rampa de acuerdo con lo establecido en la Sección 902.4.

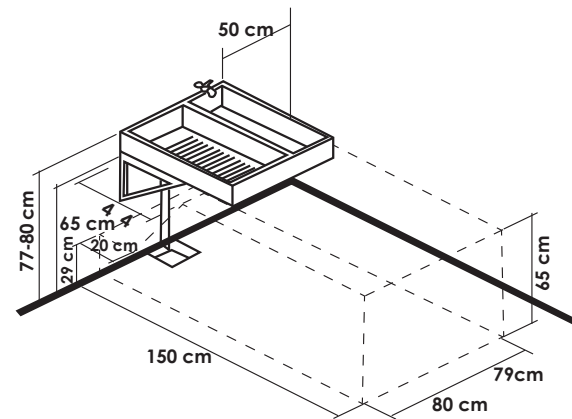
905.5.2 Giros. Se debe asegurar que el usuario en silla de ruedas pueda hacer giros, conforme a lo establecido en la Sección 904.2, para acceder al fregadero, calentador de agua, lavadero, cilindros de gas y otros, en su caso, de acuerdo con lo establecido en la Sección 904.2.

905.5.3 Lavadero. Los lavaderos, o tarjas, de los patios de servicio accesibles, deben cumplir con lo siguiente:

- a. El espacio útil mínimo de la tarja debe ser de 80 cm por 150 cm más circulaciones, ver Figura 905.5.3. Esto permite que el usuario, si así lo decide, pueda cambiar la tarja por una lavadora.
- b. Al menos uno de los lados más largos del fregadero debe estar separado 50 cm de la pared más próxima, ver Figura 905.5.3. En dicho espacio se permite colocar el calentador de agua siempre que este no exceda, según sea el caso, de 40 cm de diámetro o 45 cm de ancho y se cumpla con lo establecido en la Sección 905.5.4.
- c. La altura mínima del borde frontal superior del lavadero no debe exceder de 80 cm del piso terminado.
- d. La altura mínima para el borde frontal inferior debe ser de 65 cm del nivel de piso terminado sin que los soportes y la tubería impidan el acceso de la silla de ruedas.
- e. La distancia perpendicular entre el eje de las llaves y el borde frontal de la tarja no debe exceder de 50 cm.
- f. La altura máxima de la llave debe ser de 90 cm del nivel de piso terminado.

- g. La coladera del patio de servicio no debe sobresalir del nivel de piso terminado.

FIGURA 905.5.3 ESPACIO ÚTIL MÍNIMO DEL FREGADERO EN PATIOS DE SERVICIO ACCESIBLES



905.5.4 Calentador de agua. Se debe proveer un calentador de agua en el patio accesible que cumpla con lo siguiente:

- a. Debe asegurarse que el usuario en silla de ruedas pueda acceder a la portezuela del piloto de encendido, al control del termostato y a la válvula de paso de gas. Estos dispositivos deben ubicarse entre 1.00 m y 1.20 m de altura del piso terminado.
- b. Incluyendo los elementos de soporte del calentador de agua, no debe existir ningún objeto que obstaculice la aproximación del usuario en silla de ruedas a los dispositivos mencionados en el Inciso a.
- c. El espacio inferior del calentador de agua, incluyendo los soportes, debe tener una distancia mínima de 65 cm del piso terminado.
- d. El espacio libre entre la pared y el calentador de agua, o a cualquier dispositivo de control, no debe ser inferior de 5 cm. La portezuela del piloto debe abatir, al menos, 90°.

905.5.5 Recipientes de gas LP. Se deben proveer rutas de acceso, con un ancho mínimo de 85 cm, hacia la zona donde se alojen los cilindros de gas LP. En dicha zona se deben permitir giros de la silla de ruedas de acuerdo con lo indicado en la Sección 904.2.

SECCIÓN 906 INSTALACIONES

906.1 Salidas eléctricas y de instalaciones especiales. Las salidas eléctricas y de instalaciones especiales para vivienda accesible deben proveerse de acuerdo con lo establecido en esta sección.

906.1.1 Interruptores eléctricos. Los interruptores eléctricos, o apagadores, en todo espacio accesible de la vivienda se deben instalar conforme lo siguiente:

- a. La altura mínima de los interruptores debe ser de 90 cm y la máxima de 110 cm desde el nivel de piso terminado hasta el centro de la caja. Lo mismo aplica para el interruptor general y el centro de carga.
- b. Deben estar separados a una distancia mínima de 50 cm de cualquier esquina con respecto al centro de la caja.
- c. Tomando en cuenta el amueblado de la vivienda accesible, la colocación de los interruptores debe asegurar que el usuario, en cualquier circunstancia y acomodo de la silla de ruedas, pueda accionarlos cómodamente.

906.1.1.1 Interruptores en la recámara accesible. En la recámara accesible se deben colocar interruptores de 3 fases, uno próximo a la puerta y otro próximo a la cabecera de la cama, este último a una altura de 80 cm del piso terminado.

906.1.1.2 Interruptores en el baño accesible. Los interruptores que sirven la zona del lavabo deben instalarse de manera tal que el usuario, una vez colocado en dicho mueble, no necesite mover la silla de ruedas para accionarlos.

906.1.1.3 Interruptores de la cocina accesible. Los interruptores ubicados en la cocina accesible deben cumplir con lo siguiente:

- a. Deben ubicarse a una distancia perpendicular del borde de la cubierta de preparación a la pared no mayor de 60 cm.
- b. Se prohíbe la colocación de interruptores sobre las superficies susceptibles a derrames de líquidos.

906.1.2 Contactos. Los contactos eléctricos, o tomacorrientes, en todo espacio accesible de la vivienda se deben instalar conforme lo siguiente:

- a. La altura mínima de los contactos debe ser de 40 cm y la máxima de 50 cm desde el nivel de piso terminado hasta el centro de la caja.
- b. Deben estar separados a una distancia mínima de 50 cm de cualquier esquina con respecto al centro de la caja.
- c. Tomando en cuenta el amueblado de la vivienda accesible, la colocación de los contactos debe asegurar que el usuario, en cualquier cir-

cunstancia y acomodo de la silla de ruedas, pueda alcanzarlos cómodamente.

906.1.3 Timbre. El timbre de la vivienda accesible se debe instalar de acuerdo con lo siguiente:

- a. La altura mínima del timbre debe ser de 90 cm y la máxima de 110 cm desde el nivel de piso terminado hasta el centro de la caja.
- b. Se debe colocar a 10 cm del marco de la puerta de acceso, del lado de la perilla.
- c. Debe estar separado a una distancia mínima de 50 cm de cualquier esquina con respecto al centro de la caja.

906.1.4 Salidas de instalaciones especiales. Las salidas de teléfono, televisión, cablevisión, internet y similares, en todo espacio accesible de la vivienda se deben instalar conforme lo siguiente:

- a. La altura mínima de las tomas debe ser de 40 cm y la máxima de 50 cm desde el nivel de piso terminado hasta el centro de la caja.
- b. Deben estar separados a una distancia mínima de 50 cm de cualquier esquina con respecto al centro de la caja.
- c. Tomando en cuenta el amueblado de la vivienda accesible, la colocación de las tomas debe asegurar que el usuario, en cualquier circunstancia y acomodo de la silla de ruedas, pueda alcanzarlos cómodamente.

SECCIÓN 907 VENTANAS

907.1 Provisión de ventanas. Las ventanas para vivienda accesible deben proveerse de acuerdo con lo establecido en esta sección, además de cumplir con lo siguiente:

- a. Las ventanas deben proveerse tomando en cuenta lo establecido en la Sección 806.
- b. La ubicación de las ventanas debe permitir que el usuario en silla de ruedas pueda acceder a ellas cómodamente y, de acuerdo con la Sección 904.2, pueda realizar giros previendo para esto la colocación de muebles y objetos en el espacio a iluminar y ventilar.
- c. Debe asegurarse una ruta de acceso a las ventanas con circulaciones no menores de 85 cm de ancho.
- d. Los mecanismos de desplazamiento de las ventanas deben permitir que la apertura, cierre y desli-

zamiento de las mismas, sean suaves, silenciosos y con la aplicación del menor esfuerzo posible, con una sola mano, por parte del usuario.

- e. Se permiten ventanas cuya hoja deslizante corra en sentido horizontal al igual que una puerta corrediza.
- f. No se recomiendan las ventanas de guillotina, abatibles, de persiana ni con apertura de manivela en los espacios accesibles.

907.1.1 Alturas. Las alturas del antepecho de las ventanas y de las manijas de apertura y cierre, según el espacio accesible a iluminar y ventilar en que se ubiquen, deben establecerse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 907.1.1.

TABLA 907.1.1 ALTURAS MÁXIMAS PARA ANTEPECHO Y MANIJAS DE APERTURA Y CIERRE EN VENTANAS ACCESIBLES

ESPACIO ACCESIBLE	ALTURA DE ANTEPECHO (m)	ALTURA A CENTRO DE MANIJA (m)
Recámara	0.80	1.10
Baño	1.10	1.20
Cocina y cuarto de lavar	1.10	1.20
Sala y comedor	0.80	1.10

Nota: Las alturas son a partir del nivel de piso terminado

SECCIÓN 908 CRITERIOS DE DOTACIÓN DE VIVIENDA ACCESIBLE Y ADAPTABLE

908.1 Criterios de dotación. Los criterios de dotación de vivienda accesible y adaptable deben establecerse por el Gobierno de la República a través de los Organismos Nacionales de Vivienda.

908.2 Oferta de vivienda accesible y adaptable. Los organismos nacionales y estatales de vivienda, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales y las empresas desarrolladoras de vivienda, deben establecer convenios institucionales para asegurar la oferta de vivienda accesible y adaptable, de acuerdo con los criterios de dotación que el Gobierno de la República establezca.

SECCIÓN 909 CRITERIOS DE DISEÑO DE VIVIENDA ACCESIBLE Y ADAPTABLE

909.1 Criterios de diseño de viviendas adaptables. Los criterios de diseño de viviendas adaptables, deben cumplir con lo establecido en la Tabla 909.1

TABLA 909.1 CRITERIOS DE DISEÑO DE VIVIENDA ADAPTABLE

CRITERIOS	TIPOS DE VIVIENDA		
	UNIFAMILIAR Planta baja	DÚPLEX Planta baja	MULTIFAMILIAR Planta baja
Ubicación			
La vivienda adaptable se debe ubicar en planta baja y lo más cerca posible de los accesos principales.	X	X	X
Estacionamiento			
Se debe proveer de un cajón de estacionamiento de 3.60 m x 5.00 m.	X	X	X
Rampas			
Se debe contar con rampas en las esquinas de las banquetas y cajón de estacionamiento próximos a la vivienda adaptable.	X	X	X
Baño			
El baño debe ubicarse en la planta baja, o bien, debe proveerse un área en la planta baja para adaptarla como baño.	X	X	
El área de la regadera no debe tener sardinel y debe contar con cambio de nivel en la charola de 2 cm, una pendiente de 2% hacia la coladera y piso antiderrapante.	X	X	X
El brazo o la cebolla de la regadera deben permitir la conexión de una regadera tipo teléfono.	X	X	X
Se deben proveer preparaciones para adecuar el nivel del lavabo a 75 cm de altura	X	X	X
Se debe proveer del espacio sobre el lavabo para colocar un espejo extra inclinado.	X	X	X
Permitir el acceso y movimiento de una persona en silla de ruedas, de manera cómoda para el uso del lavabo, inodoro y regadera de manera cómoda.	X	X	
Contar con un muro no estructural, con la finalidad de modificar los espacios de acuerdo con las necesidades de la persona con capacidades diferentes	X	X	
Cocina			
Se deben proveer preparaciones para adecuar el nivel de la tarja a 85cm de altura.	X	X	X
Recámara			
Se debe permitir la opción de adaptar un área para que funcione como recámara, ubicada lo más cercana posible del acceso principal y del baño.	X	X	X
Pasillos			
Los pasillos al interior de las viviendas deben tener un ancho mínimo de 90 cm.	X	X	X
Puertas			
Los vanos de las puertas del acceso principal deben tener un ancho mínimo de 1.00 m.	X	X	X
Los vanos de las puertas interiores, incluyendo la del patio de servicio, deben tener un ancho mínimo de 90 cm.	X	X	X

CAPÍTULO 10 - PREVENCIÓN DE INCENDIOS

SECCIÓN 1001 CONSIDERACIONES GENERALES

1001.1 Grado de riesgo de incendio. Las edificaciones para vivienda de hasta cinco niveles, con base a los materiales de construcción empleados, uso y características físicas, deben ser catalogadas con un grado de incendio de riesgo menor.

1001.2 Seguridad contra incendio. En la edificación de viviendas unifamiliares, dúplex y multifamiliares deben emplearse materiales resistentes al fuego y un diseño constructivo que impida su propagación. Además se deben implementar dispositivos de seguridad que adviertan, alerten y orienten a los ocupantes para poner a salvo sus vidas en caso de incendio.

1001.3 Proceso constructivo. Durante el proceso constructivo de la edificación deben tomarse las precauciones y medidas necesarias para evitar los incendios y, en su caso, para combatirlo mediante un equipo de extinción adecuado, siendo responsabilidad del propietario toda posible afectación a terceros.

1001.4 Estacionamientos. En las áreas de estacionamiento de vehículos no se permite el uso de materiales combustibles o inflamables en ninguna construcción dentro de los mismos. Asimismo se prohíbe el almacenaje de sustancias sólidas o líquidas inflamables o explosivas, a excepción del almacenaje temporal de basura.

1001.5 Pavimentos. En los pavimentos de las áreas de circulaciones generales de edificios, se deben emplear únicamente materiales a prueba de fuego, y se deben instalar letreros prohibiendo la acumulación de elementos combustibles y cuerpos extraños en zonas comunes.

SECCIÓN 1002 RANGOS DE RESISTENCIA AL FUEGO

1002.1 Resistencia de los materiales al fuego. Los elementos constructivos, sus acabados y accesorios en las edificaciones, deben resistir al fuego directo sin llegar al colapso y sin producir flama o gases tóxicos o explosivos, a una temperatura mínima de 1200°K (927 °C) durante el lapso mínimo que establece la norma NMX-C-307-1-ONNCCE-2016.

1002.2 Rangos de resistencia al fuego. Para efecto de prevención de incendios en la edificación la resis-

tencia mínima al fuego de los elementos constructivos debe estar de acuerdo con la Tabla 1002.2.

TABLA 1002.2 RANGOS DE RESISTENCIA AL FUEGO

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	RESISTENCIA EN MINUTOS
Divisiones interiores y cancelas que no lleguen al techo.	30
Elementos estructurales como muros de carga, exteriores o de fachadas; columnas, vigas, trabes, arcos, entrepisos y cubiertas; escaleras y rampas; puertas cortafuegos de comunicación a escaleras, rampas y elevadores; puertas de intercomunicación, muros divisorios y cancelas de piso a techo o plafón fijados a la estructura; recubrimientos a lo largo de rutas de evacuación o en espacios donde se concentren más de 50 personas y pisos falsos para alojar conductos y cableado.	60
Conductos de instalaciones de aire acondicionado o calefacción y los elementos que los sustentan.	120
Campanas y hogares de fogones y chimeneas.	180

SECCIÓN 1003 CONSTRUCCIÓN CONTRA INCENDIOS

1003.1 Materiales inflamables. Los materiales inflamables como madera, poliestireno o plástico que se utilicen en la construcción y fabricación de elementos decorativos, deben estar a no menos de 60 cm de las chimeneas o conductos de humo, en todo caso, dichos materiales se deben aislar con elementos incombustibles resistentes al fuego.

1003.2 Pasos de conductos. Los pasos de conductos de instalaciones en los entrepisos deben sellarse con materiales a prueba de fuego y que sean de fácil remoción para su mantenimiento. Para evitar el efecto del tiro de fuego, todo conducto, hueco y vano que no brinde un servicio aparente debe ser sellado de la misma manera.

1003.3 Compuertas y registros. Las compuertas o registros de conductos verticales de ventilación o de instalaciones en cada nivel deben ser de materiales a prueba de fuego y deben cerrarse herméticamente.

1003.4 Plafones falsos. Para el caso de plafones falsos, el espacio comprendido entre el plafón y la losa no debe estar directamente comunicado con cubos de escaleras o elevadores.

1003.5 Tiros de desalojo. Los tiros para el desalojo de materiales diversos, tales como ropa, desperdicios o basura, que unan dos o más niveles de una edificación con el nivel más alto, se deben prolongar 2.0 m por arriba de las azoteas. Sus compuertas o buzones deben ser capaces de evitar el paso del fuego o de humo de un piso a otro del edificio y se deben construir con materiales a prueba de fuego.

SECCIÓN 1004 RECUBRIMIENTOS PARA MUROS, LAMBRINES Y FALSOS PLAFONES

1004.1 Recubrimientos. Los materiales utilizados en recubrimientos para muros, lambrines y falsos plafones, según su uso, deben tener una resistencia mínima al fuego igual a la que se indica en la Tabla 1004.

**TABLA 1004 GRADO DE RESISTENCIA AL FUEGO PARA
LOS RECUBRIMIENTOS**

DESCRIPCIÓN DEL MURO O TABIQUE	E (cm)	GRF (horas)
Aplanado macizo de yeso con virutas sobre una capa de yeso de 9.5 mm y pies derechos metálicos a cada 66 cm.	5	1
Aplanado macizo de arena y yeso sobre pies derechos metálicos y enlatado de metal.	5	1
Aplanado macizo de cemento Portland sobre pies derechos metálicos y enlatado de metal.	5	1
Guanita proyectada sobre enlatado de metal desplegado N° 13 de 44 mm.	5	1
Bloques macizos de yeso.	5	1
Bloques huecos de yeso.	7.6	1
Losetas estructurales huecas de arcilla de una celdilla con aplanado de 13 mm.	7.6	1
Losetas huecas de hormigón de cenizas, aplanado de 13 mm por ambos lados.	7.6	1
Losetas estructurales huecas de arcilla, aplanado de 13 mm por ambos lados.	10	1
Losetas huecas de hormigón de cenizas.	10	1.5

DESCRIPCIÓN DEL MURO O TABIQUE	E (cm)	GRF (horas)
Losetas huecas de arcilla de una celdilla, aplanado de 13 mm por ambos lados.	10	1.5
Huecos, pies derechos metálicos, enlatado metálico por ambos lados con aplanado de 19 mm de yeso y arena	11.4	1.5
Losetas huecas de arcilla con dos celdillas.	15	1.5
Aplanado macizo de yeso con viruta sobre pies derechos y enlatado metálico.	5	2
Aplanado macizo de cemento Portland sobre pies derechos y enlatado metálico.	6.3	2
Aplanado macizo de yeso y arena sobre pies derechos y enlatado metálico.	6.3	2
Bloques huecos de yeso con aplanado de 13 mm por ambos lados	7.6	2
Losetas estructurales huecas de arcilla de dos celdillas aplanado por un solo lado.	15	2
Losetas estructurales huecas de arcilla de tres celdillas.	20	2
Aplanado macizo de yeso con viruta sobre pies derechos y enlatado metálico.	6.3	3
Bloques huecos de yeso.	10	3
Loseta para plafón falso en cualquier material.	1.5	3

Significado: "E" significa Espesor del muro; "GRF" significa Grado de Resistencia al Fuego.

SECCIÓN 1005 SEÑALIZACIÓN

1005.1 Señalización de seguridad. Para los casos de vivienda vertical, se debe normar un sistema de señalización de seguridad y protección civil para fijar los criterios y la simbología que deben usarse para advertir a las personas de un peligro o indicar la ubicación de dispositivos, equipos de seguridad y maneras de ponerse a salvo; advertencia que no elimina el riesgo ni sustituye las medidas de seguridad necesarias para anular los accidentes.

1005.2 Tipos de señalización. El sistema de señalización debe basarse en los diferentes tipos de señales de seguridad y protección para cada caso.

Las señales deben ser:

1. Informativas.
2. Informativas de emergencia.
3. Informativas para emergencias o desastres.
4. Precaución.
5. Prohibitivas o restrictivas.
6. Obligatorias.

1005.3 Normatividad. Las señales de seguridad y protección civil deben proveerse de acuerdo con lo establecido en la NOM-003-SEGOB-2011 en cuanto a:

1. Formas geométricas.
2. Dimensiones en las señales de seguridad.
3. Símbolos y leyendas.
4. Ubicación de las propias señales.
5. Empleo de los colores.
6. Tipo de números y letras.
7. Uso de materiales.
8. Rangos de Iluminación.

1005.4 Edificación segura. Como complemento a la prevención de incendios, se debe aplicar lo establecido en la Sección 817 referente a salidas de emergencia, detectores de humo y edificación segura y en la Sección 902.9 para la ubicación de puntos de reunión en casos de emergencia.

**ASPECTOS
ESTRUCTURALES**
CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA 2017

PARTE

4

CAPÍTULO 11 - ÁMBITO ESTRUCTURAL

SECCIÓN 1101 CONSIDERACIONES GENERALES

1101.1 Alcance. De acuerdo con las disposiciones indicadas en la Sección 101, los postulados de análisis y diseño estructural indicados en la Parte 4, deben ser de orden público y de observancia en el contexto de la autoridad competente que lo administra. Si bien dichos postulados no representan un manual de diseño, y por lo tanto no son exhaustivos, sí constituyen un modelo de procedimientos indicativos y prescriptivos para garantizar la seguridad estructural de las edificaciones de vivienda mediante el uso de criterios de análisis y diseño estructural fundamentados en diversas normas y documentos aprobados en el ámbito de la ingeniería estructural nacional y que deben ser aplicados en la edificación de vivienda en lo consecutivo.

1101.2 Seguridad estructural. Para garantizar la seguridad estructural de las edificaciones de vivienda, los procedimientos de análisis y diseño estructural deben cumplir con lo siguiente:

- a. Se deben determinar las acciones directas e indirectas que obren sobre el edificio, para así seleccionar y establecer los criterios de análisis y diseño que aseguren el desempeño y resistencia estructural del mismo.
- b. Se deben establecer las condiciones de seguridad y de servicio, que deben ser revisados en el diseño estructural del edificio, así como los criterios de aceptación relativos a cada una de dichas condiciones cumpliendo con los requisitos básicos siguientes:
 - i. Se debe asegurar la resistencia estructural contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante la vida útil del edificio, ver Sección 1101.3.
 - ii. No se debe rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación a lo largo de la vida útil del edificio.
- c. Se debe establecer la combinación de acciones, que deben suponerse aplicadas simultáneamente, para revisar cada una de las condiciones de seguridad y servicio determinadas, de acuerdo con lo indicado en el inciso b de la Sección 1101.2.

1101.3 Vida útil del edificio. De acuerdo con lo establecido en la "Guía de vida útil estimada y por-

centajes de depreciación" publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de julio de 2012 y que al calce dice:... "Cuando el ente público no cuente con los elementos para estimar la vida útil, de conformidad con las Principales Reglas de Registro y Valoración del Patrimonio (Elementos Generales) publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 27 de diciembre de 2010 y con las Reglas Específicas del Registro y Valoración del Patrimonio publicadas en el DOF el 13 de diciembre de 2011, la estimación de la vida útil de un bien será una cuestión de criterio basada en la experiencia que el ente público tenga con activos similares o de la aplicación, de manera excepcional de esta Guía"... el diseño estructural debe considerar, como mínimo, los valores para determinar la vida útil y porcentaje de depreciación del edificio indicados en la Tabla 1101.3 extractada de la publicación mencionada.

TABLA 1103.3 VIDA ÚTIL ESTIMADA Y PORCENTAJES DE DEPRECIACIÓN

CONCEPTO	VIDA ÚTIL	PORCENTAJE DE DEPRECIACIÓN ANUAL
Viviendas	50 años	2 %
Edificios no habitacionales	30 años	3.3%

1101.4 Clasificación estructural de la vivienda. Los edificios de vivienda, de hasta 5 niveles, se deben clasificar dentro de las estructuras del Grupo B, el cual también incluye edificios de oficinas, locales comerciales y hoteles, además de construcciones comerciales e industriales no consideradas en el Grupo A. El Grupo B se subdivide en Tipo B1 y Tipo B2.

1101.4.1 Estructuras Tipo B1. Los edificios de vivienda deben ser clasificados en estructuras Tipo B1 siempre que:

- a. El edificio tenga más de 30 m de altura o más de 6,000 m² de área total construida y esté ubicado en zonas formadas por rocas o suelos generalmente firmes, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos, oquedades, cavernas y túneles naturales o excavados por el hombre, o en zonas en las que los depósitos profundos se encuentren a 20 m de profundidad, o menos, y que estén constituidas predominantemente por estratos arenosos y limo-arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre.
- b. El edificio tenga más de 15 m de altura o más de 3,000 m² de área total construida, y esté ubi-

cado en zonas integradas por depósitos de arcilla altamente comprensible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla.

- c. Edificios que tengan locales de reunión que puedan alojar más de 200 personas, así como los ubicados en zonas de patrimonio histórico, artístico y arqueológico.

1101.4.2 Estructuras Tipo B2. Se deben clasificar como estructuras Tipo B2 los edificios de vivienda del Grupo B que no recaigan en el Tipo B1.

1101.5 Unidades. Para efecto de análisis y diseño estructural, se debe prever que en la Parte 4 sólo se especifican las unidades en las ecuaciones no homogéneas cuyos resultados dependen de las unidades en que se expresan. La ecuación, en cada uno de esos casos se presenta, en primer lugar, en términos de unidades del sistema internacional enmarcadas entre paréntesis y, en segundo lugar, la ecuación se presenta en términos de unidades del sistema métrico decimal convencional. Los valores correspondientes a los dos sistemas no son exactamente equivalentes, por lo que cada sistema debe utilizarse con independencia del otro, sin hacer combinaciones entre los dos.

SECCIÓN 1102 ESTUDIOS PRELIMINARES

1102.1 Generalidades. Previo al análisis y diseño estructural del edificio se deben realizar una serie de estudios preliminares que deben cumplir, como mínimo, con lo establecido en la Sección 1102. Es facultad de la autoridad competente solicitar otros estudios complementarios cuando las características del suelo, topografía, registros históricos, riesgos, infraestructura, factores climatológicos y otros, así lo ameriten.

1102.2 Estudios preliminares. Los estudios preliminares deben ser los siguientes:

1102.2.1 Diagnóstico del contexto inmediato. Se debe realizar un diagnóstico del contexto inmediato de acuerdo con lo siguiente:

- a. Tipo y condiciones de cimentación y paramentos de las construcciones colindantes en materia de estabilidad, hundimientos, emersiones, agrietamientos del suelo y desplomes.
- b. Localización y características de las obras subterráneas cercanas, existentes o proyectadas, pertenecientes a vías de comunicación y transporte, ductos y redes de servicios públicos, con objeto de verificar que la edificación no cause

daños a tales infraestructuras ni sea afectada por éstas.

- c. Presencia de rellenos superficiales, por intervención humana, de cualquier tipo.
- d. Presencia de minas subterráneas para explotación de arenas, gravas y similares.
- e. Presencia de grietas de tensión en las zonas de transición abrupta en las proximidades de cerros y montes.
- f. Presencia de suelos inestables, es decir, expansivos o colapsables.
- g. Presencia de roca que pueda alojar cavernas.
- h. Presencia de suelos licuables.

1102.2.2 Estudio geotécnico. Para las edificaciones Tipo B1 el estudio geotécnico debe ser realizado por un laboratorio certificado que, cuando menos, arroje resultados sobre los siguientes conceptos:

- a. Tipo de suelo.
- b. Capacidad de carga.
- c. Módulo de reacción del suelo.
- d. Definición de alternativas para la cimentación.

Para edificaciones del Tipo B2 el estudio geotécnico debe comprender, cuando menos, los mismos conceptos establecidos en esta sección, pero sin la necesaria intervención de un laboratorio certificado. La interpretación de los resultados, en este caso, debe recaer sobre el responsable del proyecto estructural.

1102.2.3 Estudio hidrológico. Se debe realizar un estudio hidrológico de la cuenca donde se emplace el edificio con el fin de evitar o mitigar, a través del diseño estructural, daños al edificio, a personas y a terceros. Este estudio debe contener datos y resultados sobre los siguientes conceptos:

- a. Esguimientos hidráulicos. El cual debe determinar la escurrimiento superficial de la cuenca principal, sobre todo en zonas con suelos poco permeables, como los arcillosos y las zonas con cubierta vegetal escasa, analizando los principales agentes que generan esguimientos atípicos en temporada de lluvias, sobre todo cuando se presentan factores de riesgo a causa de los tipos de roca, pendiente del terreno, erosión, arrastre de material y suelos permeables sujetos a deslaves.
- b. Zonas inundables. Se deben tomar en cuenta las medidas de mitigación necesarias, para salvaguardar el edificio y a las personas que lo

habitan, cuando la intensidad de la precipitación y por lo tanto la escorrentía superficial sea mayor a la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de desalojo del agua hacia terrenos más bajos o hacia sistemas de captación pluvial sea ineficiente, ver Sección 106.1.3.

1102.2.4 Estudio del clima. Se debe determinar la información relativa al clima local, ya que de esta información depende la sustentabilidad del edificio en cuanto a la orientación de fachadas, tamaño de vanos, salientes y selección de materiales adecuados a la región, que necesariamente repercuten en las características estructurales del edificio.

1102.2.5 Estudio del marco regulatorio. Se debe verificar el marco regulatorio local para determinar las restricciones legales y normativas sobre la edificación de vivienda relacionadas con el diseño estructural. El resumen de los estudios del marco regulatorio local debe formar parte de la memoria descriptiva del proyecto ejecutivo y del cálculo estructural del edificio.

1102.2.6 Estudio de riesgos. Se debe realizar un estudio de riesgos para determinar la vulnerabilidad de la zona de acuerdo con el uso de la edificación, adecuando el diseño para proporcionar soluciones apropiadas frente a un riesgo determinado, ver Secciones 104.8.4.1 y 104.10.1. Esta información se debe integrar tanto a la memoria descriptiva del proyecto ejecutivo como base de la constancia de seguridad estructural, en el caso de que la autoridad competente así lo solicite, ver Sección 1104.4.

SECCIÓN 1103 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

1103.1 Definición general de la estructura. Con el fin de garantizar que el edificio soporte con suficiencia las cargas resultantes de su uso y peso propio, en combinación con las cualidades y formas establecidas en el proyecto arquitectónico, se deben definir los diferentes elementos que integran la estructura del mismo, así como los elementos de unión entre éstos de acuerdo con lo siguiente:

1103.1.1 Elementos de la cimentación. Los elementos de la cimentación que deben definirse para transmitir directamente las cargas del edificio al subsuelo deben ser:

- a. Zapatas aisladas.
- b. Zapatas corridas.
- c. Losas de cimentación.

d. Pilas.

1103.1.2 Elementos de la estructura portante. Los elementos de la estructura portante que deben definirse para transmitir las cargas del edificio a la cimentación deben ser:

- a. Muros portantes.
- b. Columnas.
- c. Trabes.
- d. Otros.

1103.1.3 Elementos de los sistemas de piso. Los elementos de la estructura portante que deben definirse para transmitir las cargas del edificio a la estructura portante deben ser:

- a. Losas apoyadas en trabes paralelas.
- b. Losas perimetralmente apoyadas.
- c. Otras.

SECCIÓN 1104 ENTREGA DE DOCUMENTOS

1104.1 Generalidades. La información del proyecto estructural del edificio, definido por el análisis y diseño estructural, debe quedar documentada para que se lleve a cabo la gestión del proyecto, para obtener la licencia de construcción, para ejecutar la obra, y para garantizar la seguridad estructural. Dichos documentos se clasifican en los siguientes entregables:

- a. Memoria de cálculo.
- b. Planos estructurales.
- c. Constancia de seguridad estructural.

1104.2 Memoria de cálculo. En la memoria de cálculo se deben describir y justificar, con el nivel de detalle suficiente para que puedan ser evaluados por un especialista externo, los antecedentes, la estructuración elegida del edificio y los métodos y procedimientos empleados para el análisis estructural y el dimensionamiento de los elementos que integran la estructura. En el diseño de la estructura deben justificarse los efectos de las cargas muertas, las cargas vivas, el sismo y el viento, sobre todo cuando éste sea significativo y las intensidades de estas acciones concentradas en el diseño y la forma en que se calcularon además de lo siguiente:

- a. Deben especificarse, si así procede, los efectos

producidos por otras acciones no consideradas en las cargas del análisis estructural, como por ejemplo los empujes de tierras y de agua, cambios de temperatura, contracción de los materiales, hundimiento de los apoyos y el funcionamiento de maquinarias y equipos.

- b. Debe incluirse, en su caso, el análisis del efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad de ocurrir simultáneamente y pongan en riesgo la seguridad de la estructura del edificio.
- c. Cuando se trate de modificaciones en edificaciones existentes, que impliquen una alteración en su funcionamiento estructural, debe incluirse el proyecto estructural detallado para garantizar que tanto la zona modificada como la estructura en su conjunto cumplan con los requisitos de seguridad establecidos. El proyecto debe incluir los apuntalamientos, contravientos y demás precauciones que se necesiten durante la ejecución de dichas modificaciones.
- d. Debe establecerse la excepción de las responsabilidades del proyectista estructural del edificio cuando se presenten perjuicios en la estructura ocasionados por cargas muertas o vivas, mayores a las consideradas en el diseño estructural o con una distribución más desfavorable que las del diseño estructural realizado, sea por eventos catastróficos o modificaciones posteriores al inmueble.
- e. La memoria debe estar firmada por el diseñador proyectista responsable del análisis y diseño estructural, indicando además la referencia de cédula profesional y, en su caso, la certificación correspondiente.

1104.3 Planos estructurales. Los planos estructurales deben contener toda la información necesaria que permita la fácil interpretación de las soluciones propuestas y posibilite la construcción de la estructura del edificio, así mismo se deben incluir las referencias de las normas mexicanas relacionadas con el diseño estructural del edificio, además de lo siguiente:

- a. Se debe incluir el proyecto de protección de colindancias y el estudio de mecánica de suelos, cuando así proceda.
- b. En el caso de que la estructura esté constituida por elementos prefabricados o de patente, los planos estructurales deben indicar las condiciones que éstos deben cumplir en cuanto a su resistencia y otros requisitos de comportamiento. Deben especificarse los herrajes y dispositivos de anclaje, las tolerancias dimensionales y procedimientos de montaje. Así mismo, deben indicarse

los procedimientos de apuntalamiento, erección de elementos prefabricados y conexiones de una estructura nueva con otra existente. En las obras de ampliación no se deben sobrepasar los límites de resistencia estructural ni las capacidades de servicio de las instalaciones construidas.

- c. Los planos estructurales deben estar firmados por el diseñador proyectista responsable del análisis y el diseño estructural, indicando además la referencia de cédula profesional.

1104.3.1 Plano 00. El proyecto estructural, adicionalmente a la memoria de cálculo, debe contar con el Plano 00, que debe contener la siguiente información:

- a. Lista de planos del proyecto estructural.
- b. Datos de diseño por sismo.
- c. Datos de diseño por viento.
- d. Cargas consideradas.
- e. Tipo de análisis realizado.
- f. Propiedades de materiales: resistencia, dimensiones, en caso de bloques, módulo de elasticidad, peso unitario y coeficiente térmico, en caso de haberse empleado.
- g. Consideraciones especiales a tomar en cuenta en la construcción como apuntalamientos en losa y tiempo de descimbrado.
- h. Características del suelo para el que ha sido diseñado.
- i. Holguras en fabricación.
- j. Longitudes de traslape.
- k. Detalles de corte de colado en losas.
- l. Información adicional pertinente.

1104.4 Constancia de seguridad estructural. Cuando la autoridad competente así lo solicite, se debe entregar la constancia de seguridad estructural de acuerdo con lo siguiente:

- a. Documentos de identificación oficial: Cédula profesional o identificación oficial aprobada por la autoridad competente.
- b. Documentos de acreditación de personalidad jurídica, es decir:
 - i. Carta poder firmada ante dos testigos con ratificación de las firmas ante notario público.

Personas físicas: carta poder firmada ante dos testigos e identificación oficial del interesado y de quien realiza el trámite o poder notarial e identificación del representante o apoderado legal.

- ii. Formato debidamente llenado y firmado, extendido por la autoridad competente.
 - iii. Responsiva y carnet original del responsable en seguridad estructural.
- c. Memoria de cálculo que contenga los criterios de diseño estructural adoptados y los resultados de las pruebas necesarias y suficientes que garanticen la seguridad estructural de la edificación cumpliendo con el reglamento de construcciones de la localidad donde se emplace el edificio.

CAPÍTULO 12 - ANÁLISIS ESTRUCTURAL

SECCIÓN 1201 GENERALIDADES

1201.1 Generalidades. Los postulados estructurales indicados en el Capítulo 12 se fundamentan en normas y especificaciones técnicas tomadas de diversos documentos oficiales vigentes, los cuales comprenden una serie de reglas y principios, de carácter no limitativo, aplicables específicamente a la construcción de edificaciones de uso habitacional en cualquier localidad del territorio nacional, que por sus características estructurales se clasifican dentro del Grupo B, ver Sección 1101.4.

SECCIÓN 1202 CRITERIOS DE DISEÑO

1202.1 Estado límite. Toda estructura y cada uno de sus componentes, deben ser diseñados para ofrecer una seguridad adecuada ante la aparición de los posibles modos de falla producto de la combinación de acciones que se presenten a lo largo de su vida útil, ver Sección 1101.3. Para ello se deben considerar, como parámetros de aceptación, los valores de estado límite para el comportamiento de la estructura, a partir de los cuales su desempeño deja de cumplir con algunas de las funciones o requisitos para los que ha sido proyectada. Para este efecto se deben considerar dos tipos de estados límite.

- a. **Estado límite de falla:** se presenta con el agotamiento definitivo de la capacidad resistente de una estructura o parte de ella, o por el hecho de que sin haber agotado su capacidad resistente la estructura sufre daños irreversibles que afectan el comportamiento ante nuevos estados de carga.
 - i. Se debe considerar como límite de falla dúctil si la capacidad de carga de la sección revisada se mantiene para deformaciones fuera del rango de proporcionalidad elástico del material.
 - ii. Se debe considerar como límite de falla frágil si la capacidad de carga de la sección se reduce drásticamente al alcanzar el estado límite.
- b. **Estado límite de servicio:** se presenta cuando la estructura llega a estados de deformaciones, vibraciones, agrietamientos o en general cuando se suceden daños que afectan el correcto funcionamiento de la construcción, sin que necesariamente se vea afectada la capacidad de la estructura para soportar cargas

1202.1.1 Resistencia. Se debe entender por resistencia la magnitud de una acción o combinación de acciones que provocan la aparición de un estado límite de falla de la estructura o de cualesquiera de sus componentes con relación a lo siguiente:

- a. La resistencia se debe expresar en términos de las fuerzas internas, o la combinación de ellas, que correspondan a las capacidades mecánicas máximas de las secciones de la estructura. Las fuerzas internas deben catalogarse en axiales, cortantes y momentos de flexión y torsión que actúan en una sección determinada de la estructura.
- b. La determinación de la resistencia debe llevarse a cabo por medio de ensayos de modelos físicos de la estructura o parte de la misma. Con base en los resultados de los ensayos, se debe deducir una resistencia de diseño, tomando en cuenta las posibles diferencias entre las propiedades geométricas y mecánicas medidas en los especímenes ensayados y las esperadas en las estructuras reales. El tipo de ensayo y cuantía de especímenes se debe determinar por medio de criterios probabilísticos adecuados y aprobados.

1202.3 Métodos aceptados para el análisis estructural. El análisis estructural debe obtener una correspondencia entre la edificación y la representación de un modelo numérico que describa el comportamiento de la estructura de forma correcta. Para ello se han desarrollado métodos de análisis estructural fundamentados en las teorías de resistencia de materiales ampliamente difundidos y aceptados en la ingeniería estructural y en este CEV, para la evaluación del comportamiento estructural de las edificaciones y que se describen a continuación

- a. Métodos clásicos de fuerza y desplazamiento
- b. Método de diferencias finitas y método de elementos finitos.
- c. Método de las líneas de fluencia.
- d. Método de series armónicas u otros similares.
- e. Método de analogía de emparrillados.
- f. Método de franjas finitas.

Cualquier otro método diferente a los descritos, debe ser aprobado por la autoridad competente.

1202.4 Acciones. Se deben considerar tres categorías de acciones de acuerdo con la duración en que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima:

- a. **Permanentes:** Son aquellas acciones que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía de forma poco significativa con el tiempo, tales como carga muerta, empujes estáticos de suelos y líquidos y deformaciones impuestas, entre otras.
- b. **Variables:** Son aquellas acciones que obran sobre la estructura con una intensidad que varía significativamente con el tiempo, tales como cargas vivas, efectos de temperatura, acciones debidas al funcionamiento de maquinarias, entre otras.
- c. **Accidentales:** Son aquellas acciones que no se deben al funcionamiento normal de la edificación y pueden alcanzar intensidades importantes durante lapsos breves, tales como cargas debidas a viento, sismo, granizo y explosiones, entre otras.

1202.5 Cargas. Se deben considerar los diferentes tipos de cargas que debe resistir la estructura del edificio y sus componentes de acuerdo con lo siguiente:

- a. **Cargas gravitacionales.** Se refieren a las cargas ejercidas sobre los distintos elementos estructurales que integran el edificio debido a su funcionamiento, es decir, cargas vivas y cargas muertas que actúan durante la operación del edificio.
- b. **Cargas no variables en el tiempo.** Se refieren Los pesos de todos los elementos constructivos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia con el tiempo, para su evaluación se emplean las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales con los que están hechos. Se deben utilizar los valores mínimos probables cuando su efecto sea favorable a la estructura, como en caso de volteo, flotación, lastre y succión producida por el viento. Para el caso de losas de concreto, se debe adicionar 0.2 kN/m² (20 kg/m²) a la carga muerta siempre que la losa sea colada en sitio.
- c. **Cargas variables en el tiempo.** Las cargas variables en el tiempo se dividen en cargas vivas y cargas accidentales.
- d. **Cargas vivas.** Se deben considerar como cargas vivas aquellas que se producen, con carácter transitorio, por el uso y ocupación de las edificaciones, tomando en cuenta las siguientes consideraciones, ver Tabla 1202.5:
 - i. La carga media (*W*) se debe emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas.

- ii. La carga instantánea (*Wa*) se debe emplear para el diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área
- iii. La carga viva máxima (*Wm*) se debe emplear para el diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como para el diseño estructural de la cimentación ante cargas gravitacionales.
- iv. Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento, su intensidad se debe considerar nula sobre toda el área, a menos que pueda justificarse otro valor.

TABLA 1202.5
CARGAS VIVAS UNITARIAS, kN/m² (kg/m²)

DESTINO DEL PISO O CUBERTA	W	Wa	Wm	OBSERVACIONES
Casa habitación, departamentos habitacionales y viviendas.	0.7 (70)	0.9 (90)	1.7 (170)	1

¹ Para elementos con área tributaria mayor de 36 m², *Wm* puede reducirse (primera ecuación en kN/m² y segunda en kg/m²), igual a:

$$1.0 + \frac{4.2}{\sqrt{A}} \left(100 + \frac{420}{\sqrt{A}} \right)$$

Donde *A* es el área tributaria en m². Cuando sea más desfavorable se debe considerar, en lugar de *Wm*, una carga de 5kN (500 kg) aplicada sobre un área de 500x500 mm en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligeros con cubierta rigidizante, se debe considerar en lugar de *Wm*, cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 2.5 kN (250 kg) para el diseño de los elementos de soporte y de 1 kN (100 kg) para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicadas en la posición más desfavorable.

Se deben considerar como sistemas de piso ligero aquéllos formados por tres o más miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no más de 80 cm y unidos con una cubierta de madera contrachapada, con duelas correctamente clavadas, o cualquier otro material que proporcione una rigidez equivalente.

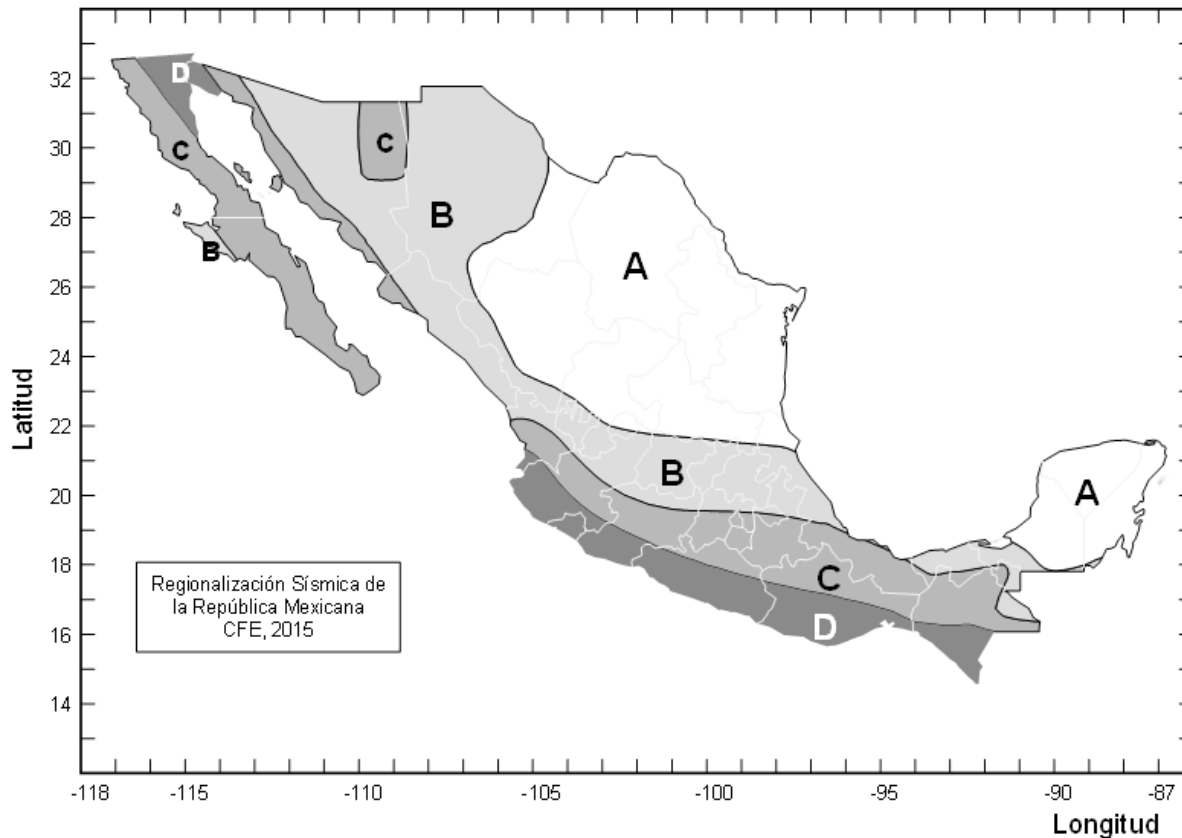
SECCIÓN 1203
DISEÑO POR SISMO

1203.1 Sismo. Para determinar las fuerzas estáticas equivalentes, debidas a eventos sísmicos, se debe

tomar como base lo señalado en esta sección y, además, consultar el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo 2015, de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para estructuras del Tipo B2 (estructuras destinadas a vivienda), estructuras que se ajustan al Tipo 1 de acuerdo con la clasificación según su estructuración (estructuras de edificios donde las fuerzas laterales se resisten en cada

nivel por marcos continuos contra vientos o no, por diafragmas rígidos o muros o combinación de éstos), y que no requieren de la especificación del tipo de terreno para la obtención de un espectro de aceleración constante, mismo que se ajusta al Capítulo 3.1.6.3 de dicho manual. Para fines de diseño sísmico se debe considerar la zona sísmica correspondiente indicada en la Figura 1203.1.

FIGURA 1203.1 MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA



- Las estructuras se deben analizar bajo la acción de dos componentes ortogonales horizontales, no simultáneas del movimiento del terreno. La combinación en la sección crítica se debe efectuar sumando vectorialmente los efectos gravitacionales con los efectos sísmicos de la siguiente forma, 100% de la componente en la dirección principal y 30% de la componente en la dirección ortogonal.
- El espectro de aceleración constante construido conforme a lo que aquí se describe, se considera como un espectro de estado límite de prevención de colapso, por lo que para la revisión del estado límite de servicio debe multiplicarse por un factor $F_{ser}=5.5$.

1203.2 Metodología. Para estructuras Tipo 1, de acuerdo con la Sección 3.3 del mismo manual CFE,

el tipo de análisis por sismo debe utilizar uno de los siguientes métodos para la determinación de las fuerzas laterales debidas a acciones sísmicas:

- Método simplificado.
- Método estático.
- Método dinámico modal espectral.
- Método dinámico paso a paso.

1203.3 Zonificación. Para los efectos del CEV, las zonas del país se dividen de acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo 2015, de la CFE.

1203.4 Coeficiente sísmico. El coeficiente sísmico, c , para las edificaciones clasificadas como del grupo

B, es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la edificación por efecto del sismo, V_0 , entre el peso de la edificación sobre dicho nivel, W_0 .

1203.5 Reducción de fuerzas sísmicas. Cuando se aplique el método estático o un método dinámico para análisis sísmico, las fuerzas sísmicas calculadas podrán reducirse con fines de diseño empleando para ello los criterios que fija el Capítulo 4, en función de las características estructurales y del terreno.

Los coeficientes que se especifican para la aplicación del método simplificado de análisis toman en cuenta todas las reducciones que procedan por los conceptos mencionados; por ello, las fuerzas sísmicas calculadas por este método no deben sufrir reducciones adicionales.

1203.6 Combinación de acciones. Se debe verificar que tanto la estructura como su cimentación resistan los momentos flexionantes, fuerzas cortantes y axiales, momentos torsionantes de entrepiso y momentos de volteo inducidos por sismo, combinados con los que correspondan a otras solicitaciones y afectados del factor de carga correspondiente.

1203.7 Revisión de desplazamientos laterales. Las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos, producidos por las fuerzas cortantes sísmicas del entrepiso, no deben exceder 0.006 veces la diferencia de elevaciones correspondientes, salvo que no haya elementos incapaces de soportar deformaciones apreciables, como muros de mampostería, o bien estos estén separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por sus deformaciones. En tal caso, el límite en cuestión debe ser de 0.012. El desplazamiento debe ser el que resulte del análisis con las fuerzas sísmicas multiplicado por el factor de comportamiento sísmico Q . Este mismo desplazamiento se debe emplear para la revisión del cumplimiento de los requisitos de holguras de vidrios y de separación de edificios colindantes.

Al calcular los desplazamientos anteriormente mencionados, pueden descontarse aquellos debidos a la flexión de conjunto de la estructura.

En edificios en que la resistencia sísmica sea proporcionada esencialmente por sistemas de losas planas y columnas, no se debe exceder, en ningún caso, el límite de 0.006, calculado como se indica en el párrafo inicial de esta sección.

Para edificios estructurados con muros de carga de mampostería, se deben observar los límites fijados en los Capítulos 13 y 14 del CEV.

1203.8 Separación de edificios colindantes. Toda edificación debe separarse de sus linderos con los

predios vecinos una distancia no menor de 50 mm, ni menor que el desplazamiento horizontal calculado para el nivel de que se trate, aumentado en 0.001, 0.003 ó 0.006 veces la altura de dicho nivel sobre el terreno.

En caso de que en un predio adyacente se encuentre una construcción, que esté separada del lindero una distancia menor que la antes especificada, debe dejarse en la nueva construcción una distancia tal que la separación entre las dos construcciones no sea menor de la suma de las requeridas para cada una, según esta sección. Sólo puede ser admisible dejar la separación requerida para la construcción nueva, cuando se tomen precauciones que, a satisfacción de la autoridad competente, garanticen evitar daños por el posible contacto entre las dos construcciones durante un sismo.

Si se emplea el método simplificado de análisis sísmico, la separación mencionada no debe ser, en ningún nivel, menor de 50 mm, ni menor que la altura del nivel sobre el terreno multiplicada por 0.007.

La separación entre cuerpos de un mismo edificio o entre edificios adyacentes debe ser, cuando menos, igual a la suma de las que corresponden a cada uno, de acuerdo con los párrafos precedentes.

Se permite dejar una separación igual a la mitad de dicha suma si los dos cuerpos tienen la misma altura y estructuración y, además, las losas coinciden a la misma altura, en todos los niveles. En los planos arquitectónicos y en los estructurales se deben anotar las separaciones que deben dejarse en los linderos y entre cuerpos de un mismo edificio.

Los espacios de separación entre edificaciones colindantes y entre cuerpos de un mismo edificio, deben quedar libres de todo material. Los tapajuntas deben colocarse de tal manera que permitan, de manera libre, los desplazamientos relativos, tanto en su plano como perpendicularmente a él.

1203.9 Método simplificado de análisis. El método simplificado es aplicable al análisis de edificios que cumplan simultáneamente con los siguientes requisitos:

- a. En cada planta, al menos el 75 por ciento de las cargas verticales deben estar soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte. Dichos muros deben tener distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales y deben satisfacer las condiciones establecidas en los aspectos estructurales de la Parte 4. Para que la distribución de muros pueda considerarse sensiblemente simétrica, se debe cumplir en dos direcciones ortogonales, que la excentricidad

torsional calculada estáticamente, $e_{s'}$ no exceda del 10 por ciento de la dimensión en planta del edificio medida paralelamente a dicha excentricidad, b . La excentricidad torsional e_s puede estimarse como el cociente del valor absoluto de la suma algebraica del momento de las áreas efectivas de los muros, con respecto al centro de cortante del entrepiso, entre el área total de los muros orientados en la dirección de análisis. El área efectiva es el producto del área bruta de la sección transversal del muro y del factor F_{AE} que está dado por

$$F_{AE} = 1 \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$

$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2 \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33 \quad (1)$$

donde H es la altura del entrepiso y L la longitud del muro.

Los muros a que se refiere este párrafo pueden ser de mampostería, concreto reforzado, placa de acero, compuestos de estos dos últimos materiales, o de madera; en este último caso deben estar arriostrados con diagonales.

- b. La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no debe exceder de 2.0, a menos que para fines de análisis sísmico se pueda suponer dividida dicha planta en tramos independientes cuya relación entre longitud y ancho satisfaga esta restricción y las que se fijan en el inciso anterior.
- c. La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no debe exceder de 1.5 y la altura del edificio no debe ser mayor de 13 m.

Nota: Para poder aplicar el método simplificado en edificios de 5 niveles en municipios cálidos es necesario reducir la altura de los espacios por debajo de lo indicado en 809.1, lo cual solo es permitido cumpliendo las condiciones indicadas en la Tabla 809.1A.

1203.10 Análisis estático y dinámico. Los métodos dinámicos aplican para el análisis de toda estructura, cualesquiera que sean sus características. Puede utilizarse el método estático para analizar estructuras regulares, de altura no mayor de 30 m, y estructuras irregulares de no más de 20 m. los límites anteriores se amplían a 40 m y 30 m, respectivamente. Con las mismas limitaciones relativas al uso del análisis estático, también es admisible emplear los métodos de análisis en los cuales se tienen en cuenta los periodos dominantes del terreno en el sitio de interés y la interacción suelo-estructura.

1203.11 Espectros para diseño sísmico. Cuando se aplique el análisis dinámico modal, se debe adoptar el factor a como ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, es decir:

$$a = a_0 + (c - a_0) \frac{T}{T_a} \quad ; \quad \text{si } T < T_a \quad (2)$$

$$a = c \quad ; \quad \text{si } T_a \leq T \leq T_b$$

$$a = qc \quad ; \quad \text{si } T > T_b$$

donde

$$q = (T_b/T)^r \quad (3)$$

1203.12 Reducción de fuerzas sísmicas (factor de reducción). Para el cálculo de las fuerzas sísmicas para análisis estático y de las obtenidas del análisis dinámico, se debe emplear el factor de reducción Q' el cual se debe calcular como sigue:

$$Q' = Q \quad ; \quad \text{si se desconoce } T, \quad (4)$$

$$\text{o si } T \geq T_a$$

$$Q' = 1 + \frac{T}{T_a}(Q - 1) \quad \text{si } T < T_a$$

T se debe tomar igual al periodo fundamental de vibración de la estructura cuando se utilice el método estático, e igual al periodo natural de vibración del modo que se considere cuando se utilice el análisis dinámico modal; T_a es un periodo característico del espectro de diseño. Q es el factor de comportamiento sísmico.

Para el diseño de estructuras que sean irregulares, el valor de Q' deberá ser corregido de acuerdo con los criterios descritos.

1203.13 Factor de comportamiento sísmico. Para el factor de comportamiento sísmico Q , se deben adoptar los valores especificados en alguno de los casos de las secciones siguientes, según se cumplan los requisitos en ellas indicados.

1203.13.1 Requisitos para $Q = 4$. Se usa $Q=4$ cuando se cumplan los requisitos siguientes:

- a. La resistencia en todos los entrepisos es suministrada exclusivamente por marcos no contraventeados de acero, concreto reforzado o compuestos de los dos materiales, o bien por marcos contraventeados o con muros de concreto reforzado o de placa de acero o compuestos de los dos materiales, en los que en cada entrepiso los marcos son capaces de resistir, sin contar muros ni contravientos, cuando menos 50 por ciento de la fuerza sísmica actuante.

- b. Si hay muros de mampostería ligados a la estructura, éstos se deben considerar en el análisis, pero su contribución a la resistencia ante fuerzas laterales sólo se debe tomar en cuenta si son de piezas macizas, y los marcos, sean o no contraventeados, y los muros de concreto reforzado, de placa de acero o compuestos de los dos materiales, son capaces de resistir al menos 80 por ciento de las fuerzas laterales totales sin la contribución de los muros de mampostería.
- c. El mínimo cociente de la capacidad resistente de un entrepiso entre la acción de diseño no difiere en más de 35 por ciento del promedio de dichos cocientes para todos los entrepisos. Para verificar el cumplimiento de este requisito, se debe calcular la capacidad resistente de cada entrepiso teniendo en cuenta todos los elementos que puedan contribuir a la resistencia. El último entrepiso queda excluido de este requisito.
- d. Los marcos y muros de concreto reforzado cumplen con los requisitos indicados en los capítulos correspondientes de la Parte 4.
- e. Los marcos rígidos de acero satisfacen los requisitos indicados en los capítulos correspondientes de la Parte 4, o están provistos de contraventeo.

1203.13.2 Requisitos para $Q = 3$. Se usa $Q=3$ cuando se satisfacen las condiciones enunciadas en los incisos b, d ó e de la sección anterior y en cualquier entrepiso dejan de satisfacerse las condiciones a ó c, pero la resistencia en todos los entrepisos es suministrada por columnas de acero o de concreto reforzado con losas planas, por marcos rígidos de acero, por marcos de concreto reforzado, por muros de concreto o de placa de acero o compuestos de los dos materiales, por combinaciones de éstos y marcos o por diafragmas de madera.

1203.13.3 Requisitos para $Q = 2$. Se usa $Q=2$ cuando la resistencia a fuerzas laterales es suministrada por losas planas con columnas de acero o de concreto reforzado, por marcos de acero con ductilidad reducida o provistos de contraventeo con ductilidad normal, o de concreto reforzado que no cumplan con los requisitos para ser considerados dúctiles, o muros de concreto reforzado, de placa de acero o compuestos de acero y concreto, , o por muros de mampostería de piezas macizas confinados por castillos, dalas, columnas o trabes de concreto reforzado o de acero. También se puede usar $Q=2$ cuando la resistencia es suministrada por elementos de concreto prefabricado o presforzado, o cuando se trate de estructuras de madera, o de estructuras de acero.

1203.13.4 Requisitos para $Q = 1.5$. Se usa $Q=1.5$ cuando la resistencia a fuerzas laterales es suministrada en todos los entrepisos por muros de mampostería de piezas huecas, confinados o con refuerzo interior, o por combinaciones de dichos muros con elementos, o por marcos y armaduras de madera, o por algunas estructuras de acero.

1203.13.5 Requisitos para $Q = 1$. Se usa $Q=1$ en estructuras cuya resistencia a fuerzas laterales es suministrada, al menos parcialmente, por elementos o materiales diferentes de los anteriormente especificados, a menos que se haga un estudio que demuestre, a satisfacción de la autoridad competente, que se puede emplear un valor más alto que el aquí especificado.

En todos los casos se debe usar para toda la estructura, en la dirección de análisis, el valor mínimo de Q que corresponde a los diversos entrepisos de la estructura en dicha dirección.

El factor Q puede diferir en las dos direcciones ortogonales en que se analiza la estructura, según sean las propiedades de ésta en dichas direcciones.

1203.14 Condiciones de regularidad.

1203.14.1 Estructura regular. Para que una estructura pueda considerarse regular debe satisfacer los siguientes requisitos.

- 1) Su planta es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales por lo que toca a masas, así como a muros y otros elementos resistentes. Éstos son, además, sensiblemente paralelos a los ejes ortogonales principales del edificio.
- 2) La relación de su altura a la dimensión menor de su base no pasa de 2.5.
- 3) La relación de largo a ancho de la base no excede de 2.5.
- 4) En planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión exceda de 20 por ciento de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera del entrante o saliente.
- 5) En cada nivel tiene un sistema de techo o piso rígido y resistente.
- 6) No tiene aberturas en sus sistemas de techo o piso cuya dimensión exceda de 20 por ciento de la dimensión en planta medida paralelamente a la abertura; las áreas huecas no ocasionan asimetrías significativas ni difieren en posición de un piso a otro, y el área total de

aberturas no excede en ningún nivel de 20 por ciento del área de la planta.

- 7) El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico, no es mayor que 110 por ciento del correspondiente al piso inmediato inferior ni, excepción hecha del último nivel de la construcción, es menor que 70 por ciento de dicho peso.
- 8) Ningún piso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que 110 por ciento de la del piso inmediato inferior ni menor que 70 por ciento de ésta. Se exige de este último requisito únicamente al último piso de la construcción. Además, el área de ningún entrepiso excede en más de 50 por ciento a la menor de los pisos inferiores.
- 9) Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones sensiblemente ortogonales por diafragmas horizontales y por trabes o losas planas.
- 10) Ni la rigidez ni la resistencia al corte de ningún entrepiso difieren en más de 50 por ciento de la del entrepiso inmediatamente inferior. El último entrepiso queda excluido de este requisito.
- 11) En ningún entrepiso la excentricidad torsional calculada estáticamente, es, excede del diez por ciento de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada.

1203.14.2 Estructura irregular. Toda estructura que no satisfaga uno o más de los requisitos de la Sección 1203.14.1, debe ser considerada irregular.

1203.14.3 Estructura fuertemente irregular. Una estructura debe ser considerada fuertemente irregular si se cumple alguna de las condiciones siguientes:

- 1) La excentricidad torsional calculada estáticamente, es, excede en algún entrepiso de 20 por ciento de la dimensión en planta de ese entrepiso, medida paralelamente a la excentricidad mencionada.
- 2) La rigidez o la resistencia al corte de algún entrepiso exceden en más de 100 por ciento a la del piso inmediatamente inferior.

1203.14.4 Corrección por irregularidad. El factor de reducción Q' , definido en la Sección 1202.6.8, se debe multiplicar por 0.9 cuando no se cumpla con uno de los requisitos 1 a 11 de la Sección 1203.14.1, por 0.8 cuando no se cumpla con dos o

más de dichos requisitos, y por 0.7 cuando la estructura sea fuertemente irregular según las condiciones de la Sección 1203.14.3. En ningún caso el factor Q' se debe tomar menor que uno.

En los párrafos siguientes se describen los métodos que este código considera que deben ser utilizados en función de la clasificación de la estructura, para los cuales debe ser requerida la determinación del espectro de aceleraciones sísmicas y coeficiente de ductilidad de acuerdo con las Secciones 1203.11 y 1203.12.

1203.15 Aplicación del método simplificado de análisis. Para aplicar este método se deben cumplir los requisitos indicados en la Sección 1203.9. Se debe hacer caso omiso de los desplazamientos horizontales, torsiones y momentos de volteo. Se debe verificar únicamente que en cada entrepiso la suma de las resistencias al corte de los muros de carga, proyectados en la dirección en que se considera la aceleración, sea cuando menos igual a la fuerza cortante total que obre en dicho entrepiso

Para muros de madera y de otros materiales y sistemas constructivos, no convencionales, deben justificarse a satisfacción de la autoridad competente los coeficientes sísmicos que correspondan, con base en la evidencia experimental y analítica sobre su comportamiento ante cargas laterales alternadas.

1203.16 Aplicación del análisis estático.

1203.16.1 Fuerzas cortantes. Para calcular las fuerzas cortantes a diferentes niveles de una estructura, se debe suponer un conjunto de fuerzas horizontales actuando sobre cada uno de los puntos donde se determinen concentradas las masas. Cada una de estas fuerzas se debe tomar igual al peso de la masa que corresponde, multiplicado por un coeficiente proporcional a h , siendo h la altura de la masa en cuestión sobre el desplante, o nivel a partir del cual las deformaciones estructurales pueden ser apreciables. El coeficiente se debe tomar de tal manera que la relación V_o/W_o sea igual a c/Q' pero no menor que a_o , donde a_o es la ordenada espectral que corresponde a $T=0$ y c el coeficiente sísmico.

De acuerdo con este requisito, la fuerza lateral que actúa en el i -ésimo nivel, F_i , resulta ser

$$F_i = \frac{c}{Q'} W_i h_i \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i}; \quad \frac{c}{Q'} \geq a_o \quad (5)$$

donde

W_i peso de la i -ésima masa; y

h_i altura de la i -ésima masa sobre el desplante.

1203.16.2 Reducción de las fuerzas cortantes. Se pueden adoptar fuerzas cortantes menores que las calculadas en la Sección 1203.16.1, siempre que se tome en cuenta el valor del periodo fundamental de vibración de la estructura, de acuerdo con lo siguiente:

- a. El período fundamental de vibración, T_0 , puede tomarse igual a

$$2\pi \sqrt{\frac{\sum W_i x_i^2}{g \sum F_i x_i}} \quad (6)$$

donde x_i es el desplazamiento del nivel i , relativo a la base de la estructura, en la dirección de la fuerza, g la aceleración de la gravedad, y las sumatorias se llevan a todos los niveles.

- b. Si T_0 es menor o igual que T_{br} , se debe proceder como en la Sección 1203.16.1, pero de tal manera que la relación V_0/W_0 sea igual a a/Q' , calculándose a y Q' como se especifica, respectivamente, en las Secciones 1202.6.7 y 1202.6.8.
- c. Si T_0 es mayor que T_{br} , cada una de las fuerzas laterales se debe tomar igual a:

$$F_i = W_i (k_1 h_i + k_2 h_i^2) \frac{a}{Q} \quad (7)$$

donde

$$k_1 = [1 - 0.5r(1-q)] \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i} \quad (8)$$

$$k_2 = 0.75r(1-q) \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i^2} \quad (9)$$

q se calcula con la ecuación 3. El valor de a no se debe tomar menor que a_0 .

1203.16.3 Efectos de torsión. La excentricidad torsional de rigideces calculada en cada entreciso e_s , se debe tomar como la distancia entre el centro de torsión del nivel correspondiente y el punto de aplicación de la fuerza cortante en dicho nivel. Para fines de diseño, el momento torsionante se debe tomar por lo menos igual a la fuerza cortante de entreciso multiplicada por la excentricidad que para cada marco o muro resulte más desfavorable de las siguientes:

$$1.5 e_s + 0.1b ; \text{ o} \\ e_s - 0.1b \quad (10)$$

donde b es la dimensión de la planta que se considera, medida perpendicularmente a la acción sísmica.

Además, la excentricidad de diseño en cada sentido no se debe tomar menor que la mitad del máximo valor de e_s calculado para los entrecisos que se hallan abajo del que se considera, ni se debe tomar el momento torsionante de ese entreciso menor que la mitad del máximo calculado para los entrecisos que están arriba del considerado.

En estructuras para las que el factor de comportamiento sísmico Q que sea mayor o igual a 3, en ningún entreciso la excentricidad torsional calculada estáticamente debe exceder de $0.2b$. Para estas estructuras se debe tomar en cuenta que el efecto de la torsión puede incrementarse cuando alguno de sus elementos resistentes que contribuyan significativamente a la rigidez total de entreciso entre en el intervalo no lineal o falle. A fin de disminuir este efecto, las resistencias de los elementos que toman la fuerza cortante de entreciso deben ser sensiblemente proporcionales a sus rigideces, y dichos elementos deben ser de la misma índole, es decir que si, por ejemplo, en un lado la rigidez y resistencia son suministradas predominantemente por columnas, en el lado opuesto también deben serlo predominantemente por columnas, o si de un lado por muros de concreto, en el opuesto también por muros de concreto.

Ningún elemento estructural debe tener una resistencia menor que la necesaria para resistir la fuerza cortante directa.

1203.16.4 Efectos de segundo orden. Deben tenerse en cuenta explícitamente en el análisis los efectos geométricos de segundo orden, esto es, los momentos y cortantes adicionales provocados por las cargas verticales al obrar en la estructura desplazada lateralmente. Estos efectos pueden desprejiciarse si en algún entreciso no se cumple la condición

$$\frac{\Delta}{H} \leq 0.08 \frac{V}{W} \quad (11)$$

donde

Δ desplazamiento lateral relativo entre los dos niveles que limitan el entreciso considerado;

H altura del entreciso;

V fuerza cortante calculada en el entreciso, multiplicada por el factor de carga correspondiente; y

W peso de la construcción situada encima del entreciso, incluyendo cargas muertas y vivas.

Los desplazamientos Δ se calculan multiplicando por Q los causados por las fuerzas sísmicas reducidas.

1203.16.5 Efectos bidireccionales. Los efectos de ambos componentes horizontales del movimiento del terreno se deben combinar tomando, en cada dirección en que se analice la estructura, el 100 por ciento de los efectos del componente que obra en esa dirección y el 30 por ciento de los efectos del que obra perpendicularmente a ella, con los signos que resulten más desfavorables para cada concepto.

1203.16.6 Comportamiento asimétrico. En el diseño de estructuras cuyas relaciones fuerza-deformación difieran en sentidos opuestos, se deben dividir los factores de resistencia correspondientes, entre el siguiente valor:

$$1+2.5dQ \quad (12)$$

donde d es la diferencia en los valores de a/Q' , expresados como fracción de la gravedad, que causarían la falla o fluencia plástica de la estructura en uno y otro sentido de la dirección de análisis.

1203.17 Aplicación del Análisis dinámico. Se aceptan como métodos de análisis dinámico el análisis modal y el cálculo paso a paso de respuestas a sismos específicos.

1203.17.1 Análisis modal. Cuando en el análisis modal se desprecie el acoplamiento entre los grados de libertad de traslación horizontal y de rotación con respecto a un eje vertical, debe incluirse el efecto de todos los modos naturales de vibración con periodo mayor o igual a 0.4 segundos, pero en ningún caso pueden considerarse menos de los tres primeros modos de vibrar en cada dirección de análisis, excepto para estructuras de uno o dos niveles.

Si en el análisis modal se reconoce explícitamente el acoplamiento mencionado, debe incluirse el efecto de los modos naturales que, ordenados según valores decrecientes de sus periodos de vibración, sean necesarios para que la suma de los pesos efectivos en cada dirección de análisis sea mayor o igual a 90 por ciento del peso total de la estructura. Los pesos modales efectivos, W_{ei} , se deben determinar como:

$$W_{ei} = \frac{\left(\{\phi_i\}^T [W] \{J\} \right)^2}{\{\phi_i\}^T [W] \{\phi_i\}} \quad (13)$$

donde $\{\phi_i\}$ es el vector de amplitudes del i -ésimo modo natural de vibrar de la estructura, $[W]$ la matriz de pesos de las masas de la estructura y $\{J\}$ un vector formado con "unos" en las posicio-

nes correspondientes a los grados de libertad de traslación en la dirección de análisis y "ceros" en las otras posiciones.

El efecto de la torsión accidental se debe tener en cuenta trasladando transversalmente $\pm 0.1b$ las fuerzas sísmicas resultantes para cada dirección de análisis, considerando el mismo signo en todos los niveles.

Para calcular la participación de cada modo natural en las fuerzas laterales que actúan sobre la estructura, se deben suponer las aceleraciones espectrales de diseño especificadas en la Sección 1203.11, reducidas como se establece en la Sección 1203.12.

Las respuestas modales S_i , donde S_i puede ser fuerza cortante, desplazamiento lateral, momento de volteo, u otros, se deben combinar para calcular las respuestas totales S de acuerdo con la expresión:

$$S = \sqrt{\sum S_i^2} \quad (14)$$

Cuando los periodos de los modos naturales en cuestión difieran al menos 10 por ciento entre sí. Para las respuestas en modos naturales que no cumplen esta condición se debe tener en cuenta el acoplamiento entre ellos. Los desplazamientos laterales así calculados, y multiplicados por el factor de comportamiento sísmico Q , se deben utilizar para determinar efectos de segundo orden y para verificar que la estructura no excede los desplazamientos máximos establecidos en la Sección 1203.7.

1203.17.2 Análisis paso a paso. Si se emplea el método de cálculo paso a paso de respuestas a temblores específicos, puede acudir a acelerogramas de temblores reales o de movimientos simulados, o a combinaciones de éstos, siempre que se usen no menos de cuatro movimientos representativos, independientes entre sí, cuyas intensidades sean compatibles con los demás criterios expresados en este capítulo, y que se tenga en cuenta el comportamiento no lineal de la estructura y las incertidumbres que haya en cuanto a sus parámetros.

1203.17.3 Revisión por cortante basal. Si con el método de análisis dinámico que se haya aplicado se encuentra que, en la dirección que se considera, la fuerza cortante basal V_o es menor que

$$0.8 a \frac{W_o}{Q} \quad (15)$$

se deben incrementar todas las fuerzas de diseño y desplazamientos laterales correspondientes, en

una proporción tal que V_o iguale a este valor; a y Q' se calculan para el periodo fundamental de la estructura en la dirección de análisis. En ningún caso V_o se debe tomar menor que W_o .

1203.17.4 Efectos bidireccionales. Cualquiera que sea el método dinámico de análisis que se emplee, los efectos de movimientos horizontales del terreno en direcciones ortogonales se deben combinar como se especifica con relación al método estático de análisis sísmico. En cuanto al cálculo de fuerzas internas y desplazamientos laterales añadidos, con las salvedades que señala la Sección 1202.6.13, sean compatibles con las fuerzas de diseño que les correspondan. Debe comprobarse que los sistemas de piso tienen la rigidez y resistencia suficientes para transmitir las fuerzas que se generan en ellos por los elementos de refuerzo que se han colocado y, de no ser así, deben reforzarse y rigidizarse los sistemas de piso para lograrlo, ver Tabla 1203.17.4.

TABLA 1203.17.4 DISTORSIONES PERMISIBLES DE ENTREPISO

SISTEMA ESTRUCTURAL	DISTORSIÓN
Marcos dúctiles de concreto reforzado (Q= 3 ó 4)	0.030
Marcos dúctiles de acero (Q= 3 ó 4)	0.030
Marcos de acero o concreto con ductilidad limitada (Q= 1 ó 2)	0.015
Losas planas sin muros o contravientos	0.015
Marcos de acero con contravientos excéntricos	0.020
Marcos de acero o concreto con contravientos concéntricos	0.015
Muros combinados con marcos dúctiles de concreto (Q= 3)	0.015
Muros combinados con marcos de concreto con ductilidad limitada (Q= 1 ó 2)	0.010
Muros diafragma	0.006
Muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas con refuerzo horizontal o malla	0.005
Muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas; mampostería de piezas huecas confinada y reforzada horizontalmente; o mampostería de piezas huecas confinada y reforzada con malla	0.004

-continúa-

TABLA 1203.17.4 DISTORSIONES PERMISIBLES DE ENTREPISO (continuación)

SISTEMA ESTRUCTURAL	DISTORSIÓN
Muros de carga de mampostería de piezas huecas con refuerzo interior	0.002
Muros de carga de mampostería que no cumplan las especificaciones para mampostería confinada ni para mampostería reforzada interiormente	0.0015

**SECCIÓN 1204
DISEÑO POR VIENTO Y GRANIZO**

1204.1 Viento. Para la determinación de las fuerzas estáticas equivalentes, debidas al viento, se deben considerar los criterios básicos de esta sección, de acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Viento 2008, de la CFE.

1204.2 Bases de diseño. La determinación de las acciones del viento, sobre el edificio, deben ajustarse a las siguientes bases de diseño:

- a. En la determinación de la velocidad de diseño sólo deben considerarse los efectos del viento que ocurren normalmente durante el año en todo el país, y los causados por huracanes en las costas del Pacífico, Golfo de México y del Caribe. En las regiones donde se considere que los efectos por tornado sean importantes, deben tomarse las provisiones necesarias.
- b. Las disposiciones de esta sección deben ser aplicadas en la revisión de la seguridad del sistema de la estructura principal ante los efectos estáticos y dinámicos del viento, de acuerdo con la sensibilidad de la estructura ante tales condiciones y actuando en las superficies expuestas. También deben ser utilizadas para el diseño local de los elementos que forman la estructura tales como fachadas, cancelerías, paramentos y otras.
- c. Las fuerzas debidas al viento deben suponerse actuando en por lo menos dos direcciones ortogonales e independientes entre sí.
- d. Deben suponerse nulas las cargas vivas para revisiones de efectos de volteo con un factor de seguridad de 1.5.
- e. Deben suponerse nulas las cargas vivas para revisiones de resistencia al deslizamiento con un factor de seguridad de 1.5.
- f. No se deben considerar las presiones interiores del edificio dado que la vivienda se define como no permeable ante las acciones de viento.

- g. No se consideran los efectos de grupo debido a construcciones vecinas.
- h. La clasificación de las viviendas basadas en su respuesta ante la acción del viento se debe ajustar a las disposiciones marcadas en el Capítulo 4.1.4 del citado manual.
- i. La valuación de los empujes se debe hacer considerando un periodo de retorno de 50 años.

1204.3 Metodología. Se debe utilizar la metodología descrita en el citado manual, en el cual se indica que deben aplicarse los siguientes efectos actuantes:

- a. Empujes medios causados por presiones y succiones del flujo del viento prácticamente laminar, cuyos efectos son globales para la estructura y locales para los elementos, considerando un empuje estático.
- b. Empujes dinámicos en la dirección del viento causados por fuerzas dinámicas paralelas al flujo principal causadas por turbulencias con fluctuaciones en el tiempo.
- c. Vibraciones transversales al flujo por la presencia de cuerpos prismáticos dentro del flujo del viento.
- d. Inestabilidad aerodinámica o amplificación de la respuesta estructural por los efectos combinados de la geometría de la construcción y los distintos ángulos de incidencia del viento.

Las acciones del viento sobre el edificio de acuerdo con el tipo de estructura, deben ser aplicadas conforme lo señalado en la Tabla 1204.3 de acuerdo con el Manual de Obras Civiles, Diseño por Viento 2008, de la CFE.

TABLA 1204.3 ACCIONES DEL VIENTO SEGÚN EL TIPO DE ESTRUCTURA

TIPOS DE ESTRUCTURAS	ACCIONES DEL VIENTO APLICADAS
Estructuras tipo 1	Empujes medios estáticos.
Estructuras tipo 2	Efectos estáticos y dinámicos.
Estructuras tipo 3	Efectos estáticos, efectos dinámicos y dinámicos generados por vórtices transversales generados por vórtices alternantes.

1204.4 Procedimientos de evaluación. Se aceptan los siguientes tres procedimientos de evaluación de las fuerzas debidas al viento.

- a. Mediante un análisis estático para estructuras que no sean sensibles a los efectos dinámicos del viento, de acuerdo con el Capítulo 4.3 del manual citado.
- b. Mediante un análisis dinámico cuando una construcción o elemento de la misma sea sensible a los efectos dinámicos del viento, tomando como base el Capítulo 4.4 del manual citado.
- c. Mediante pruebas experimentales llevadas a cabo en modelos en túnel de viento, para estructuras con geometrías con marcadas diferencias a las comunes o cuando se desea conocer la respuesta dinámica de una estructura especial.

1204.5 Zonificación. Para determinar las fuerzas estáticas equivalentes debidas al viento y su velocidad, según su actuación en las diferentes zonas del país, se deben tomar como base los datos establecidos en la Figura 1204.5.

FIGURA 1204.5 MAPA DE ZONIFICACIÓN DE ISOTACAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA

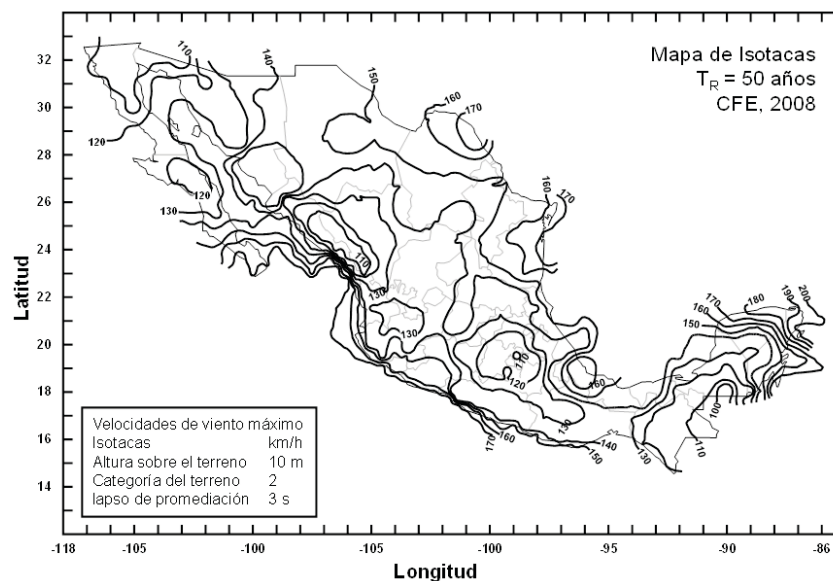


FIGURA 1204.6 ZONAS PARA CARGAS DE GRANIZO EN LA REPÚBLICA MEXICANA

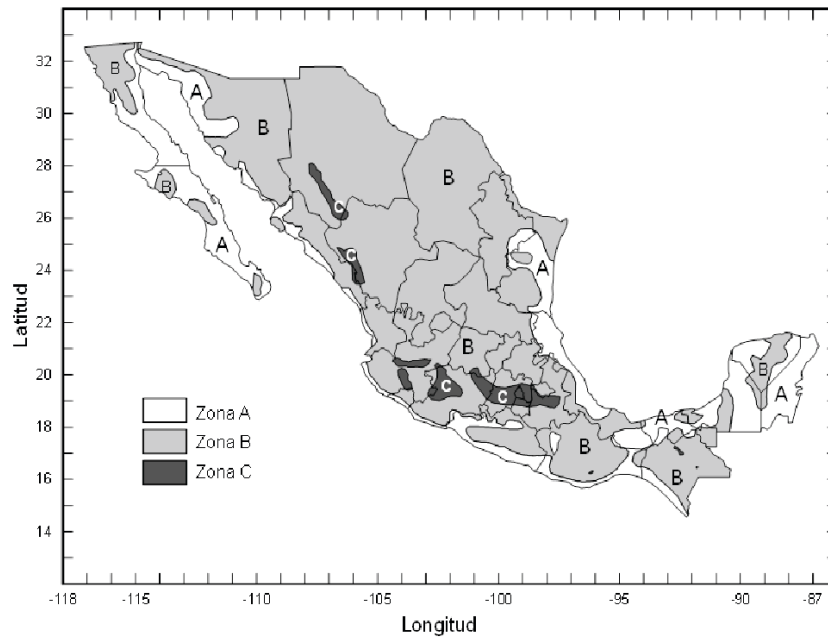


TABLA 1204.6 VALORES PARA CARGAS DE GRANIZO

ZONIFICACIÓN (VER FIGURA 1202.5)	CARGA VIVA ACCIDENTAL EN EL FONDO DE VALLES DE TECHOS, W_a kN (kg)	CARGA VIVA MÁXIMA EN TECHOS, W_m kN/m ² (kg/m ²)
Zona A	0	0
Zona B	0,2 (20)	0,65 (65)
Zona C	0,3 (30)	1,0 (100)

1204.6 Granizo. Los requisitos para las cargas vivas transitorias, cambios de temperatura, deformaciones impuestas y vibraciones, causados por los efectos del granizo, se deben considerar según lo establezca el reglamento de construcción local y tomando en consideración la Figura 1204.6 y la Tabla 1204.6.

**SECCIÓN 1205
NOTACIÓN**

1205.1 Notación.

- a ordenada de los espectros de diseño, como fracción de la aceleración de la gravedad
- a₀ valor de a que corresponde a T = 0
- B_v base del tablero de vidrio
- b dimensión de la planta del entrepiso que se analiza, medida perpendicularmente a la dirección de análisis
- c coeficiente sísmico
- c' factor por el que se multiplican los pesos de los apéndices a la altura de desplante
- d diferencia en valores de los cocientes a/Q', expresados como fracción de la gravedad, que sería necesario aplicar en cada uno de los dos sentidos opuestos de una dirección dada, para que la estructura fallara o fluyera plásticamente
- e_s excentricidad torsional
- F_{AE} factor de área efectiva de muros de carga
- F_i fuerza lateral que actúa en el i-ésimo nivel
- f inclinación de una estructura con respecto a la vertical, dividida entre su altura
- g aceleración de la gravedad
- H altura de un entrepiso

H_v	altura de un tablero de vidrio	W_o	valor de W en la base de la estructura
h	altura, sobre el terreno, de la masa para la que se calcula una fuerza horizontal	x	desplazamiento lateral del extremo superior del elemento resistente en péndulos invertidos
k_1, k_2	variables para el cálculo de fuerzas laterales con el método estático	x_i	desplazamiento lateral del nivel i relativo a la base de la estructura
L	longitud de un muro	Δ	desplazamiento lateral relativo entre dos niveles
Q	factor de comportamiento sísmico, independiente de T	$\{\phi_i\}$	vector de amplitudes del i-ésimo modo natural de vibrar de la estructura
Q'	factor de reducción de las fuerzas sísmicas con fines de diseño, función del periodo natural		
q	$= (T_b/T)^r$		
r	exponente en las expresiones para el cálculo de las ordenadas de los espectros de diseño		
r_o	radio de giro de la masa en péndulos invertidos		
S	respuesta de la estructura como combinación de las respuestas modales		
S_i	respuesta de la estructura en el modo natural de vibración i		
T	periodo natural de vibración de la estructura		
T_a, T_b	periodos característicos de los espectros de diseño		
u	giro del extremo superior del elemento resistente de péndulos invertidos		
V	fuerza cortante horizontal en el nivel que se analiza		
V_o	fuerza cortante horizontal en la base de la construcción		
W	peso de la construcción arriba del nivel que se considera, incluyendo la carga viva que se especifica en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones		
[W]	matriz de pesos de las masas de las estructuras		
W_{ei}	peso modal efectivo del modo i-ésimo		
W_i	peso de la i-ésima masa.		

CAPÍTULO 13 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

SECCIÓN 1301 MORTEROS

1301.1 Resistencia a la compresión. La resistencia a la compresión del mortero, sea para pegar piezas o para relleno, se debe determinar de acuerdo con el ensayo especificado en la norma NMX-C-061-ONNCCE-2015.

La resistencia a la compresión del concreto de relleno se debe determinar a partir del ensayo de cilindros elaborados, curados y probados de acuerdo con las normas NMX-C-159-ONNCCE-2016 y NMX-C-083-ONNCCE-2014.

Para el cálculo de diseño, se debe emplear un valor de la resistencia, f_f^* , alcanzado por al menos el 98% de las muestras. La resistencia de diseño se debe calcular a partir de muestras del mortero para pegar piezas o para relleno, o del concreto para relleno.

En caso de mortero, se deben obtener como mínimo tres muestras, cada una de al menos tres probetas cúbicas. Las nueve probetas se deben ensayar siguiendo la norma NMX-C-061-ONNCCE-2015. En caso de concreto para relleno, se deben obtener al menos tres probetas cilíndricas. Las probetas se deben elaborar, curar y probar de acuerdo con las normas citadas anteriormente.

La resistencia de diseño debe ser indicada por la siguiente ecuación:

$$f_f^* = \frac{\bar{f}_f}{1+2.5 c_j}$$

Donde:

- \bar{f}_f media de la resistencia a compresión de cubos de mortero o de cilindro de concreto relleno y
- c_j coeficiente de variación de la resistencia a compresión del mortero o del concreto de relleno que en ningún caso se tomará menor que 0.2

1301.2 Mortero para pegar piezas. Los morteros que se empleen en elementos estructurales de mampostería deben cumplir con los requisitos siguientes:

- a. Su resistencia a compresión debe ser por lo menos de 4 MPa (40 kg/cm²).
- b. Siempre deben contener cemento en la cantidad mínima indicada en la Tabla 2202.2.

- c. La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes se establece entre 2.25 y 3. El volumen de arena se debe medir en estado suelto.
- d. Se debe emplear la mínima cantidad de agua que dé como resultado un mortero que se trabaje y coloque de manera óptima.
- e. Si el mortero incluye cemento de albañilería, la cantidad máxima de éste, a usar en combinación con con cemento, debe ser la indicada en la Tabla 2202.2.

1301.3 Morteros y concretos de relleno. Los morteros y concretos de relleno que se emplean en elementos estructurales de mampostería para rellenar celdas de piezas huecas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Su resistencia a la compresión debe ser por lo menos de 12.5 MPa (125 kg/cm²).
- b. El tamaño máximo del agregado no debe exceder de 10 mm.
- c. Se debe emplear la mínima cantidad de agua que permita que la mezcla sea lo suficientemente fluida para rellenar las celdas y cubrir completamente las barras de refuerzo vertical, en su caso.
- d. Se permite el uso de aditivos que mejoren el desempeño y manejo de los morteros.

SECCIÓN 1302 MUROS DIAFRAGMA

1302.1 Fuerzas de diseño. Las fuerzas de diseño, en el plano y perpendiculares al muro, se deben obtener del análisis ante cargas laterales afectadas por el factor de carga correspondiente.

1302.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería. La fuerza cortante resistente de diseño de la mampostería, V_{mR} , se debe determinar como sigue:

$$V_{mR} = F_R (0.85 v_m^* A_T)$$

Donde:

A_T área bruta de la sección transversal del muro;
y

F_R se toma igual a 0.7.

1302.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal. Si el muro diafragma está reforzado horizontalmente, sea mediante barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío en las juntas de mortero, o bien con mallas de alambre soldado recubiertas con mortero, la fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal, V_{sR} , se debe calcular con la siguiente ecuación:

$$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T$$

donde η , p_h y f_{yh} son el factor de eficiencia, la cuantía y el esfuerzo especificado de fluencia del refuerzo horizontal, respectivamente.

El refuerzo horizontal se debe detallar como se indica en las Secciones 2203.4.1.2, 2203.4.3.3, 2203.4.4.1 y 2203.4.5.4. Las cuantías mínima y máxima, así como el valor de η debe ser los indicados en los Capítulos 5 y 6 de las NTC-RCDF-2004, según corresponda.

1302.4 Volteo del muro diafragma. Se debe evitar la posibilidad de volteo del muro perpendicularmente a su plano. Para este efecto, se debe diseñar y detallar la unión entre el marco y el muro diafragma o bien se debe reforzar el muro con castillos o refuerzo interior, ver Figura 2204.5.

1302.5 Interacción marco-muro diafragma en el plano. Las columnas del marco deben ser capaces de resistir, cada una, en una longitud igual a una cuarta parte de su altura medida a partir del paño de la viga, una fuerza cortante igual a la mitad de la carga lateral que actúa sobre el tablero, ver Figura 2204.6.

El valor de esta carga debe ser al menos igual a la resistencia a fuerza cortante en el plano del muro diafragma.

Si el muro diafragma está reforzado horizontalmente, para valuar los efectos en la columna, la fuerza cortante resistida por dicho refuerzo debe ser la calculada con la ecuación de la Sección 1301.4, pero utilizando un factor de eficiencia $\eta=1$.

SECCIÓN 1303 MAMPOSTERÍA CONFINADA

1303.1 Alcance. Los muros confinados deben cumplir con los requisitos señalados en las Secciones 1303.1.1 a 1303.1.4. En esta modalidad los castillos o porciones de estos se cuelan un vez construido el muro o la parte de este que corresponda.

Para diseño por sismo, se debe usar $Q=2$ cuando las piezas sean macizas y cuando se usen piezas multiperforadas con refuerzo horizontal con al menos la cuantía mínima y los muros estén confinados con

castillos exteriores. Se debe usar $Q=1.5$ para cualquier otro caso.

1303.1.1 Castillos y dalas exteriores. Los castillos y dalas deben cumplir con lo siguiente, ver Figuras 2205.1 y 2205.1.1:

- Deben existir castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros, y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que $1.5H$ ni 4 m. Los pretilos o parapetos deben tener castillos con una separación no mayor que 4 m.
- Debe existir una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm, ver Figura 2205.1.1. Aun en este caso, se debe colocar refuerzo longitudinal y transversal como lo establecen los Incisos e y g de la Sección 2205.1. Además, deben existir dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m y en la parte superior de pretilos o parapetos cuya altura sea superior a 500 mm.
- Los castillos y dalas deben tener como dimensión mínima el espesor de la mampostería del muro, t .
- El concreto de castillos y dalas debe tener una resistencia a compresión, f_c' , no menor de 15 MPa (150 kg/cm²).
- El refuerzo longitudinal del castillo y la dala debe dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales.

En cualquier caso, debe estar formado por lo menos de tres barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la siguiente ecuación:

$$A_s = 0.2 \frac{f_c'}{f_y} t^2$$

donde

A_s es el área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en el castillo o en la dala.

- El refuerzo longitudinal del castillo y la dala debe estar anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.
- Los castillos y dalas deben estar reforzados transversalmente por estribos cerrados y con

un área, A_{sc} , al menos igual a la calculada con la siguiente ecuación:

$$A_{sc} = \frac{10000 s}{f_y h_c} \quad ; \text{ si se usan MPa y mm}$$

$$\left(A_{sc} = \frac{1000 s}{f_y h_c} \quad ; \text{ si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm} \right)$$

donde h_c es la dimensión del castillo o dala en el plano del muro. La separación de los estribos, s , no debe exceder de 1.5t ni de 200 mm.

- h. Cuando la resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería, v_m^* , sea superior a 0.6 MPa (6 kg/cm²), se debe suministrar refuerzo transversal, con área igual a la calculada con la ecuación del Inciso g y con una separación no mayor que una hilada dentro de una longitud H_0 en cada extremo de los castillos.

H_0 se debe tomar como el mayor de $H/6$, $2h_c$ y 400 mm.

1303.1.2 Muros con castillos interiores. Se acepta considerar a los muros como confinados si los castillos interiores y las dalas cumplen con todos los incisos de la Sección 1303.1.1, con excepción del Inciso c. Se acepta usar concreto de relleno como los especificados en la Sección 1301.3, con resistencia a compresión no menor de 12.5 MPa (125 kg/cm²). Se deben colocar estribos o grapas en los extremos de los castillos como se indica en el Inciso h de la Sección XX03.1.1, independientemente del valor de v_m^* . Para diseño por sismo, el factor de comportamiento sísmico Q , debe ser igual a 1.5, indistintamente de la cuantía de refuerzo horizontal, ver Sección 1303.4, o de malla de alambre soldado, ver Sección 1303.4.4.

1303.1.3 Muros con aberturas. Deben existir elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y castillos en el perímetro de toda abertura cuyas dimensiones horizontal o vertical excedan de la cuarta parte de la longitud del muro o separación entre castillos, o de 600 mm, ver Figura 2205.1.3. También se deben colocar elementos verticales y horizontales de refuerzo en aberturas con altura igual a la del muro, ver Figura 2205.1. En muros con castillos interiores, se acepta sustituir a la dala de la parte inferior de una abertura por acero de refuerzo horizontal anclado en los castillos que confinan a la abertura. El refuerzo debe consistir de barras capaces de alcanzar en conjunto una tensión a la fluencia de 29 kN (2980 kg).

1303.1.4 Espesor y relación altura a espesor de los muros. El espesor de la mampostería de los muros, t , no debe ser menor que 100 mm y la relación altura libre a espesor de la mampostería del muro, H/t , no debe exceder de 30.

1303.2 Fuerzas y momentos de diseño. Las fuerzas y momentos de diseño se deben obtener a partir de los análisis indicados en las secciones 3.2.2 y 3.2.3 de las NTC-RCDF-2004, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería confinada debe revisarse para el efecto de carga axial, la fuerza cortante, de momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se debe considerar la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico, la revisión ante cargas laterales debe limitarse a los efectos de la fuerza cortante. Cuando la estructura tenga más de tres niveles, adicionalmente a la fuerza cortante, se deben revisar por flexión en el plano los muros que posean una relación altura total a longitud mayor que 2.

1303.3 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro. La resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro debe cumplir con lo establecido en esta sección.

1303.3.1 Resistencia a compresión de muros confinados. La carga vertical resistente, P_R , se debe calcular como:

$$P_R = F_R F_E (f_m^* A_T + \Sigma A_s f_y)$$

donde:

F_E se obtiene de acuerdo con la sección 3.2.2 de las NTC-RCDF-2004; y

F_R se toma igual a 0.6.

Alternativamente, P_R se puede calcular con:

$$P_R = F_R F_E (f_m^* + 0.4) A_T; \text{ si se usan MPa y mm}^2$$

$$P_R = F_R F_E (f_m^* + 4) A_T, \text{ si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm}^2$$

1303.3.2 Resistencia a flexocompresión en el plano del muro. La resistencia a flexocompresión en el plano del muro debe cumplir con lo establecido en esta sección.

1303.3.2.1 Método general de diseño. La resistencia a flexión pura o flexocompresión en

el plano de un muro confinado exterior o interiormente se debe calcular con base en las hipótesis estipuladas en la sección 3.1.6 de las NTC. La resistencia de diseño se debe obtener afectando la resistencia por el factor de resistencia indicado en la sección 3.1.4.2 de las NTC-RCDF-2004.

1303.3.2.2 Método optativo. Para muros con barras longitudinales colocadas simétricamente en sus castillos extremos, sean éstos exteriores o interiores, las fórmulas simplificadas siguientes proporcionan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento flexionante resistente de diseño.

El momento flexionante resistente de diseño de la sección, M_R , se debe calcular de acuerdo con las siguientes ecuaciones, ver Figura 1303.3.2.2:

$$M_R = F_R M_o + 0.3 P_u d; \quad \text{si } 0 \leq P_u \leq \frac{P_R}{3}$$

$$M_R = (1.5F_R M_o + 0.15 P_R d) \left(1 - \frac{P_u}{P_R}\right) \quad \text{si } P_u > \frac{P_R}{3}$$

donde:

$M_o = A_s f_y d'$ resistencia a flexión pura del muro;

A_s área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos extremos del muro;

d' distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro;

d distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima;

P_u carga axial de diseño a compresión, cuyo valor se toma con signo positivo en las ecuaciones anteriores; y

F_R se toma igual a 0.8, si $P_u \leq P_R/3$ e igual a 0.6 en caso contrario.

Para cargas axiales de tensión es válido interpolar entre la carga axial resistente a tensión pura y el momento flexionante resistente M_o , afectando el resultado por $F_R=0.8$.

1303.4 Resistencia a cargas laterales. La resistencia a cargas laterales debe cumplir con lo establecido en esta sección.

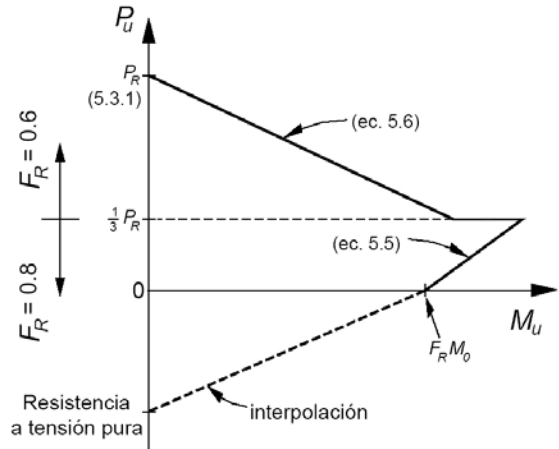
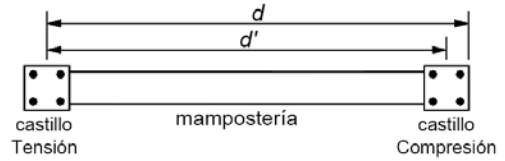


FIGURA 1303.3.2.2 DIAGRAMA DE INTERACCIÓN CARGA AXIAL-MOMENTO FLEXIONANTE RESISTENTE DE DISEÑO CON EL MÉTODO OPTATIVO.

1303.4.1 Consideraciones generales. No se considera incremento alguno de la fuerza cortante resistente por efecto de las dalas y castillos de muros confinados de acuerdo con la Sección 1303.1.

La resistencia a cargas laterales debe ser proporcionada por la mampostería, ver Sección 1303.4.2. Se acepta que parte de la fuerza cortante sea resistida por acero de refuerzo horizontal, ver Sección 1303.4.3. o por mallas de alambre soldado, ver Sección 1303.4.4. Cuando la carga vertical que obre sobre el muro sea de tensión se acepta que el acero de refuerzo horizontal o mallas de alambre soldado resistan la totalidad de la carga lateral.

Cuando se use el método simplificado de análisis, la resistencia a fuerza cortante de los muros, calculada en las Secciones 1303.4.2, 1303.4.3 y 1303.4.4, se afectará por el factor FAE definido por la ecuación 3.4 de las NTC-RCDF-2004.

El factor de resistencia, F_R , se toma igual a 0.7.

1303.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería. La fuerza cortante resistente de diseño, V_{mR} , se debe determinar como sigue:

$$V_{mR} = F_R(0.5v_m * A_T + 0.3P) \leq 1.5F_R v_m * A_T$$

donde P se debe tomar positiva en compresión. En el área A_T se debe incluir a los castillos pero sin transformar el área transversal.

La carga vertical P que actúa sobre el muro debe considerar las acciones permanentes, variables

con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical P es de tensión, se desprecia la contribución de la mampostería V_{mR} .

La resistencia a compresión diagonal de la mampostería para diseño, v_m^* , no deber exceder de 0.6 MPa (6 kg/cm²), a menos que se demuestre con ensayos que satisfagan la sección 2.8.2.1 de las NTC-RCDF-2004, que se pueden alcanzar mayores valores. En adición, se debe demostrar que se cumplen con todos los requisitos de materiales, análisis, diseño y construcción aplicables.

1303.4.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal. La fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal debe cumplir con lo establecido en esta sección.

1303.4.3.1 Tipos de acero de refuerzo. Se permite el uso de acero de refuerzo horizontal colocado en las juntas de mortero para resistir fuerza cortante. El refuerzo debe consistir de barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío que sean continuos a lo largo del muro.

No se permite el uso de armaduras planas de alambres de acero soldados por resistencia eléctrica, denominados escalerillas, para resistir fuerza cortante inducida por sismo.

El esfuerzo especificado de fluencia para diseño, f_{yh} , no debe ser mayor que 600 MPa (6000 kg/cm²).

El refuerzo horizontal se debe detallar como se indica en las Secciones 2203.4.1.2, 2203.4.3.3, 2203.4.4.1 y 2203.4.5.4.

1303.4.3.2 Separación del acero de refuerzo horizontal. La separación máxima del refuerzo horizontal, s_{hr} , no debe exceder de 6 hiladas ni de 600 mm.

1303.4.3.3 Cuantías mínima y máxima del acero de refuerzo horizontal. Si se coloca acero de refuerzo horizontal para resistir fuerza cortante, la cuantía de acero de refuerzo horizontal, p_h , no debe ser inferior a $0.3/f_{yh}$ si se usan MPa ($3/f_{yh}$ si se usan kg/cm²) ni al valor que resulte de la expresión siguiente:

$$p_h = \frac{V_{mR}}{F_R f_{yh} A_T} \leq \frac{f_m^*}{f_{yh}}$$

En ningún caso p_h será mayor que $0.3/f_{yh}$; ni que $1.2/f_{yh}$ para piezas macizas, ni que $0.9/f_{yh}$ para piezas huecas si se usan MPa ($12/f_{yh}$ y $9/f_{yh}$ respectivamente, si se usan kg/cm²).

1303.4.3.4 Diseño del refuerzo horizontal. La fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal, V_{sR} , se debe calcular con

$$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T$$

El factor de eficiencia del refuerzo horizontal, η , se determina con el criterio siguiente:

$$\eta = \begin{cases} 0.6 & ; \text{ si } p_h f_{yh} \leq 0.6 \text{ MPa (6 kg/cm}^2\text{)} \\ 0.2 & ; \text{ si } p_h f_{yh} \geq 0.9 \text{ MPa (9 kg/cm}^2\text{)} \end{cases}$$

Para valores de $p_h f_{yh}$ comprendidos entre 0.6 y 0.9 MPa (6 y 9 kg/cm²), η se hará variar linealmente, ver Figura 1303.4.3.4.

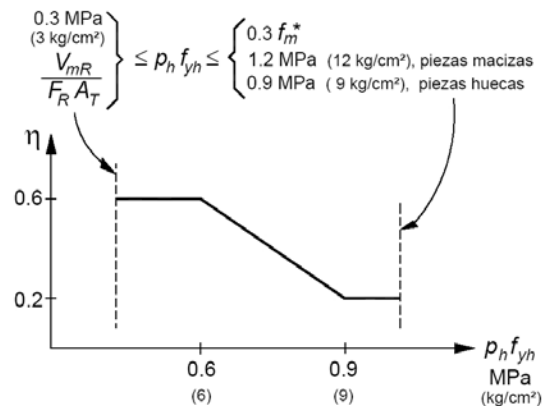


FIGURA 1303.4.3.4
FACTOR DE EFICIENCIA η

1303.4.4 Fuerza cortante resistida por malla de alambre soldado recubierta de mortero. La fuerza cortante resistida por malla de alambre soldado recubierta de mortero debe cumplir con lo establecido en esta sección.

1303.4.4.1 Tipo de refuerzo y de mortero. Se permite el uso de mallas de alambre soldado para resistir la fuerza cortante. Las mallas deben tener en ambas direcciones la misma área de refuerzo por unidad de longitud.

El esfuerzo de fluencia para diseño, f_{yh} , no debe ser mayor que 500 MPa (5000 kg/cm²). Las mallas se deben anclar y detallar como se señala en las Secciones 2203.4.3.3, 2203.4.5.5 y 2203.4.5.6.

Las mallas deben ser recubiertas por una capa de mortero tipo I, ver Tabla 2202.2, con espesor mínimo de 15 mm.

1303.4.4.2 Cuantías mínima y máxima de refuerzo. Para fines de cálculo, sólo se debe considerar la cuantía de los alambres horizontales. Si la malla se coloca con los alambres inclinados, en el cálculo de la cuantía se deben considerar las componentes horizontales.

En el cálculo de la cuantía sólo se debe incluir el espesor de la mampostería del muro, t .

Las cuantías mínima y máxima deben ser las prescritas en la Sección 1303.4.3.3

SECCIÓN 1304 MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE

1304.1 Alcance. La mampostería reforzada interiormente, es aquélla con muros reforzados con barras o alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, colocados en las celdas de las piezas, en ductos o en las juntas. El acero de refuerzo, tanto horizontal como vertical, se debe distribuir a lo alto y largo del muro. Para que un muro pueda considerarse como reforzado deben cumplirse los requisitos de la Secciones 1304.1.1 a 1304.1.9.

Para diseño por sismo se debe usar $Q=1.5$.

1304.1.1 Cuantías de acero de refuerzo horizontal y vertical. Las cuantías de acero de refuerzo horizontal y vertical deben cumplir con lo siguiente:

- La suma de la cuantía de acero de refuerzo horizontal, p_h , y vertical, p_v , no debe ser menor que 0.002 y ninguna de las dos cuantías debe ser menor que 0.0007, es decir:

$$p_h + p_v \geq 0.002$$

$$p_h \geq 0.0007; \quad p_v \geq 0.0007$$

donde

$$p_h = \frac{A_{sh}}{s_h t}; \quad p_v = \frac{A_{sv}}{s_v t}$$

A_{sh} = área de acero de refuerzo horizontal que se colocará a una separación vertical s_h (Figura 2206.1.6); y

A_{sv} = área de acero de refuerzo vertical que se colocará a una separación s_v

En estas ecuaciones no se debe incluir el refuerzo señalado en la Sección 1304.1.2.2.

- Cuando se emplee acero de refuerzo con esfuerzo de fluencia especificado mayor que 412 MPa (4200 kg/cm²), las cuantías de refuerzo calculadas en el Inciso a se pueden reducir multiplicándolas por $412/f_y$, en MPa ($4200/f_y$, en kg/cm²).

1304.1.2 Tamaño, colocación y separación del refuerzo. El tamaño, colocación y separación de re-

fuerzo, debe cumplir con las disposiciones aplicables de la Sección 2203.4

1304.1.2.1 Refuerzo vertical. El refuerzo vertical en el interior del muro debe tener una separación no mayor de 6 veces el espesor del mismo ni mayor de 800 mm, ver Figura 2206.1.2.1

1304.1.2.2 Refuerzo en los extremos de muros. El refuerzo de los extremos de muros debe cumplir con lo siguiente:

- Debe existir una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm. Aún en este caso, se debe colocar refuerzo longitudinal y transversal, ver Figura 2205.1.1.
- El refuerzo longitudinal de la dala debe dimensionarse para resistir la componente horizontal del puntal de compresión que se desarrolle en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, debe estar formado por lo menos de 3 barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la siguiente ecuación:

$$A_s = 0.2 \frac{f_c'}{f_y} t^2$$

- El refuerzo transversal de la dala debe estar formado por estribos cerrados y con un área, A_{sc} , al menos igual a la calculada con la ecuación siguiente:

$$A_{sc} = \frac{10000 s}{f_y h_c} \quad ; \text{si se usan MPa y mm}$$

$$\left(A_{sc} = \frac{1000 s}{f_y h_c} \quad ; \text{si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm} \right)$$

donde h_c es la dimensión de la dala en el plano del muro. La separación de los estribos, s , no debe exceder de 1.5t ni de 200 mm.

- Debe colocarse por lo menos una barra No. 3 (9.5 mm de diámetro) con esfuerzo especificado de fluencia de 412 MPa (4200 kg/cm²), o refuerzo de otras características con resistencia a tensión equivalente, en cada una de dos celdas consecutivas, en todo extremo de muros, en la intersecciones entre muros o a cada 3m.

1304.1.3 Mortero y concreto de relleno. Para el colado de las celdas donde se aloje el refuerzo

vertical podrán emplearse los morteros y concretos de relleno especificados en la Sección 1301.2, o el mismo mortero que se usa para pegar las piezas, si es del tipo I. El hueco, o celda, de las piezas debe tener una dimensión mínima mayor de 50 mm y un área no menor de 3000 mm².

1304.1.4 Anclaje del refuerzo horizontal y vertical. Las barras de refuerzo horizontal y vertical deben cumplir con la Sección 2203.4.5.

1304.1.5 Muros transversales. Cuando los muros transversales sean de carga y lleguen a tope, sin traslape de piezas, es necesario unirlos mediante dispositivos que aseguren la continuidad de la estructura, ver Figura 2206.1.5. Los dispositivos deben ser capaces de resistir 1.33 veces la resistencia de diseño a fuerza cortante del muro transversal dividida por el factor de resistencia correspondiente. En la resistencia de diseño se debe incluir la fuerza cortante resistida por la mampostería y, si aplica, la resistida por el refuerzo horizontal.

Alternativamente, el área de acero de los dispositivos o conectores, A_{st} colocada a una separación s en la altura del muro, se puede calcular mediante la expresión siguiente:

$$A_{st} = \frac{2.5(V_{mR} + V_{sR})}{F_R} \frac{t}{L} \frac{s}{f_y}$$

$$\left(A_{st} = \frac{V_{mR} + V_{sR}}{4F_R} \frac{t}{L} \frac{s}{f_y} \right)$$

donde A_{st} está en mm² (cm²), V_{mR} y V_{sR} en N (kg), son las fuerzas cortantes resistidas por la mampostería y el refuerzo horizontal, si aplica, F_R se toma igual a 0.7, t y L son el espesor y longitud del muro transversal en mm (cm), y f_y es el refuerzo especificado de fluencia de los dispositivos o conectores, en MPa (kg/cm²). La separación s no debe exceder de 300 mm.

1304.1.6 Muros con aberturas. Deben existir elementos de refuerzo vertical y horizontal en el perímetro de toda abertura cuya dimensión exceda de la cuarta parte de la longitud del muro, de la cuarta parte de la distancia entre intersecciones de muros o de 600 mm, o bien en aberturas con altura igual a la del muro, ver Figura 2206.1.6. Los elementos de refuerzo vertical y horizontal deben ser como los señalados en la Sección 2206.1.2.

1304.1.7 Espesor y relación altura a espesor de los muros. El espesor de la mampostería de los muros, t , no será menor que 100 mm y la relación altura a espesor de la mampostería del muro, H/t , no debe exceder de 30.

1304.1.8 Pretiles. Los pretiles o parapetos deben reforzarse interiormente con barras de refuerzo vertical como las especificadas en el Inciso b de la Sección 1304.1.2.2. Se debe proporcionar refuerzo horizontal en la parte superior de pretiles o parapetos cuya altura sea superior a 500 mm de acuerdo con la Sección 2206.1.6, ver Figura 2206.1.6.

1304.2 Fuerzas y momentos de diseño. Las fuerzas y momentos de diseño se deben obtener a partir de los análisis indicados en las secciones 3.2.2 y 3.2.3 de las NTC-RCDF-2004, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería reforzada interiormente debe revisarse para el efecto de carga axial, la fuerza cortante, de momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se debe considerar la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión ante cargas verticales se debe realizar conforme a lo establecido en la sección 3.2.2 de las NTC-RCDF-2004.

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico, la revisión ante cargas laterales puede limitarse a los efectos de la fuerza cortante. Cuando la estructura tenga más de tres niveles, adicionalmente a la fuerza cortante, se deben revisar por flexión en el plano los muros que posean una relación altura total a longitud mayor que 2.

1304.3 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro. La resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro debe cumplir con lo establecido en esta sección.

1304.3.1 Resistencia a compresión de mampostería con refuerzo interior. La carga vertical resistente, P_R , se debe calcular como:

$$P_R = F_R F_E (f_m^* A_T + \Sigma A_s f_y) \leq 1.25 F_R F_E f_m^* A_T$$

donde

F_E se obtiene de acuerdo con la sección 3.2.2 de las NTC; y

F_R se toma igual a 0.6.

Alternativamente, P_R se podrá calcular con

$$P_R = F_R F_E (f_m^* + 0.7) A_T \leq 1.25 F_R F_E f_m^* A_T$$

si se usan MPa y mm²

$$P_R = F_R F_E (f_m^* + 7) A_T \leq 1.25 F_R F_E f_m^* A_T$$

si se usan kg/cm² y cm²

1304.3.2 Resistencia a flexocompresión en el plano del muro. La resistencia a flexocompresión en el plano del muro debe cumplir con lo establecido en esta sección.

1304.3.2.1 Método general de diseño. La resistencia a flexión pura o flexocompresión en el plano de un muro confinado exterior o interiormente se debe calcular con base en las hipótesis estipuladas en la sección 3.1.6 de las NTC-RCDF-2004. La resistencia de diseño se debe obtener afectando la resistencia por el factor de resistencia indicado en la sección 3.1.4.2 de las NTC-RCDF-2004.

1304.3.2.2 Método optativo. Para muros con barras longitudinales colocadas simétricamente en sus extremos, las fórmulas simplificadas siguientes dan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento flexionante resistente de diseño.

El momento flexionante resistente de diseño de la sección, $M_{R'}$, se debe calcular de acuerdo con las ecuaciones:

$$M_{R'} = F_R M_o + 0.3 P_u d ; \quad \text{si } 0 \leq P_u \leq \frac{P_R}{3}$$

$$M_{R'} = (1.5F_R M_o + 0.15 P_R d) \left(1 - \frac{P_u}{P_R}\right) \quad \text{si } P_u > \frac{P_R}{3}$$

donde:

- $M_o = A_s f_y d'$ resistencia a flexión pura del muro;
- A_s área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos extremos del muro;
- d' distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro;
- d distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima;
- P_u carga axial de diseño a compresión, cuyo valor se toma con signo positivo en las ecuaciones anteriores; y
- F_R se toma igual a 0.8, si $P_u \leq P_R/3$ e igual a 0.6 en caso contrario.

Para cargas axiales de tensión es válido interpolar entre la carga axial resistente a tensión pura y el momento flexionante resistente M_o , afectando el resultado por $F_R=0.8$, ver Figura 2205.3.2.2.

1304.4 Resistencia a cargas laterales. La resistencia a las cargas laterales debe cumplir con lo establecido en esta sección.

1304.4.1 Consideraciones generales. La resistencia a cargas laterales debe ser proporcionada por la mampostería, ver Sección 1304.4.2. Se acepta que parte de la fuerza cortante sea resistida por acero de refuerzo horizontal, ver Sección 1304.4.3. Cuando la carga vertical que obre sobre el muro sea de tensión se permite que el acero de refuerzo horizontal resista la totalidad de la carga lateral.

Cuando se use el método simplificado de análisis, la resistencia a fuerza cortante de los muros, calculada en las Secciones 1304.4.2 y 1304.4.3, se afecta por el factor FAE definido por la ecuación 3.4 de las NTC-RCDF-2004.

El factor de resistencia, F_R , se toma igual a 0.7.

1304.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería. La fuerza cortante resistente de diseño, $V_{mR'}$, se determina como sigue:

$$V_{mR'} = F_R (0.5v_m^* A_T + 0.3P) \leq 1.5F_R v_m^* A_T$$

donde P se debe tomar positiva en compresión.

La carga vertical P que actúa sobre el muro debe considerar las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical P es de tensión, se desprecia la contribución de la mampostería $V_{mR'}$; por lo que la totalidad de la fuerza cortante debe ser resistida por el refuerzo horizontal.

La resistencia a compresión diagonal de la mampostería para diseño, v_m^* , no debe exceder de 0.6 MPa (6 kg/cm²), a menos que se demuestre con ensayos que satisfagan la sección 2.8.2.1 de las NTC-RCDF-2004, que se pueden alcanzar mayores valores. En adición se debe demostrar que se cumplen con todos los requisitos de materiales, análisis, diseño y construcción aplicables.

1304.4.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal. La fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal debe cumplir con lo establecido en esta sección.

1304.4.3.1 Tipos de acero de refuerzo. Se permite el uso de refuerzo horizontal colocado

en las juntas de mortero para resistir fuerza cortante. El refuerzo debe consistir de barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío, que sean continuos a lo largo del muro.

No se permite el uso de escalerillas para resistir fuerza cortante inducida por sismo.

El esfuerzo de fluencia para diseño, $f_{yh'}$, no debe ser mayor que 600 MPa (6000 kg/cm²).

El refuerzo horizontal se debe detallar como se indica en las Secciones 2203.4.1.2, 2203.4.3.3, 2203.4.4.1 y 2203.4.5.4.

1304.4.3.2 Separación del acero de refuerzo horizontal. La separación máxima del refuerzo horizontal, s_h , no debe exceder de 6 hiladas o 600 mm.

1304.4.3.3 Cuantías mínima y máxima del acero de refuerzo horizontal. Si se coloca acero de refuerzo horizontal para resistir fuerza cortante, la cuantía de acero de refuerzo horizontal, p_h , no debe ser inferior a $0.3/f_{yh'}$ si se usan MPa ($3/f_{yh'}$ si se usan kg/cm²) ni al valor que resulte de la expresión siguiente:

$$p_h = \frac{V_{mR}}{F_R f_{yh} A_T}$$

En ningún caso p_h será mayor que $0.3 \frac{f_m^*}{f_{yh}}$; ni que $1.2/f_{yh}$ para piezas macizas, ni que $0.9/f_{yh}$ para piezas huecas si se usan MPa ($12/f_{yh}$ y $9/f_{yh'}$ respectivamente, si se usan kg/cm²).

1304.4.3.4 Diseño del refuerzo horizontal. La fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal, V_{sR} , se debe calcular con

$$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T$$

El factor de eficiencia del refuerzo horizontal, η , se determina con el criterio siguiente:

$$\eta = \begin{cases} 0.6 & ; \text{ si } p_h f_{yh} \leq 0.6 \text{ MPa (6 kg/cm}^2\text{)} \\ 0.2 & ; \text{ si } p_h f_{yh} \geq 0.9 \text{ MPa (9 kg/cm}^2\text{)} \end{cases}$$

Para valores de $p_h f_{yh}$ comprendidos entre 0.6 y 0.9 MPa (6 y 9 kg/cm²), η se debe hacer variar linealmente, ver Figura 2205.4.3.4.

SECCIÓN 1305 MAMPOSTERÍA NO CONFINADA NI REFORZADA

1305.1 Alcance. Se debe considerar como muros no confinados ni reforzados aquéllos que, aun con-

tando con algún tipo de refuerzo interior o confinamiento exterior o interior, no tengan el refuerzo necesario para ser incluidos en alguna de las categorías descritas en las Secciones 1303 y 1304. El espesor de la mampostería de los muros, t , no debe ser menor de 100 mm.

Para diseño por sismo se debe usar un factor de comportamiento sísmico $Q=1$.

1305.2 Fuerzas y momentos de diseño. Las fuerzas y momentos de diseño se deben obtener a partir de los análisis indicados en las secciones 3.2.2 y 3.2.3 de las NTC-RCDF-2004, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería no reforzada debe revisarse para el efecto de carga axial, fuerza cortante, momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se debe considerar la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión ante cargas verticales se debe realizar conforme a lo establecido en la sección 3.2.2 de las NTC-RCDF-2004.

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico, la revisión ante cargas laterales puede limitarse a los efectos de la fuerza cortante, siempre y cuando la estructura no exceda de 3 niveles y la relación altura total a longitud del muro no exceda de 2. En caso contrario, se deben valorar los efectos de la flexión en el plano del muro y de la fuerza cortante.

1305.3 Refuerzo por integridad estructural. Con objeto de mejorar la redundancia y capacidad de deformación de la estructura, en todo muro de carga se debe disponer de refuerzo por integridad con las cuantías y características indicadas en las Secciones 1305.3.1 a 1305.3.3. El refuerzo por integridad debe estar alojado en secciones rectangulares de concreto reforzado de cuando menos 50mm de lado. No se aceptan detalles de uniones entre muros y entre muros y sistemas de piso-techo que dependan exclusivamente de cargas gravitacionales.

El refuerzo por integridad debe calcularse de modo que resista las componentes horizontal y vertical de un puntal diagonal de compresión en la mampostería que tenga una magnitud asociada a la falla de la misma.

Optativamente, se puede cumplir con lo indicado en las Secciones 1305.3.1 a 1305.3.3

1305.3.1 Refuerzo vertical. Los muros deben ser reforzados en sus extremos, en intersección de

muros y a cada 4 m con al menos 2 barras o alambres de acero de refuerzo continuos en la altura de la estructura. El área total del refuerzo vertical en el muro se debe calcular con la expresión siguiente, ver Figura 1305.3.1.

$$A_s = \frac{2 V_{mR}}{3 F_R f_y}$$

donde V_{mR} y F_R se toman de la Sección 1305.5.

Las barras deben estar adecuadamente ancladas para alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia, f_y .

1305.3.2 Refuerzo horizontal. Se deben suministrar al menos dos barras o alambres de acero de refuerzo continuos en la longitud de los muros colocados en la unión de éstos con los sistemas de piso y techo. El área total se calculará con la ecuación de la Sección 1305.3.1, multiplicando el resultado por la altura libre del muro, H , y dividiéndolo por la separación entre el refuerzo vertical, s_v .

$$A_s = \frac{2 V_{mR}}{3 F_R f_y} \frac{H}{s_v}$$

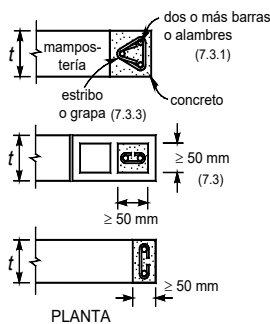
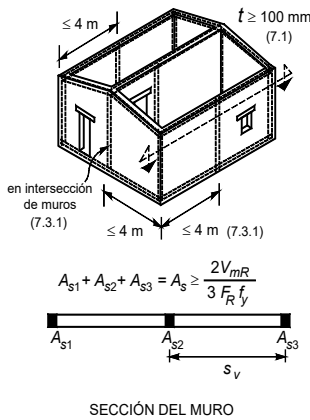


FIGURA 1305.3.1 REFUERZO POR INTEGRIDAD

1305.3.3 Refuerzo transversal. Se debe colocar refuerzo transversal en forma de estribos o grapas, ver Figura 2207.3.1/1305.3.1, con una separación máxima de 200 mm y con un diámetro de al menos 3.4 mm.

1305.3.4 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro. La resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro, debe cumplir con lo establecido en esta sección.

1305.4 Resistencia a compresión. La carga vertical resistente P_R se debe calcular como:

$$P_R = F_R F_E f_m^* A_T$$

donde:

F_E se obtien de acuerdo con la sección 3.2.2 de las NTC; y

F_R se toma igual a 0.3.

1305.4.2 Resistencia a flexocompresión. La resistencia a flexocompresión en el plano del muro se debe calcular, para muros sin refuerzo, según la teoría de resistencia de materiales, suponiendo una distribución lineal de esfuerzos en la mampostería. Se debe considerar que la mampostería no resiste tensiones y que la falla ocurre cuando aparece en la sección crítica un esfuerzo de compresión igual a f_m^* . F_R se debe tomar según la sección 3.1.4.2 de las NTC-RCDF-2004.

1305.5 Resistencia a cargas laterales. Cuando se use el método simplificado de análisis, la resistencia a fuerza cortante de los muros se debe afectar por el factor F_{AE} definido por la ecuación 3.4 de las NTC-RCDF-2004.

La fuerza cortante resistente de diseño, V_{mR} , se debe determinar como sigue:

$$V_{mR} = F_R (0.5 v_m^* A_T + 0.3 P) \leq 1.5 F_R v_m^* A_T$$

donde

F_R se toma igual a 0.4; y

P se debe tomar positiva en compresión.

La carga vertical P que actúa sobre el muro debe considerar las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical es de tensión, se debe tomar $V_{mR} = 0$.

CAPÍTULO 14 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

SECCIÓN 1401 REQUISITOS PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

1401.1 Generalidades. El diseño de toda estructura de concreto reforzado, debe regirse por los criterios establecidos en esta sección.

1401.2 Sistemas de Unidades. En este capítulo se debe emplear la siguiente variable auxiliar para simplificar la conversión de los sistemas de unidades:

a) $c_{SI} = 0.31321$ cuando se usen MPa, N y mm, o (1)

b) $c_{SI} = 1$ cuando se usen kgf/cm², kgf y cm.

1401.3 Materiales. El uso correcto de los materiales para la fabricación de los concretos debe regirse por lo establecido en esta sección.

1401.3.1 Cementantes y agregados. En la fabricación de los concretos, se debe emplear cualquier tipo de cemento que sea congruente con la finalidad y características de la estructura, siempre que cumpla con las especificaciones de resistencia previstos en el proyecto ejecutivo, con la NMX-C-414-ONNCCE-2014 y con lo siguiente:

Los agregados pétreos deben cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-111-ONNCCE-2014.

El concreto se debe fabricar con agregados gruesos con peso específico superior a 2.4. Para concretos con agregados gruesos de peso específico menor, se deben evaluar sus características estructurales tales como el módulo de elasticidad, módulo de rotura, contracción por secado final y deformaciones a largo plazo por flujo plástico del concreto.

El tamaño nominal máximo de los agregados no debe ser mayor que 25 mm.

1401.3.2 Agua. El agua de mezclado debe ser limpia y cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-122-ONNCCE-2004. Si contiene sustancias en solución o en suspensión que la enturbien o le produzcan olor fuera de lo común, no debe emplearse.

1401.3.3 Aditivos. Se permite el uso de aditivos, para el mejoramiento de las propiedades y desempeño del concreto, siempre que dicha condición esté preestablecida en el proyecto ejecutivo o haya

sido autorizada por el DRO o el corresponsable estructural. Los aditivos deben cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-255-ONNCCE-2013.

1401.3.4 Acero. El acero, como refuerzo ordinario para elevar la resistencia y desempeño del concreto, debe cumplir con lo siguiente:

a. Se admite el uso barras de acero y malla de alambre soldado. Las barras deben ser corrugadas y deben cumplir con las normas NMX-C-407-ONNCCE-2001, NMX-B-294-1986 o NMX-B-457-2013. La malla debe cumplir con la norma NMX-B-290-2013. Se permite el uso de barra lisa de 6.4 mm de diámetro (número 2) para conectores de elementos compuestos y como refuerzo para fuerza cortante por fricción. El acero de presfuerzo debe cumplir con la norma NMX-C-292-CANACERO-2011 o NMX-B-293-2012.

b. Para elementos secundarios y losas apoyadas en su perímetro, se permite el uso de barras que cumplan con las normas NMX-B-18-2013, NMX-B-32-1988 y NMX-B-72-2008.

c. En estructuras diseñadas con $Q = 3$ ó 4 , las barras de refuerzo deben ser corrugadas, con esfuerzo especificado de fluencia de 412 MPa (4200 kgf/cm²) y deben cumplir con los requisitos para acero normal o de baja aleación de la Norma Mexicana correspondiente. Además, las barras longitudinales de vigas y columnas deben tener fluencia definida, bajo un esfuerzo que no exceda al esfuerzo de fluencia especificado en más de 140 MPa (1400 kgf/cm²), y su resistencia real debe ser por lo menos igual a 1.25 veces su esfuerzo real de fluencia.

d. El módulo de elasticidad del acero de refuerzo ordinario, E_s , se debe tomar igual a 2×10^5 MPa (2×10^6 kgf/cm²) y el de torones de presfuerzo se debe suponer de 1.9×10^5 MPa (1.9×10^6 kgf/cm²).

e. En el cálculo de resistencias se deben usar los esfuerzos de fluencia mínimos, f_y , establecidos en las normas citadas.

1401.3.5 Concreto. Todo concreto estructural debe cumplir con lo siguiente:

Todo concreto estructural debe mezclarse por medios mecánicos. El concreto con resistencia

especificada f_c' no menor de 25 MPa (250 kgf/cm²) debe proporcionarse por peso; concretos de resistencia menor pueden proporcionarse por volumen.

El concreto en estado fresco debe tener una masa volumétrica mínima de 2000 kg/m³.

Para diseñar se usará el valor nominal, f_c^* , determinado con la expresión siguiente.

$$f_c^* = 0.8f_c' \quad (2)$$

El valor f_c^* es tal que la probabilidad de que la resistencia del concreto, no sea alcanzada en la estructura, sea de 2%.

La resistencia media a tensión por flexión o módulo de rotura, f_f se puede tomar como:

$$f_f = 2 c_{SI} \sqrt{f_c'} \quad (3)$$

El módulo de elasticidad, E_c , se puede tomar igual a

$$E_c = 0.00127 w^{1.5} \sqrt{f_c'} \quad (4a)$$

Usando w en N/m³, E_c y f_c' en MPa.

$$E_c = 0.125 w^{1.5} \sqrt{f_c'} \quad (4b)$$

Usando w en kgf/m³, E_c y f_c' en kgf/cm².

Donde w es el peso volumétrico del concreto endurecido.

En caso de requerir comprobar el valor del módulo de elasticidad, E_c , se debe determinar según la norma NMX-C-128-ONNCCE-2013. El módulo de elasticidad puede determinarse con pruebas de corazones de concreto endurecido que se deben extraer de acuerdo con la norma NMX-C-169-ONNCCE-2009.

Para concretos de peso normal, la contracción por secado final, ϵ_{ct} , se debe tomar igual a 0.001.

1401.3.6 Requisitos para la resistencia del concreto según su condición de exposición. El concreto en el miembro debe tener una resistencia a compresión especificada, f_c' , no menor de:

- 15 MPa (150 kgf/cm²)
Muros de vivienda de no más de dos niveles.
En las regiones sísmicas A y B, definidas en la Sección 1202.6, se admite una resistencia no menor de 10 MPa (100 kgf/cm²) en muros interiores y exteriores en ambientes no agresivos;
- 20 MPa (200 kgf/cm²)

Interiores de edificios, exteriores en ambientes no agresivos, o contra suelos no agresivos;

- 25 MPa (250 kgf/cm²)
Ambiente exterior agresivo, o en contacto con agua;
- 35 MPa (350 kgf/cm²)
Expuesto a soluciones que contengan sulfatos; y
- Cuando el concreto esté expuesto a suelos agresivos o sometido a procesos industriales que así se requieran y a otras condiciones severas, la resistencia de diseño debe establecerse para asegurar el correcto desempeño de la estructura ante la exposición ambiente particular que se tenga y para garantizar la vida útil de diseño programada.

Así mismo se deben aplicar los siguientes criterios:

- En agua con cloruros y contra suelos ricos en sales, se requiere un contenido de cemento hidráulico no menor que 3500 N/m³ (350 kg/m³) y una relación agua/cemento que no exceda 0.4.
- Se deben catalogar como agresivos los suelos permeables con pH < 4 o con agua freática que contiene más de un gramo (1 g) de iones de sulfato por litro.
- Se catalogan como ambientes exteriores agresivos las zonas costeras, zonas con humedad relativa promedio superior al 60% y regiones con altas velocidades de viento correspondientes a las zonas III y IV establecidas en la Sección 1202.7.
- Se debe revisar la NMX-C-155-ONNCCE-2014.

SECCIÓN 1402 ANÁLISIS PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

1402.1 Aspectos generales. Las estructuras de concreto se deben analizar, en general, con métodos que asuman un comportamiento elástico de las mismas. También pueden aplicarse métodos de análisis límite siempre que se compruebe que la estructura tiene suficiente ductilidad y que se eviten fallas prematuras por inestabilidad.

1402.2 Características de la sección transversal de los elementos para el análisis. Cuando se apliquen métodos de análisis elástico, en el cálculo de las rigideces de los miembros estructurales se debe tomar

en cuenta el efecto del agrietamiento. Para determinar cuáles miembros sufren agrietamientos se puede proceder a un análisis preliminar con secciones brutas de concreto y comparar los momentos flexionantes de los elementos con los momentos de agrietamiento I_{ag} . Un refinamiento requiere una serie de análisis iterativos y utilizar la condición de carga y, en su caso, las acciones sísmicas para el estado límite en estudio, ya sea de servicio o de diseño.

Para la revisión del estado límite de falla, se debe admitir que se cumple el requisito de incluir el agrietamiento en los elementos si las rigideces de vigas y muros agrietados se calculan con la mitad del momento de inercia de la sección bruta de concreto ($0.5 I_g$), y si las rigideces de columnas y muros no agrietados se calculan con el momento de inercia total de la sección bruta de concreto (I_g). En vigas L y T, la sección bruta debe incluir los anchos de patín. El ancho del patín que se considere trabajando a compresión en secciones L y T a cada lado del alma debe ser el menor de los tres valores siguientes:

- a. $L/8-b'/2$ La octava parte del claro, L, menos la mitad del ancho del alma, b' ,
- b. $d_{\text{paño}}/2$ La mitad de la distancia al paño del alma del miembro más cercano, $d_{\text{paño}}$ y
- c. $8t$ Ocho veces el espesor del patín, t.

1402.3 Otros aspectos para el análisis. Para calcular momentos flexionantes, en vigas que soporten losas de tableros rectangulares, se debe contemplar la distribución de cargas según las áreas tributarias consideradas de las losas. Se acepta tomar la carga tributaria de la losa como uniformemente repartida a lo largo de la viga.

En los momentos de diseño y en las deformaciones laterales de las estructuras deben incluirse los efectos de esbeltez valuados mediante el método de amplificación de momentos flexionantes o por medio del análisis de segundo orden.

Debe tomarse en consideración el efecto de interacción suelo-estructura cuando el suelo sea tipo III.

Para análisis ante cargas laterales, se acepta modelar los sistemas de piso como diafragma rígido cuando: el área de los huecos sea menor que 20% del área de la losa, la relación de largo a ancho de la base no exceda de 2.5 y el sistema de piso cuente con la rigidez y resistencia necesaria para transmitir las acciones laterales entre los elementos resistentes verticales. Si las condiciones antes mencionadas no se cumplen, es necesario analizar la estructura modelando el sistema de piso como flexible.

Se debe considerar en el análisis los efectos debidos a muros diafragma de mampostería, rampas de escaleras u otros elementos que no estén desligados de

la estructura y cuya rigidez y resistencia influyan en el comportamiento de la misma. En especial, se debe considerar la presencia de pretiles no desligados de la estructura que pueden generar el fenómeno de columna corta.

Los muros diafragma se deben analizar como diagonales equivalentes trabajando a compresión o como columna ancha, en todo caso deben revisarse los extremos de las columnas en una distancia igual a la cuarta parte del claro libre, $H_{\text{libre}}/4$, para que resistan la mitad de la fuerza horizontal transmitida por los muros.

Los muros estructurales de concreto que deban soportar fuerzas laterales, deben ser continuos y colineales desde el nivel considerado hasta la cimentación. En caso contrario se debe garantizar la correcta transmisión de los elementos mecánicos de la estructura a la cimentación. Cuando el muro sea continuo en elevación se debe modelar como columna ancha ubicada en el centro del muro, donde las vigas tengan extremos rígidos dentro del ancho del muro.

1402.4 Marcos dúctiles. Se consideran estructuras con marcos dúctiles aquellas que posean marcos colados en el lugar y que cumplan con los requisitos de diseño y detallado señalados en las Secciones 1403 y 1404.

Este sistema estructural es adecuado para zonas de alta sismicidad, donde las estructuras son sometidas a grandes desplazamientos inelásticos. Los marcos dúctiles se diseñan con base a un mecanismo de daño controlado para disipar la energía sísmica por medio de la incursión en el comportamiento inelástico de sus elementos, tales como agrietamiento, desconchado del concreto y fluencia del acero; En este sentido se deben detallar los elementos de tal forma que tengan capacidad de rotación en las zonas de articulación plástica, además de revisar que no ocurran modos de falla no deseables como por ejemplo cortante, falla por adherencia, falla de nudos y mecanismo de columna débil.

Se deben diseñar con factor de comportamiento sísmico Q no mayor de 4.

Se acepta como marco dúctil con Q igual a 4 a una combinación de marcos y muros de concreto reforzado o marcos y contravientos en donde la fuerza cortante inducida por el sismo, resistida por los marcos en cada entrepiso, sea por lo menos el 50% de la total. En caso contrario no se debe tomar un valor de Q mayor de 3.

Sea que la estructura esté formada sólo de marcos, o de marcos y muros o contravientos, las fuerzas cortantes inducidas por el sismo con que se diseñe un marco no deben ser menores, en cada entrepiso, que

el 25% de las que le corresponderían si trabajara aislado del resto de la estructura.

1402.5 Marcos convencionales. Son aquéllos que no cumplen los requisitos de marco dúctil, es decir, que no son diseñados para resistir grandes deformaciones inelásticas ante eventos sísmicos extraordinarios. Los marcos convencionales se deben diseñar con factor de comportamiento sísmico Q no mayor de 2.

SECCIÓN 1403 VIGAS DE CONCRETO REFORZADO

1403.1 Requisitos geométricos para vigas principales. Los requisitos de esta sección se aplican a miembros horizontales que se conectan en los dos extremos con columnas, y que trabajan esencialmente a flexión. Se incluyen vigas y aquellas columnas con cargas axiales pequeñas donde $P_u \leq A_g f_c' / 10$.

a. $L_{\text{libre}}/d \geq 4$ El claro libre no debe ser menor que cuatro veces el peralte efectivo,

b. $L/b \leq 30$ En sistemas de vigas y losa monolítica, la relación entre la separación de apoyos que eviten el pandeo lateral y el ancho de la viga no debe exceder de 30,

c. $h/b \leq 3.5$ La relación entre el peralte y el ancho no debe ser mayor de 3.0 cuando se diseñe como marco dúctil, ni de 5 para otros casos. Para evaluar h/b en vigas T o I, se usará el ancho del alma, b' ,

d. $b \geq 250$ mm En marcos dúctiles el ancho de la viga no debe ser menor de 250 mm,

$b \geq 200$ mm En marcos convencionales el ancho de la viga no debe ser menor de 200 mm; en ningún caso el ancho de la viga debe exceder el ancho de las columnas a las que llega,

e. $h \geq 20 d_{b,\text{col}}$ El peralte de la viga debe ser igual o mayor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal más gruesa de la columna a la que se conecte.

f. En marcos dúctiles el eje de la viga no debe separarse horizontalmente del eje de la columna más de 1/10 del ancho de la columna normal a la viga.

En marcos convencionales el refuerzo longitudinal de la viga debe pasar dentro del núcleo de la columna. En este caso, si la distancia horizontal entre el eje de la viga y el de la columna es superior a 1/5 del ancho de la columna normal a la viga, debe garantizarse el buen comportamiento con el análisis y detallado correspondiente.

1403.2 Requisitos geométricos para vigas secundarias. Se consideran vigas secundarias aquellas que no se conectan con columnas en los extremos y sobre las cuales aplica lo siguiente:

a. $L/b \leq 35$ en sistemas de vigas y losa monolítica, la relación entre la separación de apoyos que eviten el pandeo lateral y el ancho de la viga no debe exceder de 35,

b. $h/b \leq 6$, la relación entre el peralte y el ancho, no debe ser mayor de seis, y

c. $b \geq 200$ mm el ancho de la viga no debe ser menor de 200 mm.

1403.3 Refuerzo longitudinal. El refuerzo longitudinal de las vigas secundarias debe cumplir con lo siguiente:

a. En toda sección se debe disponer de refuerzo tanto en el lecho inferior como en el superior. En cada lecho el área de refuerzo no debe ser menor que la obtenida de la ecuación A.3 de la Sección A1.3.1 del Anexo 5 y debe constar por lo menos de dos barras corridas de 12,7mm de diámetro (número 4).

La cuantía de acero longitudinal a tensión, p , no debe exceder de 0,025 ni de lo estipulado en la Sección A1.3.2 del Anexo 5.

b. En extremos libremente apoyados se debe prolongar cuando menos la tercera parte del refuerzo de tensión para momento positivo máximo y se debe llevar más allá del centro del apoyo terminando en un doblez que cumpla con los requisitos de la Sección A2.1.2 del Anexo 5.

c. En extremos continuos se debe prolongar cuando menos la cuarta parte del refuerzo de tensión para momento positivo máximo y se anclará según la Sección A2.1.3 del Anexo 5.

d. En toda sección a lo largo del miembro el momento resistente debe ser mayor o igual que la cuarta parte del máximo momento resistente negativo o positivo, según corresponda.

e. Con el refuerzo longitudinal pueden formarse paquetes con un máximo de dos barras cada uno y debe cumplirse con lo establecido en la Sección

A2.3 del Anexo 5.

- f. En la colocación del refuerzo y diseño del tamaño de los estribos debe considerarse la posición de las barras longitudinales de tal forma de evitar interferencia con las barras de las columnas o de las vigas transversales a ésta.

En marcos dúctiles y en aquellos marcos destinados a resistir fuerzas laterales accidentales, adicionalmente se debe cumplir con lo siguiente:

- a. El refuerzo positivo que se prolongue dentro del apoyo debe anclarse de modo que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.
- b. El momento resistente positivo en el paño de la unión viga-columna no debe ser menor que la mitad del momento resistente negativo que se suministre en esa sección.

1403.4 Refuerzo transversal. El refuerzo transversal de las vigas estructurales debe cumplir con lo siguiente:

- a. El refuerzo transversal debe estar formado por estribos cerrados de una pieza, sencillos o sobrepuestos, de diámetro no menor que 7.9 mm (número 2.5) y deben rematar en una esquina con dobleces de 135° cumpliendo con los requisitos de la Sección A2.1.5 del Anexo 5. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una barra longitudinal.
- b. El primer estribo se debe colocar a no más de 50 mm de la cara del miembro de apoyo. La sepa-

ración del refuerzo transversal, s , en cualquier parte del elemento no debe exceder de:

- 1) $d/2$, la mitad del peralte efectivo.
- 2) La requerida por fuerza cortante.

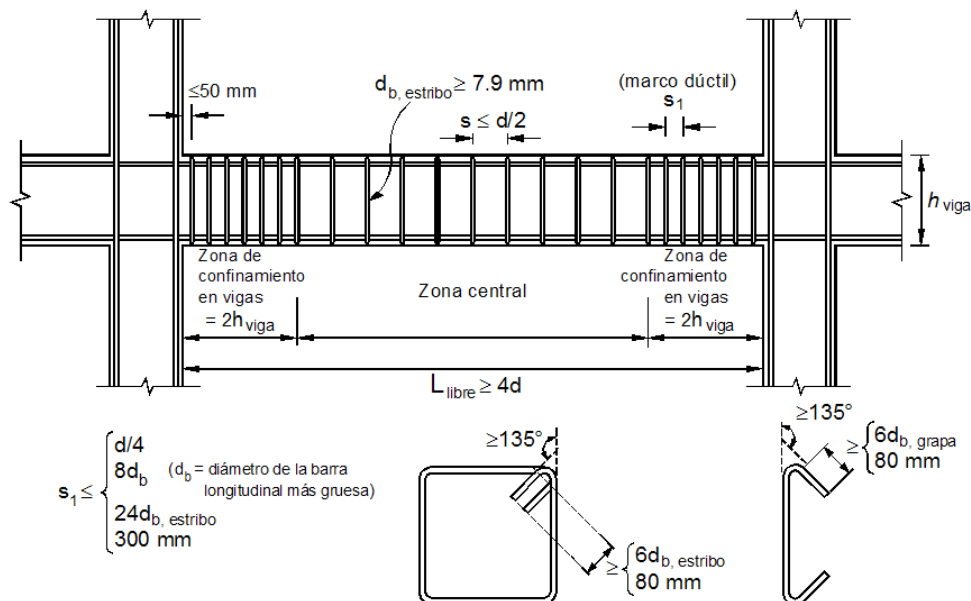
- c. Para estructuras diseñadas como marco dúctil se deben suministrar estribos con una separación máxima s_1 en las zonas siguientes, ver Figura 1403.4:

1. En cada extremo del miembro sobre una distancia de dos peraltes, medida a partir del paño del nudo, y
2. En la porción del elemento que se halle a una distancia igual a dos peraltes ($2h_{viga}$) de toda sección donde se suponga, o el análisis indique, que se va a formar una articulación plástica ante desplazamientos laterales en el intervalo inelástico de comportamiento del marco. Si la articulación se forma en una sección intermedia, los dos peraltes se deben tomar a cada lado de la sección.

La separación de los estribos, s_1 , no debe exceder ninguno de los valores siguientes:

- $d/4$ la cuarta parte del peralte efectivo,
- $8d_b$ 8 veces el diámetro de la barra longitudinal más delgada,
- $24d_{b,estribo}$ 24 veces el diámetro de la barra del estribo, o
- 300 mm.

FIGURA 1403.4 DETALLADO DE ELEMENTOS A FLEXIÓN



1403.5 Refuerzo complementario en las paredes de las vigas. En las paredes de vigas con peraltes superiores a 750 mm debe proporcionarse refuerzo longitudinal por cambios volumétricos de acuerdo con la sección D.5.6. Se puede tener en cuenta este refuerzo en los cálculos de resistencia si se determina la contribución del acero por medio de un estudio de compatibilidad de deformaciones.

**SECCIÓN 1404
COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO**

1404.1 Requisitos geométricos. Los requisitos de esta sección se aplican a miembros donde, $P_u > A_g f'_c / 10$.

- a) $b_{\text{mín}} \geq 250$ mm, la menor dimensión transversal no debe ser menor que 250 mm,
- b) $A_g \geq 750$ mm², el área no debe ser menor que 750 cm²,
- c) $A_g \geq P_u / 0,5f'_c$, el área no debe ser menor que $P_u / 0,5f'_c$ para toda combinación de carga,
- d) $b_{\text{máx}} / b_{\text{mín}} \leq 2,5$ la relación entre la mayor dimensión transversal y la menor no debe ser mayor que 2,5, y
- e) $H_{\text{libre}} / b_{\text{mín}} \leq 15$ la relación entre la altura libre y la menor dimensión transversal no debe exceder de 15.
- f) $b \geq 20 d_{b,\text{viga}}$ en cada dirección, la dimensión de la columna debe ser igual o mayor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal más gruesa de las vigas que se conecten a la columna.

1404.2 Refuerzo longitudinal. El refuerzo longitudinal de las vigas estructurales debe cumplir con lo siguiente:

- a. La cuantía de refuerzo longitudinal no debe ser menor que 0,005 ni mayor que 0,04.
- b. El número mínimo de barras debe ser 6 en columnas circulares y 4 en rectangulares. Sólo se permite formar paquetes de 2 barras como máximo, cumpliendo con lo establecido en la sección D.5.3 de las NTC-RCDF-2014.
- c. El traslape de barras longitudinales sólo se permite en la mitad central del elemento; estos traslapes deben cumplir con los requisitos de la Sección A2.4 del Anexo 5. La zona de traslape debe

confinarse con refuerzo transversal separado una distancia s_1 de acuerdo con el Inciso d de la Sección 1404.3 y con la Figura 1404.2.

- d. La unión de barras con soldadura o dispositivos mecánicos deben cumplir los requisitos de la Sección A2.4 del Anexo 5.
- e. En las intersecciones con vigas o losas las barras de las columnas deben ser continuas o bien terminar con dobleces según la Sección A2.2 del Anexo 5.
- f. Las características del refuerzo longitudinal en columnas deben ser tal que su longitud de desarrollo no sea mayor que dos tercios de la altura libre de la columna ($L_d \leq 0,66H_{\text{libre}}$).

1404.3 Refuerzo transversal. El refuerzo transversal de las vigas estructurales debe cumplir con lo siguiente:

- a. El refuerzo transversal debe estar formado por estribos cerrados de una pieza, sencillos o sobrepuestos, de diámetro no menor que 9,5 mm (número 3) y deben rematar en una esquina con dobleces de 135°, cumpliendo con los requisitos de la Sección A2.1.5 del Anexo 5. Puede complementarse con grapas del mismo diámetro que los estribos, separadas igual que éstos a lo largo del miembro. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una barra longitudinal.
- b. La separación del refuerzo transversal, s , no debe exceder de la requerida por fuerza cortante.
- c. La separación del refuerzo transversal, s , en ningún caso debe exceder de:
 - 1) $b_{\text{mín}} / 2$, la mitad de la menor dimensión de la columna.
 - 2) $12d_{b'}$ 12 diámetros de la barra longitudinal más delgada, ni que
 - 3) $48d_{b'\text{estribo}}$ 48 diámetros de la barra del estribo.
- d. Para estructuras diseñadas como marco dúctil se deben suministrar estribos con una separación máxima s_1 en una longitud, H_0 , en ambos extremos del miembro y a ambos lados de cualquier sección donde sea probable que fluya por flexión el refuerzo longitudinal ante desplazamientos laterales en el intervalo inelástico de comportamiento. La longitud H_0 debe ser la mayor de:
 - 1) $b_{\text{máx}}$ la mayor dimensión transversal de miembro,
 - 2) $H_{\text{libre}} / 6$, un sexto de su altura libre, o
 - 3) 600 mm.

En la parte inferior de columnas de planta baja este refuerzo debe llegar hasta media altura de la columna, y debe continuarse dentro de la cimentación al menos en una distancia igual a la longitud de desarrollo en compresión de la barra más gruesa. Se debe disponer también de este refuerzo en zonas de traslape de barras.

La separación de los estribos, s_1 , no debe exceder ninguno de los valores siguientes:

- 1) $b_{\min}/4$, la cuarta parte de la menor dimensión transversal del elemento,
- 2) $6d_b$, 6 veces el diámetro de la barra longitudinal más gruesa,
- 3) 150 mm, si la distancia entre barras longitudinales no soportadas lateralmente es menor o igual que 200 mm, o bien
- 4) 100 mm, en caso que no se cumpla la condición del inciso anterior.

1404.4 Detallado. El detallado de las vigas estructurales debe cumplir con lo siguiente:

a. Cuantía mínima de refuerzo transversal

- i. En columnas de núcleo circular, el refuerzo transversal a todo lo largo de la columna debe ser una hélice continua de paso constante o estribos circulares cuya separación sea igual al paso de la hélice. El área de la barra de este refuerzo, a_{sh} , no debe ser menor que:

$$0,11 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_{yh}} s D_c \quad \text{ni que} \quad 0,03 \frac{f_c'}{f_{yh}} s D_c \quad (5)$$

- ii. En estructuras diseñadas como marco dúctil, para columnas de núcleo rectangular, la cuantía de refuerzo transversal debe ser la suma de las áreas de estribos y grapas, A_{sh} , que en cada

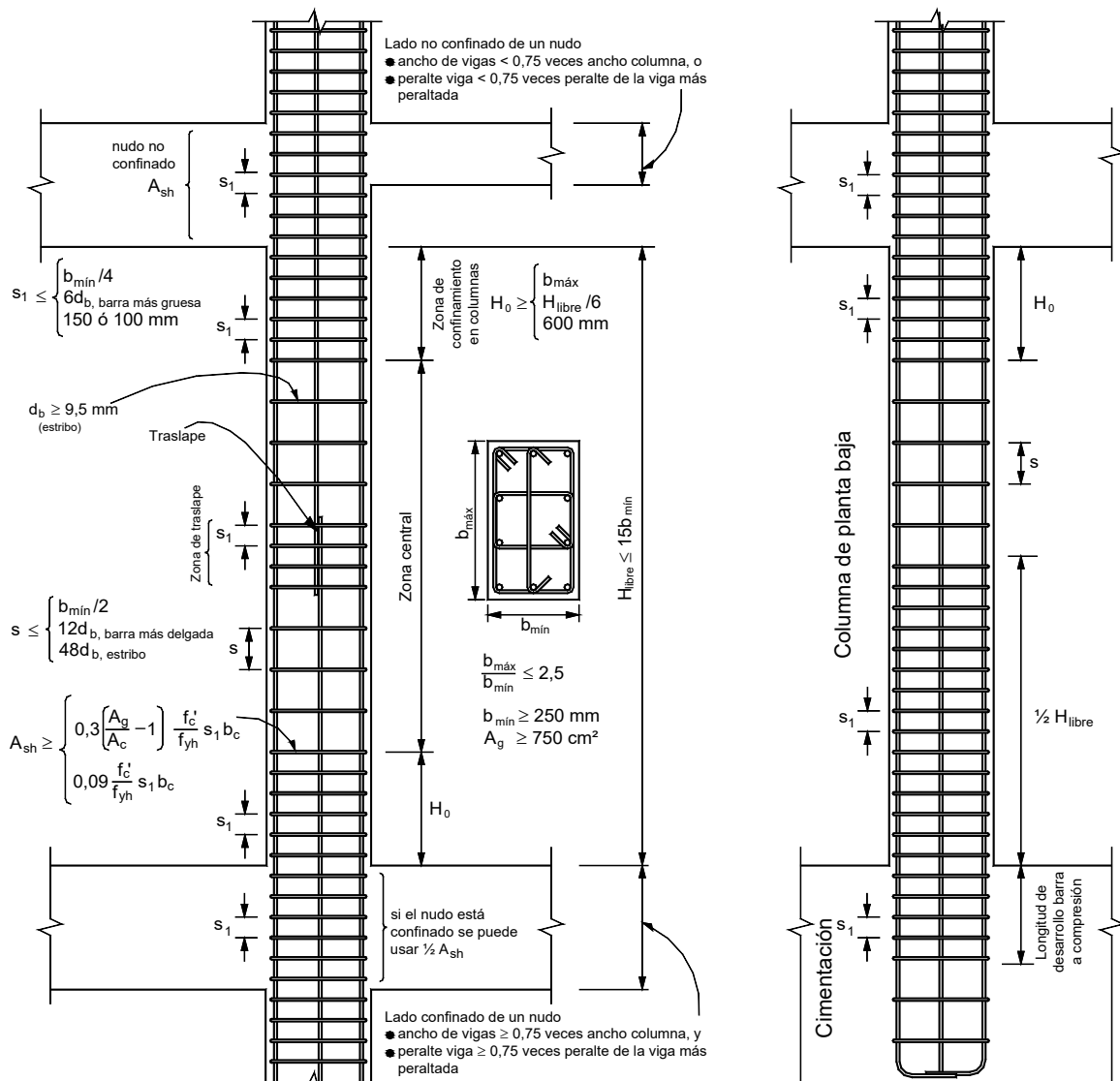


FIGURA 1404.2 DETALLADO DE COLUMNAS EN MARCOS DÚCTILES (INDICATIVO)

dirección de la sección de la columna no debe ser menor que:

$$0,3 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_{yh}} s_1 b_c \quad \text{ni que} \quad 0,09 \frac{f_c'}{f_{yh}} s_1 b_c \quad (6)$$

en las ecuaciones anteriores:

- A_c área transversal del núcleo, hasta el perímetro exterior del estribo o hélice,
- A_g área transversal de la columna,
- D_c diámetro del núcleo,
- b_c dimensión del núcleo normal al refuerzo con área Ash , y
- f_{yh} esfuerzo de fluencia del acero de los estribos y grapas o de la hélice.

b. Estribos y zunchos

- i. Los estribos se deben disponer de manera que cada barra longitudinal de esquina y una de cada dos consecutivas de la periferia tengan un soporte lateral suministrado por el doblez de un estribo con un ángulo interno no mayor de 135°. Además, ninguna barra que no tenga soporte lateral debe distar más de 150 mm, libres, de una barra soportada lateralmente. Cuando 6 o más barras estén repartidas uniformemente sobre una circunferencia se pueden usar anillos circulares o bien zunchos.
- ii. La distancia centro a centro, transversal al eje del miembro, entre ramas de estribos superpuestos no debe ser mayor de 450 mm, y entre grapas, así como entre éstas y ramas de estribos no debe ser mayor de 250 mm. Si el refuerzo consta de estribos sencillos, la mayor dimensión de éstos no debe exceder de 450 mm.
- iii. La fuerza de fluencia que pueda desarrollar la barra de un estribo o anillo no debe ser menor que seis centésimas de la fuerza de fluencia de la mayor barra o el mayor paquete longitudinal que restringe.
- iv. El esfuerzo especificado de fluencia del acero de la hélice o estribo no debe ser mayor que 412 MPa (4200 kgf/cm²).
- v. La distancia libre entre dos vueltas consecutivas de la hélice o entre dos estribos circulares no debe ser menor que una vez y media el tamaño máximo del agregado, ni mayor que 70 mm.
- vi. Las hélices se deben anclar en los extremos de la columna mediante dos vueltas y media y los traslapes deben tener una vuelta y media.

- c. Grapas. Para dar restricción lateral a barras que no sean de esquina, pueden usarse grapas formadas por barras rectas, cuyos extremos terminen en un doblez a 135° alrededor de la barra o paquete restringido, seguido de un tramo recto con longitud no menor que 6 diámetros de la barra de la grapa ni menor que 80 mm. Las grapas se deben colocar perpendiculares a las barras o paquetes que restringen y a la cara más próxima del miembro en cuestión.

1404.5 Resistencia mínima a flexión de columnas.

Las resistencias a flexión de las columnas en un nudo, en cada dirección, deben satisfacer la ecuación 7.

$$\Sigma M_{col} \geq 1.5 \Sigma M_{viga} \quad (7)$$

donde:

- ΣM_{col} suma al paño del nudo de los momentos resistentes de las columnas que llegan al nudo calculados con factor de resistencia igual a uno, y
- ΣM_{viga} suma al paño del nudo de los momentos resistentes de las vigas que llegan al nudo calculados con factor de resistencia igual a uno.

Las sumas anteriores deben realizarse de modo que los momentos de las columnas se opongan a los de las vigas. La condición debe cumplirse para los dos sentidos en que puede actuar el sismo.

No debe ser necesario de debe cumplir con la ecuación 7 en los nudos de azotea.

1404.6 Uniones viga-columna. Las uniones vivas columnas deben cumplir con lo establecido en esta sección.

1404.6.1 Geometría. Una unión viga-columna o nudo se define como aquella parte de la columna comprendida en la altura de la viga más peraltada que llega a ella, por lo tanto, debe tener como mínimo la sección de la columna.

En estructuras diseñadas como marco dúctil, el refuerzo longitudinal de las vigas que llegan a la unión debe pasar o anclarse dentro del núcleo de la columna, según sea el caso (interior o de borde).

En los planos estructurales deben incluirse dibujos acotados y a escala del refuerzo en las uniones viga-columna.

1404.6.2 Cara confinada. Se debe considerar que una cara vertical del nudo está confinada si existe una viga o un tramo de viga de longitud mayor a

su peralte, cuya anchura cubre al menos 0.75 veces el ancho respectivo de la columna, y si su peralte es al menos 0.75 veces la altura de la viga más peraltada que llega al nudo.

1404.6.3 Fuerza cortante actuante. La fuerza cortante se debe calcular en un plano horizontal a media altura del nudo. En su cálculo se debe tomar en cuenta el acero de refuerzo de las losas trabajando a tensión dentro de un ancho efectivo. En secciones T, el ancho del patín de tensión a cada lado del alma debe ser al menos 8 veces el espesor del patín; en secciones L, debe ser de 6 veces el espesor del patín. Se debe suponer que el esfuerzo de tensión en las barras es $1.25 f_y$.

La fuerza cortante actuante en el nudo, cuando se forma un mecanismo por fuerzas laterales con articulación plástica en las trabes, se puede calcular con la ecuación 8.

$$V_u = 1.25 f_y \Sigma A_s - V_{col} \quad (8)$$

donde:

ΣA_s suma del área del refuerzo de la losa dentro del ancho efectivo a tensión, del refuerzo negativo de la trabe y, cuando existe trabe en ambos lados del nudo, de su refuerzo positivo,

V_{col} fuerza cortante en la columna superior que, en el mecanismo supuesto, se opone al cortante en el nudo. Esta se puede estimar simplificada como la suma de los momentos resistentes de las vigas que llegan al nudo calculados con factor de resistencia igual a uno (ΣM_{viga}), dividido entre la altura del entrepiso H (si difiere la del piso superior y el inferior se debe usar la altura del entrepiso mayor). Por simplicidad es admisible considerar $V_{col} = 0$.

$$V_{col} = \Sigma M_{viga} / H \quad (9)$$

1404.6.4 Resistencia a fuerza cortante. Se admite revisar la resistencia del nudo a fuerza cortante en cada dirección principal de la sección en forma independiente. La resistencia de diseño a fuerza cortante de nudos con columnas continuas se debe tomar igual a:

$$Y_n F_R c_{SI} \sqrt{f_c^*} \text{ beh} \quad (10)$$

donde $F_R = 0,8$, Y_n es el factor tomado de la Tabla 1404.6.4 y la constante c_{SI} se define en la ecuación 1. En nudos con columnas discontinuas, como nudos de azotea, la resistencia de diseño a fuerza cortante debe ser 0.75 veces la obtenida de la ecuación 10.

TABLA 1404.6.4 FACTOR Y_n PARA CÁLCULO DE LA FUERZA CORTANTE RESISTENTE EN NUDOS

CASO	ESTRUCTURAS CON MARCOS DÚCTILES	OTROS CASOS
Nudos confinados en sus cuatro caras verticales	5.5	6.5
Nudos confinados en tres caras verticales o en caras verticales opuestas	4.5	5.5
Otros casos de caras confinadas y cuando cambie el peralte de la columna o exista cambio de dirección de las barras longitudinales en el nudo.	3.5	4.5

El ancho b_e se debe calcular promediando el ancho medio de las vigas consideradas y la dimensión transversal de la columna normal a la fuerza. Este ancho b_e no debe ser mayor que el ancho de las vigas más el peralte de la columna, h , o que la dimensión transversal de la columna normal a la fuerza, b .

1404.6.5 Refuerzo transversal en el nudo. Se debe suministrar el refuerzo transversal horizontal mínimo especificado en la Sección 1404.6.4. Si el nudo está confinado en sus cuatro caras verticales, puede usarse la mitad del refuerzo transversal horizontal mínimo, $\frac{1}{2}A_{sh}$. La separación, s_1 , debe ser la especificada en el inciso D.3.3.3.d de las NTC-RCDF-2014.

1404.6.6 Barras que llegan al nudo. Toda barra de refuerzo longitudinal de vigas que termine en un nudo debe prolongarse hasta la cara lejana del núcleo de la columna y rematarse con un doblé a 90° seguido de un tramo recto no menor de 12 diámetros. La sección crítica para revisar el anclaje de estas barras debe ser en el plano externo del núcleo de la columna para estructuras diseñadas como marcos dúctiles y en la cara de la columna en otros casos. La longitud de desarrollo de estas barras se debe determinar con la Sección A2.1 del Anexo 5.

Los diámetros de las barras de vigas y columnas que pasen rectas a través de un nudo deben seleccionarse de modo que se cumplan las relaciones siguientes:

$$h_{col} / d_{b, viga} \geq 20$$

$$h_{viga} / d_{b, col} \geq 20$$

donde h_{col} es la dimensión transversal de la columna en dirección de las barras de viga consideradas.

1404.6.7 Detallado. Cuando el detallado exige cambios de dirección de las barras de refuerzo deben respetarse los radios mínimos de doblez correspondientes a las barras que se doblan. Esto se debe tomar en cuenta desde el proceso de diseño de la estructura, en especial para el caso de barras de 25 mm de diámetro y mayores.

SECCIÓN 1405 CIMENTACIÓN

1405.1 Generalidades.

1405.1.1 Alcance. La Sección 1405 tiene por objeto fijar criterios y métodos de diseño y construcción de cimentaciones que permitan cumplir los requisitos mínimos definidos en el CEV. Los aspectos no cubiertos en esta sección quedan a criterio y responsabilidad del Director Responsable de Obra y, en su caso, del Corresponsable en Seguridad. El uso de criterios o métodos diferentes de los aquí mostrados también puede ser aceptable, pero deben contar con aprobación de la autoridad competente.

Nota: Los criterios establecidos en la Sección 1405, son aplicables para todo el contexto de la República Mexicana, sin embargo, a raíz de los sismos producidos en septiembre de 2017, y que afectaron gravemente la zona centro y suroeste del país, se hace un especial énfasis en las soluciones estructurales de cimentación, para edificios de vivienda de hasta 5 niveles, en suelos de origen lacustre del Valle de México y aquellos que presentan condiciones similares.

1405.1.2 Unidades. En los estudios para el diseño de cimentaciones, es preferible utilizar el Sistema Internacional, SI. Sin embargo, en materia de mecánica de suelos, es aceptable usar como unidad de fuerza la tonelada métrica, que se considera equivalente a 10 kN.

1405.1.3 Exploraciones. Las investigaciones mínimas del subsuelo a realizar deben ser las indicadas en la Tabla 1405.1.3 No obstante, la observancia del número y tipo de investigaciones indicados en esta tabla no libera al Director Responsable de Obra de la obligación de realizar todos los estudios adicionales necesarios para definir adecuadamente las condiciones del subsuelo. Se advierte que las investigaciones requeridas en el caso de problemas especiales, y especialmente en terrenos afectados por irregularidades, generalmente son superiores a las indicadas en la Tabla 1405.1.3.

Para la aplicación de la Tabla 1405.1.3, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Se entiende por peso unitario medio de una estructura, w , la suma de la carga muerta y de la carga viva con intensidad media al nivel de apoyo de la subestructura dividida entre el área de la proyección en planta de dicha subestructura. En edificios formados por cuerpos con estructuras desligadas, y en particular en unidades habitacionales, cada cuerpo debe considerarse separadamente.
- b) El número mínimo de exploraciones a realizar (pozos a cielo abierto o sondeos según lo especifica la Tabla 1405.4) debe ser de una por cada 80 m o fracción del perímetro o envolvente de mínima extensión de la superficie cubierta por la construcción. La profundidad de las exploraciones depende del tipo de cimentación y de las condiciones del subsuelo pero no debe ser inferior a 2 m bajo el nivel de desplante. Los sondeos que se realicen con el propósito de explorar el espesor de los materiales compresibles deben, además, penetrar en el estrato incompresible al menos 3 m y, en su caso, en las capas compresibles subyacentes si se pretende apoyar pilotes o pilas en dicho estrato. En edificios formados por cuerpos con estructuras desligadas, y en particular en unidades habitacionales, deben realizarse exploraciones suficientemente profundas para poder estimar los asentamientos inducidos por la carga combinada del conjunto de las estructuras individuales.
- c) Los procedimientos para localizar rellenos artificiales, galerías de minas y otras oquedades deben ser directos, es decir basados en observaciones y mediciones en las cavidades o en sondeos. Los métodos indirectos, incluyendo los geofísicos, solamente se deben emplear como apoyo de las investigaciones directas.
- d) Los sondeos a realizar deben ser de los tipos indicados a continuación:
 - 1) Sondeos con recuperación continua de muestras alteradas mediante la herramienta de penetración estándar con objeto de obtener un perfil continuo del contenido de agua y otras propiedades-índice. No es aceptable realizar pruebas mecánicas usando especímenes obtenidos en dichos sondeos.
 - 2) Sondeos mixtos con recuperación alternada de muestras inalteradas y sólo las primeras son aceptables para determinar propiedades mecánicas. Las profundidades de muestreo inalterado se deben definir a partir de perfiles de contenido de agua, determinados previamente mediante sondeos con recuperación de muestras alteradas.

TABLA 1405.1.3 REQUISITOS MÍNIMOS PARA LA INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

CONSTRUCCIONES LIGERAS O MEDIANAS DE POCA EXTENSIÓN Y CON EXCAVACIONES SOMERAS

Son de esta categoría las edificaciones que cumplen con los siguientes tres requisitos:

Peso unitario medio de la estructura $w \leq 40$ kPa (4 t/m²)

Perímetro de la construcción:

$P \leq 80$ m

Profundidad de desplante $D_f \leq 2.5$ m

- 1) Detección por procedimientos directos, eventualmente apoyados en métodos indirectos, de rellenos sueltos, galerías de minas, grietas y otras irregularidades.
- 2) Pozos a cielo abierto para determinar la estratigrafía y propiedades de los materiales y definir la profundidad de desplante.
- 3) En caso de considerarse en el diseño del cimiento un incremento neto de presión mayor de 15 kPa (1.5 t/m²), el valor recomendado debe justificarse a partir de los resultados de las pruebas de laboratorio o de campo realizadas.

- 3) Sondeos consistentes en realizar, en forma continua o selectiva, una determinada prueba de campo, con o sin recuperación de muestras. La prueba consiste en medir:

- El número de golpes requeridos para lograr, mediante impactos, cierta penetración de un muestreador estándar; prueba SPT, o de un dispositivo mecánico cónico; prueba dinámica de cono.

- La resistencia a la penetración de un cono mecánico o eléctrico u otro dispositivo similar; prueba estática de cono o prueba penetrométrica. Al ejecutar este tipo de prueba de campo, deben respetarse los procedimientos aceptados, en particular en cuanto a la velocidad de penetración, la cual debe estar comprendida entre 1 y 2 cm/s.

- La respuesta esfuerzo-deformación del suelo y la presión límite registradas al provocar en el sondeo la expansión de una cavidad cilíndrica; prueba presiométrica.

- La resistencia al cortante del suelo; prueba de veleta o similar.

- La velocidad de propagación de ondas en el suelo. Se debe recurrir a ensayos de campo para estimar el valor máximo del módulo de rigidez al cortante, G , a partir de la velocidad de propagación de las ondas de corte, V_s , que debe obtenerse de ensayos geofísicos de campo como los de pozo abajo, pozo arriba, el ensayo de cono sísmico, el de sonda suspendida o el ensayo de pozos cruzados. En este tipo de pruebas es recomendable emplear un inclinómetro para conocer y controlar la posición de los geófonos para el registro de vibraciones y la de la fuente emisora de vibraciones.

Estos sondeos deben usarse para fines de verificación estratigráfica, con objeto de extender

los resultados del estudio a un área mayor. Sus resultados también deben emplearse para fines de estimación de las propiedades mecánicas de los suelos siempre que se cuente con una calibración precisa y reciente del dispositivo usado y se disponga de correlaciones confiables con resultados de pruebas de laboratorio establecidas o verificadas localmente.

- 4) Sondeos con equipo rotatorio y muestreadores de barril. Se deben usar en los materiales firmes y rocas de la zona I a fin de recuperar núcleos para clasificación y para ensayos mecánicos, siempre que el diámetro de los mismos sea suficiente.

- 5) Sondeos de percusión o de avance con equipo tricónico o sondeos con variables de perforación controladas, es decir sondeos con registros continuos de la presión en las tuberías o mangueras de la máquina de perforar, de la velocidad de avance, de la torsión aplicada y otros. Son aceptables para identificar tipos de material o descubrir oquedades.

1405.1.4 Subsistencia. Para la investigación del hundimiento se debe tomar en cuenta la información disponible respecto a la evolución del proceso de hundimiento regional que afecta la parte lacustre y se deben prever sus efectos a corto y largo plazo sobre el comportamiento de la cimentación en proyecto.

La investigación respecto al fenómeno de hundimiento regional debe hacerse por observación directa de piezómetros y bancos de nivel colocados con suficiente anticipación al inicio de la obra, a diferentes profundidades y hasta los estratos profundos, alejados de cargas, estructuras y excavaciones que alteren el proceso de consolidación natural del subsuelo. En el caso de los bancos de nivel profundos, se debe garantizar que los efectos de la fricción negativa actuando sobre ellos no afecten las observaciones.

1405.2 Verificación de la seguridad de las cimentaciones. En el diseño de toda cimentación, se deben considerar los siguientes estados límite, además de los correspondientes a los miembros de la estructura:

- a) De falla:
 - 1) Flotación;
 - 2) Flujo plástico local o general del suelo bajo la cimentación; y
 - 3) Falla estructural de pilotes, pilas u otros elementos de la cimentación.

La revisión de la seguridad de una cimentación ante estados límite de falla debe consistir en comparar para cada elemento de la cimentación, y para ésta en su conjunto, la capacidad de carga del suelo con las acciones de diseño, afectando la capacidad de carga neta con un factor de resistencia y las acciones de diseño con sus respectivos factores de carga.

La capacidad de carga de los suelos de cimentación se debe calcular por métodos analíticos o empíricos suficientemente apoyados en evidencias experimentales locales o se deben determinar con pruebas de carga. La capacidad de carga de la base de cualquier cimentación se debe calcular a partir de la resistencia media del suelo a lo largo de la superficie potencial de falla correspondiente al mecanismo más crítico. En el cálculo se debe tomar en cuenta la interacción entre las diferentes partes de la cimentación y entre ésta y las cimentaciones vecinas.

Cuando en el subsuelo del sitio o en su vecindad existan rellenos sueltos, galerías, grietas u otras oquedades, éstos deben tratarse apropiadamente o bien considerarse en el análisis de estabilidad de la cimentación.

- b) De servicio:
 - 1) Movimiento vertical medio, asentamiento o emersión de la cimentación, con respecto al nivel del terreno circundante;
 - 2) Inclinación media de la construcción, y
 - 3) Deformación diferencial de la propia estructura y sus vecinas.

En cada uno de los movimientos, se debe considerar el componente inmediato bajo carga estática, el accidental, principalmente por sismo, y el diferido, por consolidación, y la combinación de los tres. El valor esperado de cada uno de tales movimientos debe garantizar que no se causarán

daños intolerables a la propia cimentación, a la superestructura y sus instalaciones, a los elementos no estructurales y acabados, a las construcciones vecinas ni a los servicios públicos.

Se debe prestar atención a la compatibilidad a corto y largo plazo del tipo de cimentación seleccionado con el de las estructuras vecinas.

La revisión de la cimentación ante estados límite de servicio se debe hacer tomando en cuenta los límites indicados en la Tabla 1405.2.1.

1405.2.1 Acciones de diseño. Las combinaciones de acciones a considerar en el diseño de cimentaciones, deben ser las siguientes:

- a) Primer tipo de combinación

Acciones permanentes más acciones variables, incluyendo la carga viva. Con este tipo de combinación se deben revisar tanto los estados límite de servicio como los de falla. Las acciones variables se deben considerar con su intensidad media para fines de cálculos de asentamientos u otros movimientos a largo plazo. Para la revisión de estados límite de falla, se debe considerar la acción variable más desfavorable con su intensidad máxima y las acciones restantes con intensidad instantánea. Entre las acciones permanentes se deben incluir el peso propio de los elementos estructurales de la cimentación, los efectos del hundimiento regional sobre la cimentación, incluyendo la fricción negativa, el peso de los rellenos y lastres que graviten sobre los elementos de la subestructura, incluyendo el agua en su caso, los empujes laterales sobre dichos elementos y toda otra acción que se genere sobre la propia cimentación o en su vecindad.

- b) Segundo tipo de combinación

Acciones permanentes más acciones variables con intensidad instantánea y acciones accidentales: viento o sismo. Con este tipo de combinación se deben revisar los estados límite de falla y los estados límite de servicio asociados a deformaciones transitorias y permanentes del suelo bajo carga accidental.

La magnitud de las acciones sobre la cimentación provenientes de la estructura se debe obtener como resultado directo del análisis de ésta. Para fines de diseño de la cimentación, la fijación de la magnitud de todas las acciones pertinentes y de su distribución es responsabilidad conjunta de los diseñadores de la superestructura y de la cimentación. Se deben estimar con especial cuidado las concentraciones de carga que pueden generar en ciertas partes específicas de la cimentación los elementos más pesados de la estructura tales como salientes, muros de fachada, cisternas

y otros, que son susceptibles de inducir fallas locales o generales del suelo.

Para la revisión de los estados límite de falla de una cimentación bajo este tipo de solicitación, se deben considerar las acciones sísmicas de la siguiente forma: 100 por ciento del sismo en una dirección y 30 por ciento en la dirección perpendicular a ella, con los signos que para cada concepto resulten desfavorables, debiéndose repetir este procedimiento en la otra dirección.

Para una evaluación más precisa de las acciones accidentales por sismo al nivel de la cimentación, es válido apoyarse en un análisis de interacción

dinámica suelo-estructura recurriendo a métodos analíticos o numéricos aceptados para este fin.

En el caso de cimentaciones profundas construidas en rellenos compresibles de la zona I se debe incluir entre las acciones permanentes la fricción negativa que puede desarrollarse en el fuste de los pilotes o pilas por consolidación del terreno circundante. Al estimar esta acción, se debe tomar en cuenta que:

- 1) El esfuerzo cortante que se desarrolla en el contacto entre el suelo y el fuste del pilote, o pila, o en la envolvente de un grupo de pilotes,

TABLA 1405.2.1 LÍMITES MÁXIMOS PARA MOVIMIENTOS Y DEFORMACIONES ORIGINADOS EN LA CIMENTACIÓN¹

a) Movimientos verticales (hundimiento o emersión)			
Concepto		Límite	
Valor medio en el área ocupada por la construcción:			
Asentamiento: Construcciones aisladas		5 cm ⁽²⁾	
Construcciones colindantes		2.5 cm	
b) Inclinación media de la construcción			
Tipo de daño	Límite	Observaciones	
Inclinación visible	100/(100+3hc) por ciento	hc = altura de la construcción en m	
Mal funcionamiento de grúas viajeras	0.3 por ciento	En dirección longitudinal	
c) Deformaciones diferenciales en la propia estructura y sus vecinas			
Tipo de estructuras	Variable que se limita	Límite	
Marcos de acero	Relación entre el asentamiento diferencial entre apoyos y el claro	0.006	
Marcos de concreto	Relación entre el asentamiento diferencial entre apoyos y el claro	0.004	
Muros de carga de tabique de barro o bloque de concreto	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.002	
Muros con acabados muy sensibles, como yeso, piedra ornamental, etc.	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.001	Se toleran valores mayores en la medida en que la deformación ocurra antes de colocar los acabados o éstos se encuentren desligados de los muros
Paneles móviles o muros con acabados poco sensibles, como mampostería con juntas secas	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.004	
Tuberías de concreto con juntas	Cambios de pendiente en las juntas	0.015	

¹Comprende la suma de movimientos debidos a todas las combinaciones de carga que se especifican en el Reglamento y las Normas Técnicas Complementarias. Los valores de la tabla son sólo límites máximos y en cada caso se debe revisar que no se cause ninguno de los daños mencionados al principio de esta sección.

²En construcciones aisladas es aceptable un valor mayor si se toma en cuenta explícitamente en el diseño estructural de los pilotes y de sus conexiones con la subestructura.

por fricción negativa no puede en principio ser mayor que la resistencia al corte del suelo determinada en prueba triaxial consolidada no drenada, realizada bajo una presión de confinamiento representativa de las condiciones del suelo *in situ*.

- 2) El esfuerzo cortante máximo anterior solamente puede desarrollarse si el suelo alcanza la deformación angular límite.
- 3) La fricción negativa desarrollada en un pilote o subgrupo de ellos en el interior de un grupo de pilotes no puede ser mayor que el peso del suelo correspondiente al área tributaria del o de los elementos considerados.
- 4) Los esfuerzos de descarga inducidos en el suelo por la fricción negativa considerada en determinado análisis no pueden ser mayores que los que resulten suficientes para detener el proceso de consolidación que la origina.

Cuando se considere que la fricción negativa pueda ser de importancia, debe realizarse una modelación explícita, analítica o numérica, del fenómeno que permita tomar en cuenta los factores anteriores y cuantificar sus efectos. En esta modelación se deben adoptar hipótesis conservadoras en cuanto a la evolución previsible de la consolidación del subsuelo.

Se deben calcular y tomar en cuenta en el diseño el cortante en la base de la estructura y los momentos de volteo debidos tanto a excentricidad de cargas verticales respecto al centroide del área de cimentación como a solicitaciones horizontales.

1405.2.2 Factores de carga y resistencia. Los factores de carga, F_C , que deben aplicarse a las acciones para el diseño de cimentaciones deben ser los indicados en la Sección 3.4 de las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones. Para estados límite de servicio, el factor de carga debe ser unitario en todas las acciones. Para estados límite de falla se debe aplicar un factor de carga de 1.1 al peso propio del suelo y a los empujes laterales de éste. La acción de la subpresión y de la fricción negativa se debe tomar con un factor de carga unitario.

Los factores de resistencia, F_R , relativos a la capacidad de carga de cimentaciones determinada a partir de estimaciones analíticas o de pruebas de campo, para todos los estados límite de falla, deben ser los siguientes:

- a) $F_R=0.35$ para la capacidad de carga ante cualquier combinación de acciones en la base de zapatas de cualquier tipo en la zona I, zapatas

de colindancia desplantadas a menos de 5 m de profundidad en las zonas II y III y de los pilotes y pilas apoyados en un estrato resistente; y

- b) $F_R=0.70$ para los otros casos.

Los factores de resistencia se deben aplicar a la capacidad de carga neta de las cimentaciones.

1405.3 Cimentaciones someras: zapatas y losas.

1405.3.1 Estados límite de falla. Para cimentaciones someras desplantadas en suelos sensiblemente uniformes se debe verificar el cumplimiento de las desigualdades siguientes para las distintas combinaciones posibles de acciones verticales.

En esta verificación, tomando en cuenta la existencia, especialmente en las zonas I y II, de materiales cementados frágiles que pueden perder su cohesión antes de que se alcance la deformación requerida para que se movilice su resistencia por fricción, se debe considerar, en forma conservadora, que los suelos son de tipo puramente cohesivo o puramente friccionante.

Para cimentaciones desplantadas en suelos cohesivos:

$$\frac{\Sigma Q F_c}{A} < c_u N_c F_R + p_v \tag{1}$$

Para cimentaciones desplantadas en suelos friccionantes:

$$\frac{\Sigma Q F}{A} < \left[\bar{p}_v (N_q - 1) + \frac{\gamma B N_\gamma}{2} \right] F_R + p_v \tag{2}$$

donde

$\Sigma Q F_C$ es la suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada en el nivel de desplante, afectada por su respectivo factor de carga;

A es el área del cimientto;

p_v es la presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo;

\bar{p}_v es la presión vertical efectiva a la misma profundidad;

γ es el peso volumétrico del suelo;

c_u es la cohesión aparente determinada en ensaye triaxial no-consolidado no-drenado, (UU);

B es el ancho de la cimentación;

N_c es el coeficiente de capacidad de carga dado por:

$$N_c = 5.14(1 + 0.25D_f/B + 0.25B/L) \quad (3)$$

para $D_f/B < 2$ y $B/L < 1$;

donde D_f es la profundidad de desplante y L la longitud del cimiento; en caso de que D_f/B y B/L no cumplan con las desigualdades anteriores, dichas relaciones se deben considerar iguales a 2 y a 1, respectivamente;

N_q es el coeficiente de capacidad de carga dado por:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45^\circ + \phi / 2) \quad (4)$$

donde ϕ es el ángulo de fricción interna del material, que se define más adelante. El coeficiente N_q se multiplica por: $1 + (B/L) \tan \phi$ para cimientos rectangulares y por $1 + \tan \phi$ para cimientos circulares o cuadrados;

N_γ es el coeficiente de capacidad de carga dado por:

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad (5)$$

El coeficiente N_γ se multiplica por $1 - 0.4(B/L)$ para cimientos rectangulares y por 0.6 para cimientos circulares o cuadrados; y

F_R es el factor de resistencia especificado en la Sección 1405.2.2.

También puede utilizarse como alternativa a las ecuaciones 1 ó 2 una expresión basada en los resultados de pruebas de campo, respaldada por evidencias experimentales confirmadas en los suelos lacustres y del Valle de México.

Además, al emplear las relaciones anteriores se debe tomar en cuenta lo siguiente:

a) El parámetro ϕ debe estar dado por:

$$\phi = \text{Ang} \tan (\alpha \tan \phi^*) \quad (6)$$

donde ϕ^* es el ángulo con la horizontal de la envolvente de los círculos de Mohr a la falla en la prueba de resistencia que se considere más representativa del comportamiento del suelo en las condiciones de trabajo. Esta prueba debe considerar la posibilidad de que el suelo pierda parte de su resistencia.

Para suelos arenosos con compacidad relativa D_r menor de 67 por ciento, el coeficiente α

debe ser igual a $0.67 + D_r - 0.75D_r^2$. Para suelos con compacidad mayor que el límite indicado, α debe ser igual a 1.

b) La posición del nivel freático considerada para la evaluación de las propiedades mecánicas del suelo y de su peso volumétrico debe ser la más desfavorable durante la vida útil de la estructura. En caso de que el ancho B de la cimentación sea mayor que la profundidad Z del nivel freático bajo el nivel de desplante de la misma, el peso volumétrico a considerar en la ecuación 2 debe ser:

$$\gamma = \gamma' + (Z/B) (\gamma_m - \gamma') \quad (7)$$

donde:

γ' es el peso volumétrico sumergido del suelo entre las profundidades

$$Z \text{ y } (B/2) \tan(45^\circ + \phi / 2);$$

γ_m es el peso volumétrico total del suelo arriba del nivel freático.

En el caso de combinaciones de cargas, en particular las que incluyen solicitaciones sísmicas, que den lugar a resultantes excéntricas actuando a una distancia e del eje longitudinal del cimiento, el ancho efectivo del mismo debe considerarse igual a:

$$B' = B - 2e \quad (8)$$

Un criterio análogo se debe aplicar en la dirección longitudinal del cimiento para tomar en cuenta la excentricidad respectiva. Cuando se presente doble excentricidad (alrededor de los ejes X y Y), se deben tomar las dimensiones reducidas en forma simultánea, y el área efectiva del cimiento debe ser $A' = B'L'$.

Para tomar en cuenta, en su caso, la fuerza cortante al nivel de la cimentación, se deben multiplicar los coeficientes N_q y N_c de las ecuaciones 1 y 2 por $(1 - \tan \delta)^2$, donde δ es la inclinación de la resultante de las acciones respecto a la vertical.

d) En el caso de cimentaciones sobre un estrato de suelo uniforme de espesor H bajo el nivel de desplante y apoyado sobre un estrato blando, se debe seguir el criterio siguiente:

- 1) Si $H \geq 3.5B$ se debe ignorar el efecto del estrato blando en la capacidad de carga.
- 2) Si $3.5B > H \geq 1.5B$ se debe verificar la capacidad de carga del estrato blando suponiendo que el ancho del área cargada es $B+H$.

- 3) Si $H < 1.5B$ se debe verificar la capacidad de carga del estrato blando suponiendo que el ancho del área cargada es:

$$B[1+2/3(H/B)^2] \quad (9)$$

- 4) En el caso de cimientos rectangulares se debe aplicar a la dimensión longitudinal un criterio análogo al anterior.
- e) En el caso de cimentaciones sobre taludes se debe verificar la estabilidad de la cimentación y del talud recurriendo a un método de análisis límite considerando mecanismos de falla compatibles con el perfil de suelos y, en su caso, con el agrietamiento existente. En esta verificación, el momento o las fuerzas resistentes deben ser afectados por el factor de resistencia especificado en el Inciso a de la Sección 1405.2.2.
- f) En el caso de cimentaciones desplantadas en un subsuelo heterogéneo o agrietado para el cual no sea aplicable el mecanismo de falla por corte general en un medio homogéneo implícito en las ecuaciones 1 y 2, se debe verificar la estabilidad de la cimentación recurriendo a un método de análisis límite de los diversos mecanismos de falla compatibles con el perfil estratigráfico. Además de la falla global, se deben estudiar las posibles fallas locales, es decir aquellas que pueden afectar solamente una parte del suelo que soporta el cimiento, y la posible extrusión de estratos muy blandos. En las verificaciones anteriores, el momento o la fuerza resistente deben ser afectados por el factor de resistencia que señala el Inciso a de la Sección 1405.2.2.
- g) No deben cimentarse estructuras sobre zapatas aisladas en depósitos de limos no plásticos o arenas finas en estado suelto o saturado, susceptibles de presentar pérdida total o parcial de resistencia por generación de presión de poro o deformaciones volumétricas importantes bajo solicitaciones sísmicas. Asimismo, deben tomarse en cuenta las pérdidas de resistencia o cambios volumétricos ocasionados por las vibraciones de maquinaria en la vecindad de las cimentaciones desplantadas en suelos no cohesivos de compacidad baja o media. Para condiciones severas de vibración, el factor de resistencia a considerar en las ecuaciones 1 y 2, debe tomarse igual a la mitad del definido en la Sección 1405.2.2 para condiciones estáticas, a menos que se demuestre a satisfacción de la autoridad competente, a partir de ensayos de laboratorio en muestras de suelo representativas, que es aplicable otro valor.
- h) En caso de que se compruebe la existencia de galerías, grietas, cavernas u otras oquedades,

éstas se deben considerar en el cálculo de capacidad de carga. En su caso, deben mejorarse las condiciones de estabilidad adoptándose una o varias de las siguientes medidas:

- 1) Tratamiento por medio de rellenos compactados, inyecciones y otros;
- 2) Demolición o refuerzo de bóvedas; y
- 3) Desplante bajo el piso de las cavidades.

1405.3.2 Estados límite de servicio. Los asentamientos instantáneos de las cimentaciones bajo solicitaciones estáticas se deben calcular en primera aproximación usando los resultados de la teoría de la elasticidad previa estimación de los parámetros elásticos del terreno, a partir de la experiencia local o de pruebas directas o indirectas. Para suelos granulares, se debe tomar en cuenta el incremento de la rigidez del suelo con la presión de confinamiento. Cuando el subsuelo esté constituido por estratos horizontales de características elásticas diferentes, es aceptable despreciar la influencia de las distintas rigideces de los estratos en la distribución de esfuerzos. El desplazamiento horizontal y el giro transitorios de la cimentación bajo las fuerzas cortantes y el momento de volteo generados por la segunda combinación de acciones se deben calcular cuando proceda, como se indica en el Manual de Obras Civiles Diseño por Sismo 2016. La magnitud de las deformaciones permanentes que pueden presentarse bajo cargas accidentales cíclicas se debe estimar con procedimientos de equilibrio límite para condiciones dinámicas.

Los asentamientos diferidos se deben calcular por medio de la relación:

$$\Delta H = \sum_0^H \left[\frac{\Delta e}{1 + e_0} \right] \Delta z \quad (10)$$

donde

ΔH es el asentamiento de un estrato de espesor H ;

e_0 es la relación de vacíos inicial;

Δe es la variación de la relación de vacíos bajo el incremento de esfuerzo efectivo vertical D_p inducido a la profundidad z por la carga superficial. Esta variación se estima a partir de pruebas de consolidación unidimensionales realizadas con muestras inalteradas representativas del material existente a esa profundidad; y

Δz son los espesores de estratos elementales dentro de los cuales los esfuerzos pueden considerarse uniformes.

Los incrementos de presión vertical Δp inducidos por la carga superficial se deben calcular con la teoría de la elasticidad a partir de las presiones transmitidas por la subestructura al suelo. Estas presiones se deben estimar considerando hipótesis extremas de repartición de cargas o a partir de un análisis de la interacción estática suelo-estructura.

Para evaluar los movimientos diferenciales de la cimentación y los inducidos en construcciones vecinas, los asentamientos diferidos se deben calcular en un número suficiente de puntos ubicados dentro y fuera del área cargada.

1405.4 Zapatas de cimentación. El diseño estructural de toda zapata de cimentación debe cumplir con lo siguiente:

- a) El espesor mínimo del borde de una zapata reforzada debe ser de 150mm. Si la zapata se apoya sobre pilotes, dicho espesor mínimo debe ser de 300 mm.
- b) Si la zapata se apoya sobre pilotes, al calcular la fuerza cortante en una sección se debe suponer que en ésta produce cortante la reacción de los pilotes cuyos centros queden a $0.5D_p$ o más hacia fuera de dicha sección (D_p es el diámetro de un pilote en la base de la zapata). Se debe suponer que no producen cortante las reacciones de los pilotes cuyos centros queden a $0.5D_p$ o más hacia dentro de la sección considerada. Para calcular la fuerza cortante en una sección situada dentro del diámetro del pilote se debe interpolar linealmente.
- c) Cuando existan excentricidades significativas, ya sea inducidas por estados de carga, o por la propia configuración de la cimentación como en las zapatas de lindero, debe garantizarse que tanto la estabilidad externa como la interna se satisfagan para todos los casos. Asimismo, debe tenerse especial cuidado en dimensionar correctamente los elementos estructurales cuando el régimen de esfuerzos se invierte como consecuencia de dichas excentricidades, ver Figura 1405.4.

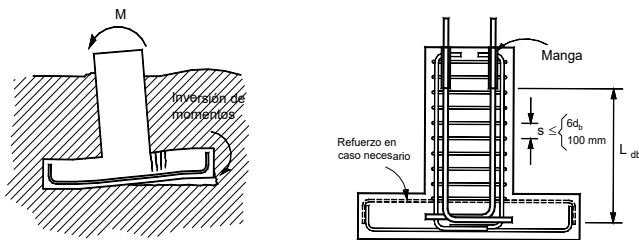


FIGURA 1405.4 ZAPATAS.

- d) En el caso de dados o pedestales de concreto reforzado que reciben elementos estructurales de

acero con anclas trabajando a tensión, debe garantizarse que, para todos los estados de carga, el flujo de esfuerzos entre las anclas y el acero de refuerzo adyacente sea efectivo. Asimismo, debe colocarse refuerzo transversal para confinamiento en el sector superior del pedestal o dado sometido a tensión diagonal, en una longitud cuando menos igual a la de las anclas, ver Figura 1405.4. El refuerzo transversal tendrá una separación no mayor que 6 veces el diámetro de las barras longitudinales que confinan ni mayor que 100 mm.

- e) Cuando se pretenda colocar mangas en dados o pedestales de concreto reforzado para permitir ajustes en la posición de anclas para recibir elementos estructurales de acero, deben ser previstas durante el proceso de diseño de la estructura y correctamente detalladas para evitar interferencias con el acero de refuerzo del pedestal o dado, ver Figura 1405.4.

1405.4.1 Zapatas concéntricas. Para el diseño de zapatas concéntricas, ver Figura 1405.4.1, se debe llevar a cabo lo siguiente:

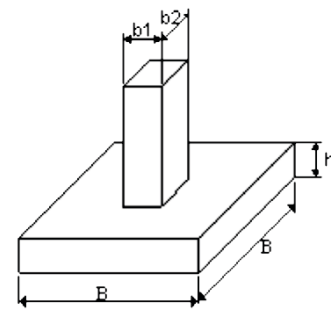


FIGURA 1405.4.1 ZAPATA CONCÉNTRICA

- a) **Obtener la carga de servicio P.** La carga última P_u obtenida del análisis estructural se debe dividir por el factor de seguridad F_{G_r} con un valor aproximado de 1.5 para estructuras de concreto y 1.4 para estructuras de acero, o bien calcularla con cargas de servicio.

$$P = \frac{P_u}{F_G}$$

De esta manera la carga última se hace conceptualmente compatible con la capacidad admisible del suelo q_a , prestablecida en el estudio de mecánica de suelos, a partir de q_u (presión última que causa la falla por cortante en la estructura del suelo), la cual debe involucrar el factor de seguridad de acuerdo con las siguientes ecuaciones, válidas para suelos cohesivos:

$$q_u = cN_c + \gamma D_f$$

$$q_a = \frac{cN_c}{F_s} + \gamma D_f$$

Donde:

C (ton/m²) = Cohesión el suelo.

N_c = Factor de capacidad de carga.

γ (ton/m³) = Peso volumétrico de la masa del suelo.

D_f (m) = Profundidad de desplante de la zapata.

F_s = Factor de seguridad.

γD_f se compensa con el peso propio de la zapata, por lo tanto no hay necesidad de considerar un porcentaje P como peso propio y, en general, se puede despreciar.

b) **Determinar el ancho B de la zapata.** Para determinar el ancho B de la zapata, se debe emplear la siguiente ecuación:

$$B = \sqrt{\frac{P_s}{q_a}}$$

c) **Suponer el espesor h de la zapata.** El espesor h se supone sobre las siguientes bases conceptuales:

- El espesor efectivo de la zapata por encima del refuerzo inferior no debe ser menor de 150 mm ($d_{min} > 150$ mm, para zapatas apoyadas sobre el suelo).

- El recubrimiento mínimo debe ser de 50 mm, para el caso en que la zapata esté apoyada sobre suelo de relleno y el diámetro del acero de refuerzo que se deba recubrir sea mayor del número 5.

d) **Revisar punzonamiento o cortante bidireccional.** El punzonamiento o cortante bidireccional se refiere al efecto en que la zapata trata de fallar por una superficie piramidal, como respuesta a la carga vertical que le transfiere la columna o pedestal. En la práctica, para simplificar el problema, se debe trabajar con una superficie de falla o sección crítica perpendicular al plano de la zapata y localizada a $d/2$ de la cara de la columna, pedestal o muro si son de concreto, ver ejemplos a, b, c y d de la Figura 1405.4.1A, o a partir de la distancia media de la cara de la columna y el borde de la placa de acero si este es el caso, ver Figura 1405.4.1B; con una traza en la planta igual al perímetro mínimo b_o .

e) **Revisar cortante unidireccional.** El cortante unidireccional se refiere al efecto en el comportamiento de una zapata como elemento viga, con una sección crítica que se extiende en un plano a través del ancho total, y está localizada a una distancia, d , de la cara de la columna, pedestal o muro si son de concreto, ver Figura 1405.4.1C; o a partir de la distancia media de la cara de la columna y el borde de la placa si este es el caso, ver Figura 1405.4.1D.

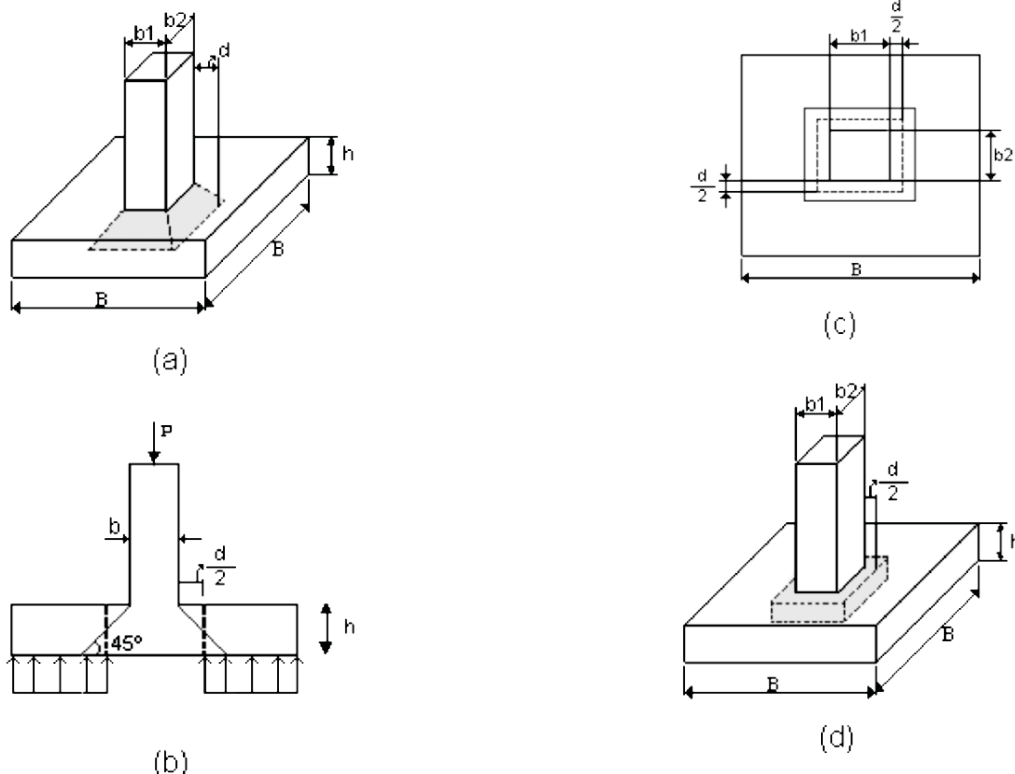


FIGURA 1405.4.1A CORTANTE BIDIRECCIONAL EN ZAPATA QUE SOPORTA COLUMNA, PEDESTAL O MURO DE CONCRETO

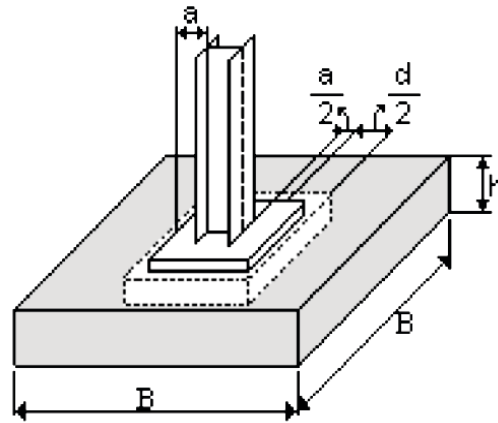


FIGURA 1405.4.1B CORTANTE BIDIRECCIONAL EN ZAPATA QUE SOPORTA COLUMNA METÁLICA.

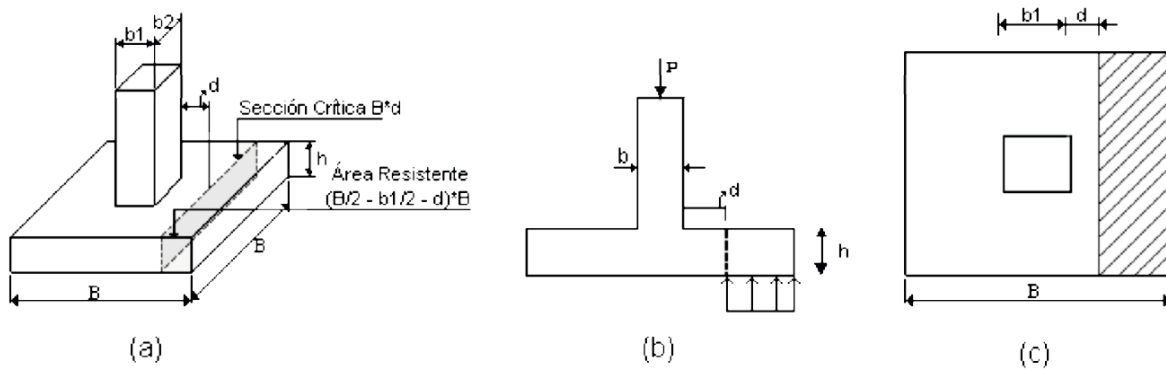


FIGURA 1405.4.1C CORTANTE UNIDIRECCIONAL EN ZAPATA QUE SOPORTA COLUMNA, PEDESTAL O MURO DE CONCRETO

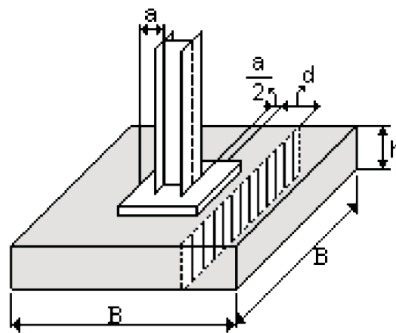


FIGURA 1405.4.1D CORTANTE UNIDIRECCIONAL EN ZAPATA QUE SOPORTA COLUMNA METÁLICA

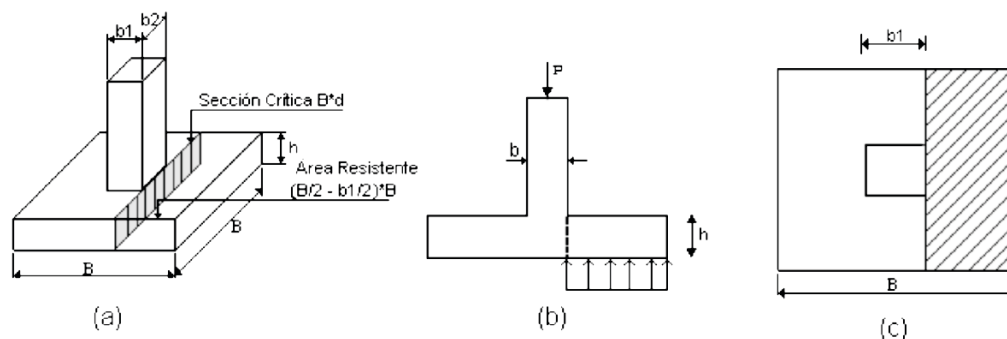


FIGURA 1405.4.1E SECCIÓN CRÍTICA PARA EL CÁLCULO DEL MOMENTO EN ZAPATA QUE SOPORTA COLUMNA, PEDESTAL O MURO DE CONCRETO

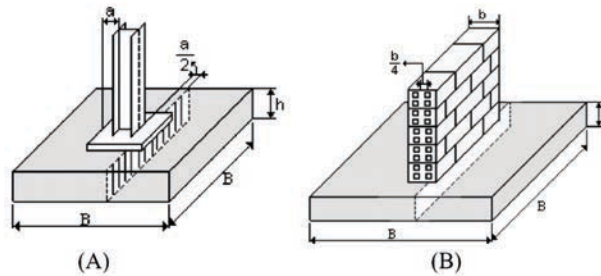


FIGURA 1405.4.1F SECCIÓN CRÍTICA PARA EL CÁLCULO DEL MOMENTO EN ZAPATA QUE SOPORTA COLUMNA METÁLICA (A) Y MURO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL (B).

- f) Revisar el momento para calcular el acero de refuerzo. La sección crítica en la cual se calcula el momento máximo; se determina pasando un plano vertical a través de la zapata, justo en la cara de la columna, pedestal o muro si estos son de concreto, ver Figura 1405.4.1E. Para los apoyos de columnas con placas de acero, en la mitad de la distancia entre la cara de la columna y el borde de la placa, ver ejemplo A de la Figura 1405.4.1F, y para mampostería estructural, en la mitad de la distancia entre el centro y el borde del muro, ver ejemplo B de la Figura 1405.4.1F.

El momento máximo debe ser igual al momento de las fuerzas que actúan sobre la totalidad del área de la zapata, en un lado de ese plano vertical. Se puede expresar entonces:

$$Mu = \frac{Pu}{B^2} \frac{B}{2} \left(\frac{B}{2} - \frac{b_1}{2} \right)^2 = \frac{Pu}{2B} \left(\frac{B}{2} - \frac{b_1}{2} \right)^2$$

El refuerzo resultante debe repartirse uniformemente a todo lo ancho de la zapata, con excepción del refuerzo transversal de zapatas rectangulares, en donde una banda central de ancho igual al menor de la zapata debe tener uniformemente repartida una porción del refuerzo total de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{refuerzo en el ancho de la banda}}{\text{refuerzo total en la dirección corta}} = \frac{2}{(\beta + 1)}$$

Donde:

$$\beta = \frac{\text{longitud larga}}{\text{longitud corta}}$$

En cualquier caso, el refuerzo a flexión debe tener una cuantía mínima de 0.0018 en ambas direcciones.

En el evento en que la zapata quede sometida a solicitaciones de tensión, debe considerarse un refuerzo para flexión en su parte superior, o parrilla de acero superior, en la cuantía requerida o mínima y revisarse el acero que pasa a la columna a tensión.

- g) **Revisar el aplastamiento.** Se suele considerar que la presión de compresión que transmite la columna o pedestal se va disipando con el espesor h de la zapata, a razón de 2 horizontal por 1 vertical, desde el área en su cara superior.

Tiene sentido hablar de aplastamiento cuando la resistencia nominal del concreto a la compresión de la columna (f'_c de la columna), sea mayor que la resistencia nominal del concreto de la zapata (f'_c de la zapata), y es más importante cuando la carga es transmitida por una columna de acero.

Si la capacidad de aplastamiento del concreto no es suficiente, el exceso se puede trasladar por el acero de refuerzo de la columna o dove-las si se requieren.

1405.4.2 Zapatas con flexión en una dirección.

Esta situación corresponde al caso de una zapata que transmite carga de servicio P con una excentricidad e, de modo que $M = P \times e$. En este caso, puede analizarse la distribución de presiones de una manera simplista asumiendo que las presiones tienen una variación lineal en la dirección L.

Se analizan dos situaciones:

- a) Cuando la excentricidad es menor o igual que un sexto del ancho de la zapata ($e \leq L/6$), se presenta compresión bajo toda el área de la zapata, ver Figura 1405.4.2A ejemplos A y B. En este caso:

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P}{BL} + \frac{6eP}{BL^2} = \frac{P}{BL} \left(1 + \frac{6e}{L} \right)$$

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P}{BL} - \frac{6eP}{BL^2} = \frac{P}{BL} \left(1 - \frac{6e}{L} \right)$$

b. Cuando la excentricidad es mayor que un sexto del ancho de la zapata ($e > L/6$), una parte de ésta se encuentra exenta de presiones y para garantizar su estabilidad, se debe cumplir la condición que se explica en la Figura 1405.4.2B, en la cual se deduce por equilibrio estático que:

$$P = \frac{3qmB}{2}$$

Despejando q , se tiene que:

$$q = \frac{2P}{3mB}$$

$$m = L/2 - e$$

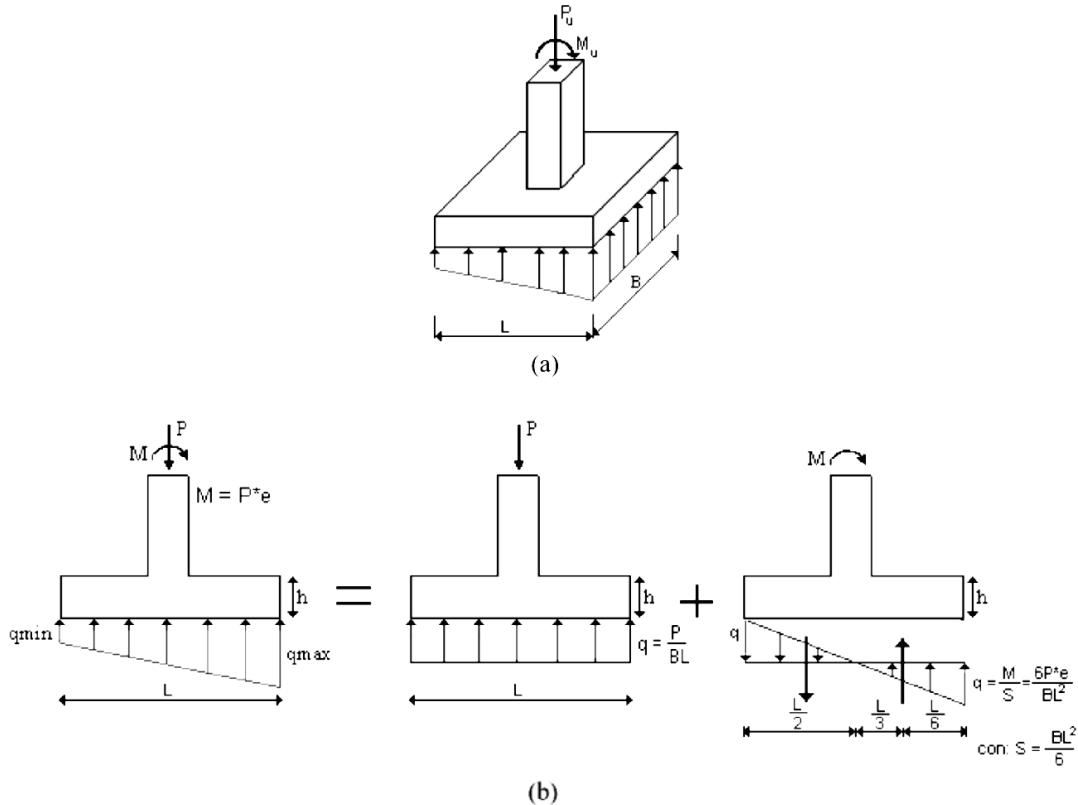


FIGURA 1405.4.2A MODELO ESTRUCTURAL EN ZAPATA CON FLEXIÓN UNIAXIAL, CUANDO $e > L/6$

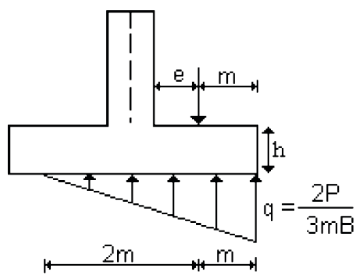


FIGURA 1405.4.2B ZAPATA CON FLEXIÓN UNIAXIAL, CUANDO $e > L/6$

1405.4.2.1 Procedimiento de diseño. El procedimiento de diseño de zapatas con flexión en una dirección debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

$$B = \frac{P}{q_a} \left(1 + \frac{6e}{L} \right)$$

Las parejas de L y B se determinan, de modo que la relación L/B esté comprendida entre 1.5 y 2.0.

Es importante advertir que si la determinación de la carga de servicio P , se incluyeron combinaciones de sismo y de viento, la capacidad de carga del suelo q_a , puede ser incrementada en un 33%.

- Se ponderan las cargas de servicio con los valores máximos obtenidos.
- Se revisa el punzonamiento, utilizando para ello la presión promedio q .
- Se revisa el cortante bidireccional.
- Se calcula el acero transversal, teniendo como base el acero mínimo ($0.0018 B_d$), concebido como si se comportara en una sola dirección.

1405.4.2.2 Zapata medianera con distribución variable de presiones y reacción mediante viga aérea. Un diseño de zapata medianera siguiendo el modelo descrito en la Sección 1405.4.2.1, concibe la viga aérea trabajando a una determinada tensión T que garantiza una distribución uniforme de presiones q .

1405.4.3 Cimentaciones compensadas. Se entiende por cimentaciones compensadas aquéllas en las que se busca reducir el incremento neto de carga aplicado al subsuelo mediante excavaciones del terreno y uso de un cajón desplantado a cierta profundidad. Según que el incremento neto de carga aplicado al suelo en la base del cajón resulte positivo, nulo o negativo, la cimentación se denomina parcialmente compensada, compensada o sobrecompensada, respectivamente.

Para el cálculo del incremento de carga transmitido por este tipo de cimentación y la revisión de los estados límite de servicio, el peso de la estructura a considerar es: la suma de la carga muerta, incluyendo el peso de la subestructura, más la carga viva con intensidad media, menos el peso total del suelo excavado. Esta combinación debe ser afectada por un factor de carga unitario. El cálculo anterior debe realizarse con precisión tomando en cuenta que los asentamientos son muy sensibles a pequeños incrementos de la carga neta. Además, en esta evaluación, deben tomarse en cuenta los cambios posibles de materiales de construcción, de solución arquitectónica o de usos de la construcción susceptibles de modificar significativamente en el futuro dicha carga neta. Cuando la incertidumbre al respecto sea alta, la cimentación compensada debe considerarse como poco confiable y debe aplicarse un factor de carga mayor que la unidad, cuidando al mismo tiempo que no pueda presentarse una sobre-compensación excesiva, o adoptarse otro sistema de cimentación.

La porción de las celdas del cajón de cimentación que esté por debajo del nivel freático y que no constituya un espacio funcionalmente útil, debe considerarse como llena de agua y el peso de esta debe sumarse al de la subestructura, a menos que dicho espacio se rellene con material ligero no saturable que garantice la permanencia del efecto de flotación.

1405.4.3.1 Estado límite de falla. La estabilidad de las cimentaciones compensadas debe ser verificada como lo señala la Sección 1405.3.1. Se debe comprobar además que no pueda ocurrir flotación de la cimentación durante ni después de la construcción. De ser necesario, se debe lastrar la construcción o se deben instalar válvulas de alivio o dispositivos semejantes que garanticen que no se pueda producir la flota-

ción. En la revisión por flotación, se debe considerar una posición conservadora del nivel freático.

Se debe prestar especial atención a la revisión de la posibilidad de falla local o generalizada del suelo bajo la combinación de carga que incluya el sismo.

1405.4.3.2 Estados límite de servicio. Para este tipo de cimentación se deben calcular:

- Los movimientos instantáneos debidos a la carga total transmitida al suelo por la cimentación, incluyendo los debidos a la recarga del suelo descargado por la excavación.
- Las deformaciones transitorias y permanentes del suelo de cimentación bajo la segunda combinación de acciones. Se deben tomar en cuenta que las deformaciones permanentes tienden a ser críticas para cimentaciones con escaso margen de seguridad contra falla local o general y que los suelos arcillosos tienden a presentar deformaciones permanentes significativas cuando bajo la combinación carga estática-carga sísmica cíclica se alcanza un esfuerzo cortante que represente un porcentaje superior al 90 por ciento de su resistencia estática no drenada.
- Los movimientos diferidos debidos al incremento o decremento neto de carga en el contacto cimentación-suelo.

Los movimientos instantáneos y los debidos a sismo se debe calcular en la forma indicada en la Sección 1405.3.2. El cálculo de los movimientos diferidos se debe llevar a cabo en la forma indicada en dicho inciso tomando en cuenta, además, la interacción con el hundimiento regional. Se debe tomar en cuenta que las cimentaciones sobre-compensadas en zona lacustre tienden a presentar una emersión aparente mucho mayor y más prolongada en el tiempo que la atribuible a las deformaciones elásticas y a los cambios volumétricos inducidos por la descarga. Lo anterior es consecuencia de la interacción entre la descarga y el hundimiento regional cuya velocidad disminuye localmente al encontrarse el suelo preconsolidado por efecto de la descarga. En la zona III y en presencia de consolidación regional la sobre-compensación no debe ser superior a 10 kPa (1 t/m²) a menos que se demuestre que un valor mayor no dará lugar a una emersión inaceptable ni a daños a construcciones vecinas o servicios públicos.

En el diseño y construcción de estas cimentaciones debe tenerse presente que los resul-

tados obtenidos dependen en gran medida de la técnica empleada en la realización de la excavación.

1405.4.3.3 Presiones sobre muros exteriores de la subestructura. En los muros de retención perimetrales se deben considerar empujes horizontales a largo plazo no inferiores a los del agua y del suelo en estado de reposo, adicionando los debidos a sobrecargas en la superficie del terreno y a cimientos vecinos. La presión horizontal efectiva transmitida por el terreno en estado de reposo se debe considerar por lo menos igual a 50 por ciento de la presión vertical efectiva actuante a la misma profundidad, salvo para rellenos compactados contra muros, caso en el que se debe considerar por lo menos 70 por ciento de la presión vertical. Las presiones horizontales atribuibles a sobrecargas pueden estimarse por medio de la teoría de la elasticidad. En caso de que el diseño considere absorber fuerzas horizontales por contacto lateral entre subestructura y suelo, la resistencia del suelo considerada no debe ser superior al empuje pasivo afectado de un factor de resistencia de 0.35, siempre que el suelo circundante esté constituido por materiales naturales o por rellenos bien compactados. Los muros perimetrales y elementos estructurales que transmiten dicho empuje deben diseñarse expresamente para esa sollicitación.

Se deben tomar medidas para que, entre las cimentaciones de estructuras contiguas no se desarrolle fricción que pueda dañar a alguna de las dos como consecuencia de posibles movimientos relativos.

1405.5 Cimentaciones con pilotes de fricción. Los pilotes de fricción son aquellos que transmiten cargas al suelo principalmente a lo largo de su superficie lateral. En suelos blandos, se usan comúnmente como complemento de un sistema de cimentación parcialmente compensada para reducir asentamientos, transfiriendo parte de la carga a los estratos más profundos (diseño en términos de deformaciones). En este caso, los pilotes no tienen generalmente la capacidad para soportar por sí solos el peso de la construcción y trabajan al límite en condiciones estáticas, por lo que no pueden contribuir a tomar sollicitaciones accidentales e inclusive pueden, de acuerdo con la experiencia, perder una parte importante de su capacidad de carga en condiciones sísmicas, por lo que resulta prudente ignorar su contribución a la capacidad de carga global. Opcionalmente, los pilotes de fricción pueden usarse para soportar el peso total de la estructura y asegurar su estabilidad (diseño en términos de capacidad de carga). En este último caso, en suelos blandos en proceso de consolidación como los de las zonas II y III, la losa puede

perder el sustento del suelo de apoyo por lo que resulta prudente considerar que no contribuye a la capacidad de carga global.

En ambos casos, se debe verificar que la cimentación no exceda los estados límites de falla y de servicio.

El espacio dejado entre la punta de los pilotes de fricción y toda capa dura subyacente debe ser suficiente para que en ninguna condición pueda llegar a apoyarse en esta capa a consecuencia de la consolidación del estrato en el que se colocaron.

1405.5.1 Estados límite de falla. De acuerdo con el tipo de diseño adoptado, la revisión de los estados límite de falla puede consistir en verificar qué resulta suficiente para asegurar la estabilidad de la construcción con alguna de las capacidades de carga siguientes:

a) Capacidad de carga del sistema suelo-zapatas o suelo-losa de cimentación.

Despreciando la capacidad de los pilotes, se debe verificar entonces el cumplimiento de la desigualdad 1 ó 2 de la Sección 1405.3, según el caso.

Si se adopta este tipo de revisión, la losa, las zapatas y las contratraves, deben diseñarse estructuralmente para soportar las presiones de contacto suelo-zapata o suelo-losa máximas calculadas, más las concentraciones locales de carga correspondientes a la capacidad de carga total de cada pilote dada por la ecuación 12 con un factor de resistencia F_R igual a 1.0.

b) Capacidad de carga del sistema suelo-pilotes de fricción

Despreciando la capacidad del sistema suelo-losa, se debe verificar entonces para cada pilote individual, para cada uno de los diversos subgrupos de pilotes y para la cimentación en su conjunto, el cumplimiento de la desigualdad siguiente para las distintas combinaciones de acciones verticales consideradas:

$$\Sigma QF_C < R \quad (11)$$

donde

$\Sigma QF_C <$ es la suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, afectada de su correspondiente factor de carga. Las acciones deben incluir el peso propio de la subestructura y de los pilotes o pilas y el efecto de la fricción negativa que pudiera desarrollarse sobre el fuste de los mismos o sobre su envolvente.

R es la capacidad de carga que se debe considerar igual a:

- 1) Para la revisión de cada pilote individual: a la capacidad de carga de punta del pilote más la capacidad de adherencia del pilote considerado;
- 2) Para la revisión de los diversos subgrupos de pilotes en que pueda subdividirse la cimentación: a la suma de las capacidades de carga individuales por punta de los pilotes más la capacidad de adherencia de una pila de geometría igual a la envolvente del subgrupo de pilotes; y
- 3) Para la revisión de la cimentación en su conjunto: a la suma de las capacidades de carga individuales por punta de los pilotes más la capacidad de adherencia de una pila de geometría igual a la envolvente del conjunto de pilotes.

La capacidad de carga por punta de los pilotes individuales se debe calcular mediante las ecuaciones 13 ó 14, con un factor de resistencia, F_R , igual a 0.7.

Si se adopta este tipo de revisión, los pilotes deben tener la capacidad de absorber la fuerza cortante por sismo al nivel de la cabeza de los pilotes sin tomar en cuenta la adherencia suelo-losa o suelo-zapatillas. Cuando la losa esté desplantada a profundidad, se debe considerar el efecto del empuje en reposo en los muros perimetrales como se indica en la Sección 1405.4.3.3.

En la revisión de la capacidad de carga bajo cargas excéntricas, las cargas recibidas por los distintos pilotes individuales o subgrupos de pilotes se deben estimar con base en la teoría de la elasticidad o a partir de un estudio explícito de interacción suelo-estructura. Se debe despreciar la capacidad de carga de los pilotes sometidos a tensión, salvo que se hayan diseñado y construido especialmente para este fin.

La capacidad de carga por adherencia lateral de un pilote de fricción individual bajo esfuerzos de compresión, C_f , se debe calcular como:

$$C_f = A_L f F_R \quad (12)$$

donde

A_L es el área lateral del pilote;

f es la adherencia lateral media pilote-suelo; y

F_R se debe tomar igual a 0.7, salvo para pilotes hincados en perforación previa.

Para los suelos cohesivos blandos de las zonas II y III, la adherencia pilote-suelo se debe considerar igual a la cohesión media del suelo. La cohesión se debe determinar con pruebas triaxiales no consolidadas-no drenadas.

Para calcular la capacidad de adherencia del grupo o de los subgrupos de pilotes en los que se pueda subdividir la cimentación, también es aplicable la ecuación 12 considerando el grupo o los subgrupos como pilas de geometría igual a la envolvente del grupo o subgrupo.

1405.5.2 Estados límite de servicio. Los asentamientos o emersiones de cimentaciones con pilotes de fricción bajo cargas estáticas se deben estimar considerando la penetración de los mismos y las deformaciones del suelo que los soporta, así como la fricción negativa y la interacción con el hundimiento regional. En el cálculo de los movimientos anteriores se deben tomar en cuenta las excentricidades de carga.

Debe revisarse que el desplazamiento horizontal y el giro transitorio de la cimentación bajo la fuerza cortante y el momento de volteo sísmicos no resulten excesivos. Las deformaciones permanentes bajo la combinación de carga que incluya el efecto del sismo se pueden estimar con procedimientos de equilibrio límite para condiciones dinámicas. En estas determinaciones, se debe tomar en cuenta el efecto restrictivo de los pilotes.

1405.6 Cimentaciones con pilotes de punta o pilas.

Los pilotes de punta son los que transmiten la mayor parte de la carga a un estrato resistente por medio de su punta. Generalmente se llama pilas a los elementos de más de 60 cm de diámetro colados en perforación previa.

1405.6.1 Estados límite de falla. Se debe verificar, para la cimentación en su conjunto, para cada uno de los diversos grupos de pilotes y para cada pilote individual, el cumplimiento de la desigualdad 11 para las distintas combinaciones de acciones verticales consideradas según las secciones 1405.6.1.1 y 1405.6.1.2.

1405.6.1.1 Capacidad por punta. La capacidad de carga de un pilote de punta o pila, C_p , se debe calcular de preferencia a partir de los resultados de pruebas de campo calibradas mediante pruebas de carga realizadas sobre los propios pilotes, ver Sección 1405.7. En las situaciones en las que se cuente con suficientes resultados de pruebas de laboratorio realizadas sobre muestras de buena calidad y que exista evidencia de que la capa de apoyo sea homogénea, la capacidad de carga puede estimarse como sigue:

a) Para suelos cohesivos

$$C_p = (c_u N_c * F_R + p_v) A_p \quad (13)$$

b) Para suelos friccionantes

$$C_p = (\bar{p}_v N_q^* F_R + p_v) A_p \quad (14)$$

donde

A_p es el área transversal de la base de la pila o del pilote;

p_v es la presión vertical total debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de los pilotes;

\bar{p}_v es la presión vertical efectiva debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de los pilotes;

c_u es la cohesión aparente del suelo de apoyo determinada en ensaye triaxial no-consolidado no-drenado, (UU); y

N_c^* es el coeficiente de capacidad de carga definido en la Tabla 1405.6.1.1A.

TABLA 1405.6.1.1A COEFICIENTE N_c^*

ϕ_u	0°	5°	10°
N_c^*	7	9	13

ϕ_u es el ángulo de fricción aparente;

N_q^* es el coeficiente de capacidad de carga definido por:

$$N_q^* = N_{\min} + L_e \frac{N_{\max} - N_{\min}}{4B \tan(45^\circ + \phi/2)} \quad (15)$$

cuando $L_e/B \leq 4 \tan(45^\circ + \phi/2)$; o bien

$$N_q^* = N_{\max} \quad (16)$$

cuando $L_e/B > 4 \tan(45^\circ + \phi/2)$

TABLA 1405.6.1.1B VALOR DE N_{\max} Y N_{\min} PARA EL CÁLCULO DE N_q^*

ϕ	20°	25°	30°	35°	40°	45°
N_{\max}	12.5	26	55	132	350	1000
N_{\min}	7	11.5	20	39	78	130

L_e es la longitud del pilote o pila empotrada en el estrato resistente;

B es el ancho o diámetro equivalente de los pilotes;

ϕ es el ángulo de fricción interna, con la definición del inciso 3.3.1.a; y

F_R se debe tomar igual a 0.35.

La capacidad de carga considerada no debe rebasar la capacidad intrínseca del pilote o pila calculada con la resistencia admisible del material constitutivo del elemento.

En el caso de pilotes o pilas de más de 50 cm de diámetro, la capacidad calculada a partir de resultados de pruebas de campo o mediante las ecuaciones 13 ó 14, debe corregirse para tomar en cuenta el efecto de escala en la forma siguiente:

a) Para suelos friccionantes, multiplicar la capacidad calculada por el factor

$$F_{re} = \left(\frac{B + 0.5}{2B} \right)^n \quad (17)$$

donde

B es el diámetro de la base del pilote o pila ($B > 0.5m$); y

n es un exponente igual a 0 para suelo suelto, 1 para suelo medianamente denso y 2 para suelo denso.

b) Para pilotes hincados en suelos cohesivos firmes fisurados, multiplicar por el mismo factor de la ecuación 17 con exponente $n=1$. Para pilas coladas en suelos cohesivos del mismo tipo, multiplicar por:

$$F_{re} = \left(\frac{B + 0.5}{2B} \right)^n \quad (18)$$

La contribución del suelo bajo la losa de la subestructura y de la subpresión a la capacidad de carga de un sistema de cimentación con pilotes de punta debe despreciarse en todos los casos.

Cuando exista un estrato blando debajo de la capa de apoyo de un pilote de punta o pila, debe verificarse que el espesor H de suelo resistente es suficiente en comparación con el ancho o diámetro B del elemento de cimentación. Debe seguirse el criterio siguiente:

- 1) Si $H \geq 3.5B$ se debe ignorar el efecto del estrato blando en la capacidad de carga;
- 2) Si $3.5B > H \geq 1.5B$ se debe verificar la capacidad de carga del estrato blando suponiendo que el ancho del área cargada es $B+H$; y

- 3) Si $H < 1.5B$ se debe proceder en la misma forma considerando un ancho igual a:

$$B \left[1 + \frac{2}{3} \left(\frac{H}{B} \right)^2 \right] \quad (19)$$

El criterio anterior se debe aplicar también a grupos de pilotes.

1405.6.1.2 Capacidad por fricción lateral sobre el fuste de pilotes de punta o pilas. En las zonas II y III, y en cualquier situación en la que pueda eventualmente desarrollarse fricción negativa, no debe considerarse ninguna contribución de la fricción lateral a la capacidad de carga de los pilotes de punta o pilas. En suelos firmes de la zona I, se permite agregar a la capacidad de punta una resistencia por fricción calculada mediante la ecuación 12, en la que la adherencia considerada no debe ser mayor que el esfuerzo vertical actuante en el suelo al nivel considerado multiplicado por un factor de 0.3, y afectado con un factor de resistencia de 0.7.

Además de la capacidad de carga vertical, se debe revisar la capacidad del suelo para soportar los esfuerzos inducidos por los pilotes o pilas sometidos a fuerzas horizontales, así como la capacidad estructural de estos elementos para transmitir dichas sollicitaciones horizontales.

1405.6.2 Estados límite de servicio. Los asentamientos de este tipo de cimentación se deben calcular tomando en cuenta la deformación propia de los pilotes o pilas bajo las diferentes acciones a las que se encuentran sometidas, incluyendo, en su caso, la fricción negativa, y la de los estratos localizados bajo el nivel de apoyo de las puntas. Al calcular la emersión debida al hundimiento regional se debe tomar en cuenta la consolidación previsible del estrato localizado entre la punta y la cabeza de los pilotes durante la vida de la estructura.

1405.7 Pruebas de carga de pilotes. Las estimaciones de la capacidad de carga de pilotes de fricción o de punta basadas en pruebas de campo o en cálculos analíticos se deben verificar mediante pruebas de carga cuando exista incertidumbre excesiva sobre las propiedades de los suelos involucrados y la edificación sea de los grupos A o B1. Los pilotes ensayados se deben llevar a la falla o hasta 1.5 veces la capacidad de carga calculada. En las zonas II y III, la prueba se debe realizar al menos dos meses después de la hinca, con el objeto de permitir la disipación del exceso de presión de poro que se induce al instalar los pilotes y la recuperación de la resistencia del suelo en su estado natural por efectos tixotrópicos. En pruebas de pilotes de punta, debe aislarse la punta del fuste para medir en forma separada la

fricción o adherencia lateral, o bien instrumentarse la punta para medir la carga en la punta. Pueden hacerse pruebas de campo en pilotes de sección menor que la del prototipo y extrapolar el resultado mediante las ecuaciones 17 a 19.

1405.8 Cimentaciones especiales. Cuando se pretenda utilizar dispositivos especiales de cimentación, debe solicitarse la aprobación expresa de la autoridad competente. Para ello se deben presentar los resultados de los estudios y ensayos a que se hubieran sometido dichos dispositivos. Los sistemas propuestos deben proporcionar una seguridad equivalente a la de las cimentaciones tradicionales calculadas de acuerdo con el CEV, en particular ante sollicitaciones sísmicas.

1405.9 Diseño estructural de la cimentación. Los elementos mecánicos como presiones de contacto, empujes y otros, requeridos para el diseño estructural de la cimentación deben determinarse para cada combinación de acciones señalada en la Sección 1405.2.1.

Los esfuerzos o deformaciones en las fronteras suelo-estructura necesarios para el diseño estructural de la cimentación, incluyendo presiones de contacto y empujes laterales, deben evaluarse tomando en cuenta la rigidez y la resistencia de la estructura y de los suelos de apoyo.

Las presiones de contacto consideradas deben ser tales que las deformaciones diferenciales del suelo calculadas con ellas coincidan aproximadamente con las del sistema subestructura-superestructura. Para determinar distribuciones de este tipo, es aceptable suponer que el medio es elástico y continuo y usar las soluciones analíticas existentes o métodos numéricos. Se acepta cualquier distribución que satisfaga las condiciones siguientes:

- Que exista equilibrio local y general entre las presiones de contacto y las fuerzas internas en la subestructura y las fuerzas y momentos transmitidos a ésta por la superestructura;
- Que los hundimientos diferenciales inmediatos más diferidos con las presiones de contacto consideradas sean aceptables en términos del presente CEV, ver Tabla 1405.2.1; y
- Que las deformaciones diferenciales instantáneas más las diferidas del sistema subestructura-superestructura sean aceptables en términos del CEV.

La distribución de esfuerzos de contacto puede determinarse para las diferentes combinaciones de sollicitaciones a corto y largo plazos, con base en simplificaciones e hipótesis conservadoras o mediante estudios explícitos de interacción suelo-estructura.

Los pilotes y sus conexiones se deben diseñar para poder soportar los esfuerzos resultantes de las acciones verticales y horizontales consideradas en el diseño de la cimentación y los que se presenten durante el proceso de transporte, izaje e hinca. Los pilotes deben poder soportar estructuralmente la carga que corresponde a su capacidad de carga última con factor de resistencia unitario.

Los pilotes de concreto deben cumplir con lo estipulado para el diseño estructuras de concreto en el Capítulo 14. Los pilotes de acero deben protegerse contra la corrosión al menos en el tramo comprendido entre la cabeza y la máxima profundidad a la que, se estime, pueda descender el nivel freático.

En el caso de cimentaciones sobre pilotes de punta se debe tener en cuenta que, por la consolidación regional, los pilotes pueden perder el confinamiento lateral en su parte superior en una altura igual a la magnitud de la consolidación regional entre la punta del pilote y su parte superior. La subestructura debe entonces diseñarse para trabajar estructuralmente tanto con soporte del suelo como sin él es decir, en este último caso, apoyada solamente en los pilotes.

1405.10 Análisis y diseño de excavaciones. En el diseño de las excavaciones se deben considerar los siguientes estados límite:

- a) De falla: colapso de los taludes o de las paredes de la excavación o del sistema de adomado de las mismas, falla de los cimientos de las construcciones adyacentes y falla de fondo de la excavación por corte o por subpresión en estratos subyacentes, y colapso del techo de cavernas o galerías.
- b) De servicio: movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en los alrededores. Los valores esperados de tales movimientos deben ser suficientemente reducidos para no causar daños a las construcciones e instalaciones adyacentes ni a los servicios públicos. Además, la recuperación por recarga no debe ocasionar movimientos totales o diferenciales intolerables para las estructuras que se desplanten en el sitio.

Para realizar la excavación, se pueden usar pozos de bombeo con objeto de reducir las filtraciones y mejorar la estabilidad. Sin embargo, la duración del bombeo debe ser tan corta como sea posible y se deben tomar las precauciones necesarias para que sus efectos queden prácticamente circunscritos al área de trabajo. En este caso, para la evaluación de los estados límite de servicio a considerar en el diseño de la excavación, se deben tomar en cuenta los movimientos del terreno debidos al bombeo.

Los análisis de estabilidad se deben realizar con base en las acciones aplicables correspondientes, señala-

das en este Capítulo, tomando en cuenta las sobrecargas que puedan actuar en la vía pública y otras zonas próximas a la excavación.

1405.10.1 Estados límite de falla. La verificación de la seguridad respecto a los estados límite de falla debe incluir la revisión de la estabilidad de los taludes o paredes de la excavación con o sin ademes y del fondo de la misma. El factor de resistencia debe ser de 0.6; sin embargo, si la falla de los taludes, ademes o fondo de la excavación no implica daños a los servicios públicos, a las instalaciones o a las construcciones adyacentes, el factor de resistencia debe ser de 0.7. La sobrecarga uniforme mínima a considerar en la vía pública y zonas próximas a excavaciones temporales debe ser de 15 kPa (1.5 t/m²) con factor de carga unitario.

1405.10.1.1 Taludes. La seguridad y estabilidad de excavaciones sin soporte se debe revisar tomando en cuenta la influencia de las condiciones de presión del agua en el subsuelo, así como la profundidad de excavación, la inclinación de los taludes, el riesgo de agrietamiento en la proximidad de la corona y la presencia de grietas u otras discontinuidades. Se debe tomar en cuenta que la cohesión de los materiales arcillosos tiende a disminuir con el tiempo, en una proporción que puede alcanzar 30 por ciento en un plazo de un mes.

Para el análisis de estabilidad de taludes se debe usar un método de equilibrio límite considerando superficies de falla cinemáticamente posibles tomando en cuenta en su caso las discontinuidades del suelo. Se debe incluir la presencia de sobrecargas en la orilla de la excavación. También se deben considerar mecanismos de extrusión de estratos blandos confinados verticalmente por capas más resistentes. Al evaluar estos últimos mecanismos se debe tomar en cuenta que la resistencia de la arcilla puede alcanzar su valor residual correspondiente a grandes deformaciones.

Se debe prestar especial atención a la estabilidad a largo plazo de excavaciones o cortes permanentes que se realicen en el predio de interés, especialmente en la zona I. Se deben tomar las precauciones necesarias para que estos cortes no limiten las posibilidades de construcción en los predios vecinos, no presenten peligro de falla local o general ni puedan sufrir alteraciones en su geometría por intemperización y erosión, que puedan afectar a la propia construcción, a las construcciones vecinas o a los servicios públicos. Además del análisis de estabilidad, el estudio geotécnico debe incluir en su caso una justificación detallada de las técnicas de estabilización y protección de los cortes

propuestos y del procedimiento constructivo especificado.

1405.10.1.2 Falla por subpresión en estratos permeables. En el caso de excavaciones en suelos sin cohesión, se debe analizar, en su caso, la estabilidad del fondo de la excavación por flujo del agua. Para reducir el peligro de fallas de este tipo, el agua freática debe ser controlada y extraída de la excavación por bombeo desde cárcamos, pozos punta o pozos de alivio con nivel dinámico sustancialmente inferior al fondo de la excavación.

Cuando una excavación se realice en una capa impermeable, la cual a su vez descansa sobre un estrato permeable, debe considerarse que la presión del agua en este estrato puede levantar el fondo de la excavación, no obstante, el bombeo superficial. El espesor mínimo h_i del estrato impermeable que debe tenerse para evitar inestabilidad de fondo se debe considerar igual a:

$$h_i > \left(\frac{\gamma_w}{\gamma_m} \right) h_w \tag{20}$$

donde

h_w es la altura piezométrica en el lecho inferior de la capa impermeable;

γ_w es el peso volumétrico del agua; y

γ_m es el peso volumétrico total del suelo entre el fondo de la excavación y el estrato permeable.

Cuando el espesor h_i resulte insuficiente para asegurar la estabilidad con un amplio margen de seguridad, es necesario reducir la carga hidráulica del estrato permeable por medio de bombeo.

1405.10.1.3 Estabilidad de excavaciones adelantadas. En caso de usarse para soportar las paredes de la excavación, elementos estructurales como tablaestacas o muros colados en el lugar, se debe revisar la estabilidad de estos elementos por deslizamiento general de una masa de suelo que debe incluir el elemento, por falla de fondo, y por falla estructural de los troqueles o de los elementos que éstos soportan.

La revisión de la estabilidad general se debe realizar por un método de análisis límite. Se debe evaluar el empotramiento y el momento resistente mínimo del elemento estructural, requeridos para garantizar la estabilidad.

La posibilidad de falla de fondo por cortante

en arcillas blandas a firmes se debe analizar verificando que:

$$pv + \sum qF_C < c_u N_c F_R \tag{21}$$

donde

c_u es la cohesión aparente del material bajo el fondo de la excavación, en condiciones no-consolidadas no-drenadas (UU);

N_c es el coeficiente de capacidad de carga definido en la Sección 1405.3.1 y que depende de la geometría de la excavación. En este caso, B debe ser el ancho de la excavación, L su longitud y D su profundidad. Se debe tomar en cuenta además que este coeficiente puede ser afectado por el procedimiento constructivo;

pv es la presión vertical total actuante en el suelo, a la profundidad de excavación;

$\sum qF_C$ son las sobrecargas superficiales afectadas de sus respectivos factores de carga; y

F_R se debe tomar igual a 0.7

Los empujes a los que se encuentran sometidos los puntales se deben estimar a partir de una envolvente de distribución de presiones determinada a partir de modelaciones analíticas o numéricas y de la experiencia local. En arcillas, la distribución de presiones se debe definir en función del tipo de arcilla, de su grado de fisurado y de su reducción de resistencia con el tiempo. Cuando el nivel freático exista a poca profundidad, los empujes considerados sobre los troqueles deben ser por lo menos iguales a los producidos por el agua. El diseño de los troqueles también debe tomar en cuenta el efecto de las sobrecargas debidas al tráfico en la vía pública, al equipo de construcción, a las estructuras adyacentes y a cualquier otra carga que deban soportar las paredes de la excavación durante el período de construcción, afectadas de un factor de carga de 1.1. En el caso de troqueles precargados, se debe tomar en cuenta que la precarga aplicada inicialmente puede variar considerablemente con el tiempo por relajación y por efecto de variaciones de temperatura.

Los elementos de soporte deben diseñarse estructuralmente para resistir las acciones de los empujes y las reacciones de los troqueles y de su apoyo en el suelo bajo el fondo de la excavación.

1405.10.1.4 Estabilidad de estructuras vecinas. De ser necesario, las estructuras adyacentes a

las excavaciones deben reforzarse o recimentarse. El soporte requerido debe depender del tipo de suelo y de la magnitud y localización de las cargas con respecto a la excavación.

En caso de usar anclas temporales para el soporte de ademes debe demostrarse que éstas no afecten la estabilidad ni induzcan deformaciones significativas en las cimentaciones vecinas ni en servicios públicos. El sistema estructural del ancla debe analizarse con el objetivo de asegurar su funcionamiento como elemento de anclaje. El análisis de las anclas debe considerar la posibilidad de falla por resistencia del elemento tensor, de la adherencia elemento tensor-lechada, de la adherencia lechada-terreno y de la capacidad de carga del terreno en el brocal del ancla. La instalación de anclas debe realizarse con un control de calidad estricto que incluya un número suficiente de pruebas de las mismas, de acuerdo con las prácticas aceptadas al respecto. Los anclajes temporales instalados en terrenos agresivos deben requerir una protección especial contra corrosión.

1405.10.2 Estados límite de servicio. Los valores esperados de los movimientos verticales y horizontales en el área de excavación y sus alrededores deben ser suficientemente pequeños para que no causen daños a las construcciones e instalaciones adyacentes ni a los servicios públicos. Además, la recuperación por recarga no debe ocasionar movimientos totales o diferenciales intolerables en el edificio que se construye.

1405.10.2.1 Expansiones instantáneas y diferidas por descarga. Para estimar la magnitud de los movimientos verticales inmediatos por descarga en el área de excavación y en los alrededores, se debe recurrir a la teoría de la elasticidad. Los movimientos diferidos se deben estimar mediante la ecuación 10 a partir de los decrementos de esfuerzo vertical calculados aplicando también la teoría de la elasticidad.

Para reducir los movimientos inmediatos, la excavación y la construcción de la cimentación pueden realizarse por partes.

En el caso de excavaciones ademas, se debe reducir la magnitud de los movimientos instantáneos acortando la altura no soportada entre troqueles.

1405.10.2.2 Asentamiento del terreno natural adyacente a las excavaciones. En el caso de cortes ademas en arcillas blandas o firmes, se debe tomar en cuenta que los asentamientos superficiales asociados a estas excavaciones dependen del grado de cedencia lateral que se

permita en los elementos de soporte. Para la estimación de los movimientos horizontales y verticales inducidos por excavaciones ademas en las áreas vecinas, debe recurrirse a una modelación analítica o numérica que tome en cuenta explícitamente el procedimiento constructivo. Estos movimientos deben medirse en forma continua, durante la construcción, para poder tomar oportunamente medidas de seguridad adicionales en caso necesario.

1405.11 Muros de contención. Los presentes criterios se deben aplicar a los muros de gravedad, sean estos de mampostería, piezas naturales o artificiales, o de concreto simple, cuya estabilidad se debe a su peso propio; así como a los muros de concreto reforzado empotrados en su base, con o sin anclas o contrafuertes, y que utilizan la acción de voladizo para retener la masa de suelo.

Los muros de contención exteriores construidos para dar estabilidad al terreno en desniveles, deben diseñarse de tal forma que no se rebasen los siguientes estados límite de falla: volteo, desplazamiento del muro, falla de la cimentación del mismo o del talud que lo soporta, o bien rotura estructural. Además, se deben revisar los estados límite de servicio, como asentamiento, giro o deformación excesiva del muro. Los empujes se deben estimar tomando en cuenta la flexibilidad del muro, el tipo de relleno y el método de colocación del mismo.

Los muros deben incluir un sistema de drenaje adecuado que impida el desarrollo de empujes superiores a los de diseño por efecto de presión del agua. Para ello, los muros de contención deben siempre dotarse de un filtro colocado atrás del muro con lloraderos y, en su caso, tubos perforados. Este dispositivo debe diseñarse para evitar el arrastre de materiales provenientes del relleno y para garantizar una conducción eficiente del agua infiltrada, sin generación de presiones de agua significativas. Se debe tomar en cuenta que, aún con un sistema de drenaje, el efecto de las fuerzas de filtración sobre el empuje recibido por el muro puede ser significativo.

Las fuerzas actuantes sobre un muro de contención se deben considerar por unidad de longitud. Las acciones que se deben tomar en cuenta, según el tipo de muro, deben ser: el peso propio del muro, el empuje de tierras, la fricción entre muro y suelo de relleno, el empuje hidrostático o las fuerzas de filtración en su caso, las sobrecargas en la superficie del relleno y las fuerzas sísmicas. Los empujes desarrollados en condiciones sísmicas se deben evaluar de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 12.

1405.11.1 Estados límite de falla. Los estados límite de falla a considerar para un muro deben ser la rotura estructural, el volteo, la falla por capaci-

dad de carga, deslizamiento horizontal de la base del mismo bajo el efecto del empuje del suelo y, en su caso, la inestabilidad general del talud en el que se encuentre desplantado el muro.

Para combinaciones de carga clasificadas en el inciso 2.3a de las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones, en la revisión del muro de volteo los momentos motores deben ser afectados por un factor de carga de 1.4 y los momentos resistentes de un factor de resistencia de 0.7; en la revisión de la estabilidad al deslizamiento y de la estabilidad general del talud, los momentos o fuerzas motores se deben afectar por un factor de 1.4 y las resistentes por un factor de resistencia de 0.9.

Para combinaciones de carga clasificadas en el inciso 2.3.b de las normas citadas, en la revisión del muro al volteo, los momentos motores deben ser afectados de un factor de carga de 1.1 y los momentos resistentes de un factor de resistencia de 0.7; en la revisión de la estabilidad al deslizamiento y de la estabilidad general del talud, los momentos o fuerzas motores se deben afectar por un factor de 1.1 y las resistentes por un factor de resistencia de 0.9.

Para muros de menos de 6 m de altura, es aceptable estimar los empujes actuantes en forma simplificada con base en el método semi-empírico de Terzaghi, siempre que se satisfagan los requisitos de drenaje. En caso de existir una sobrecarga uniformemente repartida sobre el relleno, esta carga adicional se puede incluir como peso equivalente de material de relleno.

En el caso de muros que excedan la altura especificada en el párrafo anterior, se debe realizar un estudio de estabilidad detallado, tomando en cuenta los aspectos que se indican a continuación:

1405.11.1.1 Restricciones del movimiento del muro. Los empujes sobre muros de retención pueden considerarse de tipo activo solamente cuando haya posibilidad de deformación suficiente por flexión o giro alrededor de la base. En caso contrario y en particular cuando se trate de muros perimetrales de cimentación en contacto con rellenos, los empujes considerados deben ser por lo menos los del suelo en estado de reposo más los debidos al equipo de compactación del relleno, a las estructuras colindantes y a otros factores que pudieran ser significativos.

1405.11.1.2 Tipo de relleno. Los rellenos no deben incluir materiales degradables ni compresibles y deben compactarse de modo

que sus cambios volumétricos por peso propio, por saturación y por las acciones externas a que estén sometidos, no causen daños intolerables a los pavimentos ni a las instalaciones estructurales alojadas en ellos o colocadas sobre los mismos.

1405.11.1.3 Compactación del relleno. Para especificar y controlar en campo la compactación por capas de los materiales cohesivos empleados en rellenos, se debe recurrir a la prueba Proctor estándar, debiéndose vigilar el espesor y contenido de agua de las capas colocadas. En el caso de materiales no cohesivos, el control se debe basar en el concepto de compactación relativa. Estos rellenos se deben compactar con procedimientos que eviten el desarrollo de empujes superiores a los considerados en el diseño.

1405.11.1.4 Base del muro. La base del muro debe desplantarse cuando menos a 1 m bajo la superficie del terreno enfrente del muro y abajo de la zona de cambios volumétricos estacionales y de rellenos. La estabilidad contra deslizamiento debe ser garantizada sin tomar en cuenta el empuje pasivo que puede movilizarse frente al pie del muro. Si no es suficiente la resistencia al desplazamiento, se debe pilotear el muro o profundizar o ampliar la base del mismo

La capacidad de carga en la base del muro se debe revisar por los métodos indicados, para cimentaciones someras, en la Sección 1405.3.

1405.11.2 Estados límite de servicio. Cuando el suelo de cimentación sea compresible, debe calcularse el asentamiento y estimarse la inclinación de los muros por deformaciones instantáneas y diferidas del suelo. Se debe recurrir a los métodos aplicables para cimentaciones superficiales.

1405.11.3 Notación.

A	área del cimiento.
A'	área efectiva del cimiento.
A _L	área lateral de un pilote.
A _p	área transversal de la base de la pila o del pilote.
B	ancho de la cimentación o diámetro equivalente de la base de los pilotes de punta o pilas.

B'	ancho efectivo de la cimentación.	L'	longitud efectiva de la cimentación.
C _f	capacidad de carga por adherencia lateral de un pilote de fricción.	L _e	longitud del pilote o pila empotrada en el estrato resistente.
C _p	capacidad de carga de un pilote de punta o pila.	N	número entero determinado por tanteo que genere el menor valor de P _c .
c _u	cohesión aparente determinada en ensaye triaxial no-consolidado no-drenado, (UU).	N _c	coeficiente de capacidad de carga, dado por: $N_c = 5.14(1 + 0.25D_f/B + 0.25B/L).$
D	diámetro del pilote.	N _c *	coeficiente de capacidad de carga, cuyo valor depende de ϕ u.
D _f	profundidad de desplante.	N _c ^{máx} , N _c ^{mín}	coeficientes para el cálculo de N _c *
D _r	compacidad relativa.	N _q	coeficiente de capacidad de carga, dado por: $N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45^\circ + \phi / 2).$
E	módulo de elasticidad del pilote.	N _q *	coeficiente de capacidad de carga, cuyo valor depende de ϕ y de la relación Le/B.
e	distancia a partir del eje longitudinal del cimientado en la que actúa una resultante excéntrica.	N _γ	coeficiente de capacidad de carga, dado por: $N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi.$
e _o	relación de vacíos inicial.	n	exponente igual a 1 para suelo suelto, 2 para suelo medianamente denso y 3 para suelo denso
F _C	factor de carga.	P	perímetro de la construcción.
F _R	factor de resistencia, especificado en la Sección 1405.2.2.	P _c	fuerza crítica para revisión por pandeo de pilotes de pequeño diámetro.
F _{re}	factor que toma en cuenta el efecto de escala para corregir la capacidad por punta de pilotes o pilas de más de 50 cm de diámetro.	P _v	presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo.
G	módulo de rigidez al cortante del suelo.	\bar{p}_v	presión vertical efectiva a la profundidad de desplante.
f	adherencia lateral media pilote-suelo.	R	capacidad de carga de pilotes de fricción o de grupos de pilotes de este tipo.
H	espesor de un estrato de suelo.	V _s	velocidad de propagación de onda de corte.
h _c	altura de la construcción.		
h _i	espesor de una capa impermeable.		
h _w	altura piezométrica en el lecho inferior de una capa impermeable.		
I	momento de inercia del pilote.		
K	coeficiente de reacción horizontal del suelo.		
L	longitud del pilote.		

SECCIÓN 1406 MUROS ESTRUCTURALES

w	peso unitario medio de la estructura.
Z	profundidad del nivel freático bajo el nivel de desplante de la cimentación.
z	profundidad a la que se realiza el cálculo de D_e
α	coeficiente para el cálculo de \dots
γ	peso volumétrico del suelo.
γ'	peso volumétrico sumergido del suelo.
γ_m	peso volumétrico total del suelo.
γ_w	peso volumétrico del agua.
Δe	variación de la relación de vacíos bajo el incremento de esfuerzo vertical efectivo Δp inducido a la profundidad z por la carga superficial.
ΔH	asentamiento de un estrato de espesor H .
Δp	incrementos de presión vertical inducidos por la carga superficial.
Δz	espesores de sub-estratos elementales dentro de los cuales los esfuerzos verticales pueden considerarse uniformes.
δ	inclinación de la resultante de las acciones respecto a la vertical.
ζ	porcentaje de amortiguamiento con respecto al crítico.
ΣQF_C	suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada en el nivel de desplante, afectadas por sus respectivos factores de carga.
ΣqF_C	suma de las sobrecargas superficiales afectadas por sus respectivos factores de carga.
ϕ	ángulo de fricción interna del material.
ϕ_u	ángulo de fricción aparente.
ϕ^*	ángulo con la horizontal de la envolvente de los círculos de Mohr a la falla en la prueba de resistencia que se considere más representativa del comportamiento del suelo en las condiciones de trabajo.

1406.1 Requisitos geométricos. Se debe considerar como muro a todo elemento vertical cuya longitud horizontal, L , exceda de 2.5 veces su espesor, t . La longitud L se debe tomar hasta el paño exterior de los elementos anchos en los extremos o los patines debidos a muros perpendiculares, si los hubiera.

Los muros estructurales de concreto que deban soportar fuerzas laterales debidas a acciones accidentales por sismo, viento, granizo y otros, deben ser continuos, colineales y sin aberturas desde la cimentación hasta el extremo superior, donde la altura completa del muro se debe tomar como H_m en esta sección.

Los requisitos que debe cumplir son:

- a) $t \geq 140$ mm, el espesor no debe ser menor de 140 mm salvo en construcciones de no más de dos niveles, con altura de entrepiso no mayor que 3 m en donde el espesor puede ser de 100 mm,
- b) $t \geq L/40, L/70$ el espesor debe ser igual o mayor que la longitud horizontal entre 70 si actúan cargas verticales menores que $0.3 f'_c A_g$; en caso contrario el espesor no debe ser inferior a $L/40$,
- c) $t \geq 0.06 H_{lib}$ el espesor debe ser mayor o igual a 0.06 veces la altura libre no restringida lateralmente a menos que ambos bordes estén restringidos por elementos anchos o por muros perpendiculares,
- d) $A_g \geq P_u / 0.3 f'_c$, el área no debe ser menor que $P_u / 0.3 f'_c$ para toda combinación de carga. El área debe ser igual al área del alma, más la de los elementos anchos en los extremos si los hubiera (no considerar patines debidos a muros perpendiculares), y
- e) Se deben suministrar elementos anchos en los extremos en los casos que se indica en la siguiente sección.

1406.2 Elementos anchos en los extremos de muros. Deben suministrarse elementos anchos en los bordes no restringidos por columnas ni otros muros

perpendiculares cuando el esfuerzo de compresión en la fibra más esforzada exceda de $0.2f_c'$ bajo las cargas de diseño incluyendo el sismo. En este caso se debe cumplir que:

- a) $b_{\text{extremo}} \geq 1.5t, 200 \text{ mm}$ el ancho de este elemento sea al menos una y media vez el espesor del muro pero no menor de 200 mm, y
- b) $h_{\text{extremo}} \geq 1.5t, 300 \text{ mm}$ vel peralte medido en el plano del muro sea al menos una y media vez el espesor del muro pero no menor de 300 mm.

En muros ligados a columnas, se debe considerar a dichas columnas como los elementos anchos del muro y, por tanto, el conjunto se debe tomar como un solo elemento ante las acciones en la dirección del plano del muro, siempre y cuando se disponga de refuerzo suficiente entre el alma del muro y la columna, para tomar los esfuerzos cortantes en la unión de ambas partes. En dirección perpendicular al muro dichos elementos se deben considerar columnas y deben cumplir con todos los requisitos para éstas.

Cuando existan muros de concreto perpendiculares en los extremos, se acepta considerar como patines, tanto a compresión como a tensión, a un ancho efectivo adyacente al alma del muro igual al menor de:

- a) La mitad de la distancia al paño del alma del muro más cercano, o
- b) $0.25H_m$.

En edificios con muros perimetrales de cimentación los elementos de refuerzo en los extremos se deben extender en la altura del primer entrepiso del sótano.

La cimentación debe diseñarse para resistir la totalidad de las acciones provenientes de los muros, es decir, fuerza axial, fuerza cortante y momentos flexionantes.

1406.3 Refuerzo. El refuerzo de los muros estructurales debe cumplir con lo siguiente:

- a. La cuantía mínima de refuerzo horizontal y vertical en el alma del muro debe ser de 0.0025, pero no menor de la necesaria por cambios volumétricos.
- b. El refuerzo en el alma se debe colocar uniformemente distribuido con separación no mayor de 35 cm. Se debe poner en dos capas, cada una próxi-

ma a una cara del muro. Si el espesor del muro es menor de 150 mm se debe colocar en una capa a medio espesor.

- c. El refuerzo horizontal de muros se debe anclar en los núcleos confinados de los elementos extremos de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.
- d. El refuerzo longitudinal de los extremos se debe continuar dentro de la cimentación cuando menos en una distancia igual a la longitud de desarrollo de la barra longitudinal más gruesa o del paquete de barras longitudinales más gruesas del elemento extremo. Las barras verticales deben estar ancladas de modo que en la sección de la base del muro sean capaces de alcanzar su esfuerzo de fluencia.
- e. Si se cuenta con elementos anchos en los extremos, el refuerzo por flexión o flexocompresión se debe colocar en dichos elementos y debe restringirse contra el pandeo con estribos que cumplan con las disposiciones dadas para columnas.
- f. Si no se cuenta con elementos anchos, el refuerzo por flexión o flexocompresión debe cumplir con los siguientes requisitos:
 - i. En muros con relación H_m/L no mayor que 1.2, el refuerzo se debe prolongar recto y sin reducción en toda la altura del muro, distribuido en los extremos de éste en anchos iguales a $(0.25-0.1H_m/L)L$, medido desde el correspondiente borde, pero no mayor cada uno que $0.4H_m$.
 - ii. Si la relación H_m/L es mayor que 1.2, se debe colocar en los extremos del muro en anchos iguales a $0.15L$ medidos desde el correspondiente borde. Arriba del nivel $1.2L$ este refuerzo se puede hacer variar de acuerdo con los diagramas de momentos y carga axial.
 - iii. La separación del refuerzo transversal formado por estribos cerrados, no exceda la menor de:
 - a. $- t/2$ la mitad del espesor del muro,
 - b. $- 6d_b$ 6 veces el diámetro de la barra longitudinal más gruesa, o
 - c. $- 150 \text{ mm}$.

1406.4 Muros sometidos solamente a cargas verticales. Los muros estructurales sometidos solamente a cargas estructurales. deben cumplir con lo siguiente:

Deben dimensionarse por flexocompresión como si fuesen columnas, teniendo en cuenta las disposiciones complementarias dadas en esta sección.

Si las cargas son concentradas, se debe tomar como ancho efectivo una longitud igual a la de contacto más cuatro veces el espesor del muro, pero no mayor que la distancia centro a centro entre cargas.

La resistencia a flexión o flexocompresión de muros se puede calcular como si fueran columnas cumpliendo con las especificaciones de la Sección A1 del Anexo 5. Con base en un análisis de compatibilidad de deformaciones, se debe incluir todo el refuerzo vertical colocado dentro de un ancho efectivo de los patines (si existen), en los elementos extremos y el alma del muro. Toda barra de refuerzo tomada en cuenta en el cálculo de la resistencia debe estar anclada como lo especifica la Sección A2.1 del Anexo 5.

1406.5 Muros sujetos a fuerzas horizontales en su plano. En esta sección el factor de resistencia se debe tomar como $F_R = 0.8$. Cuando no se cuente con elementos anchos en los extremos se debe adoptar un factor Q no mayor que 2.

La resistencia a fuerza cortante, $V_{R'}$, debe ser la suma de la fuerza cortante que toma el concreto, V_{CR} , más la que toma el acero de refuerzo horizontal, V_{SR} . Esta resistencia no debe ser menor que la fuerza cortante de diseño, V_u .

$$V_R = V_{CR} + V_{SR} \geq V_u \quad (11)$$

Limitación para V_u

En ningún caso se debe admitir que la fuerza cortante de diseño, V_u , sea mayor que

$$2 F_R A_m c_{SI} \quad (12)$$

Fuerza cortante que toma el concreto.

En muros la fuerza cortante que toma el concreto, V_{CR} , se debe determinar con el criterio siguiente (la constante c_{SI} se define en la ecuación 1):

- 1) $H_m/L \leq 1.5$ Si la relación de altura total a longitud, H_m/L del muro o H/L del segmento no excede de 1.5, se debe aplicar la ecuación

$$V_{CR} = 0,85 F_R c_{SI} A_m \quad (13)$$

A_m área bruta de la sección de concreto, calculada como el producto del espesor por la longitud del muro ($A_m = L t$).

2) $H_m/L \geq 2$

Si H_m/L es igual a 2 o mayor, se deben aplicar las ecuaciones A.13 o A.14 del Anexo 5, en las que b se debe sustituir por el espesor del muro, t ; y el peralte efectivo del muro se debe tomar igual a $0.8L$.

3) $1.5 < H_m/L < 2$

Cuando H_m/L esté comprendido entre 1.5 y 2 se interpolará linealmente.

Fuerza cortante que toma el acero del alma

La cuantía de refuerzo horizontal, p_h , se debe calcular con la expresión

$$V_{SR} = F_R p_h f_y A_m \quad (14)$$

La cuantía mínima del acero vertical debe ser la siguiente

- 1) Si $H_m/L \leq 1.5$: $p_v \geq p_h$ Si H_m/L no excede de 1.5, la cuantía del acero vertical no debe ser menor que la del acero horizontal,
- 2) Si $H_m/L \geq 2$: $p_v \geq 0.0025$ Si H_m/L es igual a 2 o mayor, la cuantía del refuerzo vertical no debe ser menor que 0.0025
- 3) Si $1.5 < H_m/L < 2$: interpolar Cuando H_m/L esté comprendido entre 1.5 y 2 la cuantía mínima del refuerzo vertical se debe interpola linealmente.

$$p_v \geq 0.0025 + 2 \left(2 - \frac{H_m}{L} \right) (p_h - 0.0025)$$

donde:

$$p_h = \frac{A_{sh}}{s_h t}; \quad p_v = \frac{A_{sv}}{s_v t}$$

s_h, s_v separación de los refuerzos horizontal y vertical, respectivamente,

A_{sh} área de refuerzo horizontal comprendida en una distancia s_h , y

A_{sv} área de refuerzo vertical comprendida en una distancia s_v .

En el cálculo de las cuantías anteriores no debe incluirse el acero concentrado en los extremos del muro.

La cuantía de acero vertical en el alma no debe ser menor que la requerida por flexocompresión.

1406.5 Resistencia de muros contra deslizamiento. Se debe evitar que en los muros se alcance la falla

por deslizamiento antes que su resistencia a flexión o a cortante por tensión diagonal. Para ello se admite usar el criterio de cortante por fricción de la Sección A1.6.6 del Anexo 5. Para aplicar este criterio se calculará por separado la contribución del alma del muro y la de las zonas reforzadas de los extremos.

SECCIÓN 1407 LOSAS DE CONCRETO

1407.1 Generalidades. Esta sección se aplica a losas que trabajan en una dirección y losas perimetralmente apoyadas ya sea en vigas de marcos o en muros. Para el caso de losas planas (soportadas directamente en columnas), ya sea macizas o reticulares (aligeradas o encasetonadas), debe recurrirse a métodos reconocidos de análisis y diseño. Dicho sistema no es recomendado en zonas de alto peligro sísmico, es decir zonas sísmicas C y D, definidas en el Capítulo 12.

En losas encasetonadas las nervaduras se deben dimensionar como vigas. Si la losa se apoya perimetralmente, no debe ser necesario cumplir con el refuerzo mínimo por tensión diagonal que se pide en la Sección 1403.4, cuando la fuerza cortante de diseño, V_{ur} sea menor que $0.75V_{cR}$.

Si aparte de soportar cargas normales a su plano la losa tiene que transmitir fuerzas contenidas en su plano a marcos, muros u otros elementos rigidizantes, estas fuerzas deben tomarse en cuenta en el diseño de la misma.

1407.2 Losas que trabajan en una dirección. Las losas de concreto que trabajan en una sola dirección deben cumplir con lo siguiente:

- En el diseño de losas que trabajan en una dirección son aplicables las disposiciones para vigas.
- Para el caso de sistema de losa prefabricada, como vigueta y bovedilla, referirse al capítulo D.6 de las NTC-RCDF-2014.
- Se puede considerar como losa trabajando en una dirección (en la dirección del claro corto a_1) a los tableros rectangulares apoyados en su perímetro en los que el claro largo, a_2 , sea mayor que dos veces el claro corto ($a_2 > 2a_1$).
- Además del refuerzo principal de flexión, debe proporcionarse refuerzo por cambios volumétricos, normal al anterior, de acuerdo con los requisitos de la Sección A2.2 del Anexo 5. Este refuerzo se debe colocar también como refuerzo para momento negativo en los bordes del claro corto cuando sean bordes continuos o bien bordes discontinuos monolíticos con sus apoyos.

1407.3 Método de análisis para losas en dos direcciones. Para este caso se deben utilizar los métodos semiempíricos de análisis de esta sección. Se acepta utilizar cualquier otro procedimiento de análisis siempre y cuando se garantice que se satisfacen las condiciones de equilibrio, compatibilidad y relaciones constitutivas. Es admisible aplicar la teoría de líneas de fluencia, o cualquier otra teoría basada en el análisis al límite, siempre que el comportamiento bajo condiciones de servicio resulte adecuado en cuanto a deflexión, agrietamiento y vibraciones.

1407.4 Método de diseño de losas apoyadas en su perímetro. El método de diseño de las losas apoyadas en su perímetro se caracteriza por lo siguiente:

Se distinguen dos casos:

Caso I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos.

Caso II. Losa no colada monolíticamente con sus apoyos.

En esta sección a_1 debe ser la longitud del claro corto, y a_2 la del claro largo de la losa. Para el caso I, a_1 y a_2 pueden tomarse como los claros libres entre paños de vigas; para el caso II se deben tomar como los claros entre ejes, pero sin exceder del claro libre más dos veces el espesor de la losa, h .

Esta sección es válida para losas que cumplen los siguientes requisitos:

- Los tableros son aproximadamente rectangulares,
 - La distribución de las cargas es aproximadamente uniforme en cada tablero,
 - Los momentos flexionantes negativos en el apoyo común de dos tableros adyacentes difieren entre sí en una cantidad no mayor que 50% del menor de ellos, y
 - La relación entre carga viva y muerta no es mayor de 2.5 para el caso I, ni mayor de 1.5 en el caso II.
- a) Geometría
- $h \geq 100 \text{ mm}$ el espesor, h , no debe ser menor que 100 mm,
 - $h \geq f_L p_L / 250$

donde:

p_L perímetro de la losa, en donde la longitud de lados discontinuos se debe incrementar 25% en el caso I, y 50% en el caso II, y

f_L factor que se calcula como

$$f_L = 0,182 \sqrt[4]{0,6f_y w} \geq 1 \quad (15)$$

$$\left(f_L = 0,032 \sqrt[4]{0,6f_y w} \geq 1 \right)$$

w carga uniformemente distribuida en condiciones de servicio.

Usar f_y en MPa y, en kN/m² (para la ecuación en paréntesis usar kgf/cm² y kgf/m²).

El factor debe valer uno ($f_L = 1$) cuando:

$$f_y \leq 412 \text{ MPa y } w \leq 3,8 \text{ kN/m}^2 \text{ (} f_y \leq 4200 \text{ kgf/cm}^2 \text{ y } w \leq 380 \text{ kgf/m}^2 \text{)}.$$

b) Momentos flexionantes debidos a cargas uniformes:

El cálculo de los momentos flexionantes en losas aquí estipulado, es válido para tableros con relación de claro corto a claro largo no menor que 0.5. Los momentos flexionantes en losas perimetralmente apoyadas se deben calcular como:

$$M_u = F_C \frac{w a_1^2}{c_L} \quad (16)$$

donde:

M_u Momento flexionante de diseño por unidad de largo:

si w está dada en kN/m² y a_1 en m, el momento resulta en kN-m/m (si w está en kgf/m² y a_1 en m, el momento resultará en kgf-m/m),

F_C factor de carga,

a_1 claro corto,

w carga uniformemente distribuida, y

c_L coeficiente; para el caso I:

$$c_L = \frac{100}{a_m + b_m(1-m)} \quad (17)$$

Los valores de a_m y b_m se deben tomar de la Tabla 1407.4, en la cual "m" es la relación de claro corto a claro largo

$$m = a_1 / a_2 \leq 1 \quad (18)$$

TABLA 1407.4 COEFICIENTES PARA MOMENTOS EN FRANJAS CENTRALES DE TABLEROS DE LOSAS (CASO I)

Tablero	Momento	Claro	a_m	b_m
Interior, de borde o de esquina (dos o más lados continuos)	Negativo en bordes continuos	corto	3.25	5.5
		largo		3.5
	Positivo	corto	1.4	4
		largo		0.3

Notas:

En bordes discontinuos multiplicar por 0.6 los momentos para bordes continuos.

En tableros con 3 o 4 lados discontinuos (extremo o aislado) multiplicar los momentos positivos por 3.5 y los negativos por 2.

Para el caso II (losas no monolíticas con sus apoyos) los momentos calculados para el caso I, incluyendo las notas de la Tabla 1407.4, se deben incrementar en 20%, salvo que, en tableros aislados (cuatro lados discontinuos) los momentos positivos se deben incrementar en 70%.

En el caso II, los momentos negativos en lados discontinuos deben ser nulos.

c) Distribución de momentos flexionantes entre tableros adyacentes:

Cuando los momentos obtenidos en el borde común de dos tableros adyacentes sean distintos, se deben distribuir dos tercios del momento de desequilibrio entre los dos tableros si éstos son monolíticos con sus apoyos, o la totalidad de dicho momento si no lo son. Para la distribución se debe suponer que la rigidez del tablero es proporcional a d^3/a_1 .

d) Disposiciones sobre el refuerzo

Se deben aplicar las disposiciones sobre separación máxima de la Sección A2.6 del Anexo 5 y porcentaje mínimo de acero de la sección D.4.3.1 de las NTC-RCDF-2014. En la proximidad de cargas concentradas superiores a 10 kN (1000 kgf), la separación del refuerzo no debe exceder de 2.5d, donde d es el peralte efectivo de la losa.

Para colocación del refuerzo, la losa se debe considerar dividida, en cada dirección, en dos franjas extremas y una central. Las franjas centrales deben tener un ancho igual a la mitad del claro perpendicular a ellas, y cada franja extrema, igual a la cuarta parte del mismo.

En las franjas extremas el momento flexionante se debe tomar como el 60% del calculado en la franja central.

A fin de doblar varillas y aplicar los requisitos de anclaje del acero, se deben suponer líneas de in-

flexión a un sexto del claro corto desde los bordes del tablero para momento positivo, y a un quinto del claro corto desde los bordes del tablero para momento negativo.

e) Revisión de la resistencia a fuerza cortante

Se debe suponer que la sección crítica se encuentra a un peralte efectivo del paño del apoyo. La fuerza cortante que actúa en un ancho unitario se debe calcular con la expresión

$$p_v \geq 0.0025 + 2 \left(2 - \frac{H_m}{L} \right) (p_h - 0.0025) \quad (19)$$

Cuando haya bordes continuos y bordes discontinuos, V_u se debe incrementar en 15%. La resistencia de la losa a fuerza cortante, en un ancho unitario b , se debe tomar igual a

$$V_{cR} = 0,5 F_R b_d c_{SI} \sqrt{f_c^*} \quad (20)$$

CAPÍTULO 15- DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

SECCIÓN 1501 CONSIDERACIONES GENERALES

1501.1 Alcance. En esta sección se incluyen disposiciones para diseño y construcción de estructuras de acero para edificios urbanos habitacionales.

También aplican para edificios fabriles. Para puentes, tanques, torres para antenas, estructuras industriales no convencionales, y otras estructuras especiales, o de características poco comunes, pueden necesitarse reglas o recomendaciones adicionales.

1501.2 Unidades. En las ecuaciones y expresiones que aparecen en esta sección deben utilizarse las unidades siguientes, que corresponden al Sistema Internacional (SI):

Fuerza	N (newtons)
Longitud	mm (milímetros)
Momento	N-mm
Esfuerzo	MPa (megapascuales)

Siempre que es posible, las ecuaciones están escritas en forma adimensional; cuando no lo es, junto a las expresiones en sistema internacional se escriben, entre paréntesis, las expresiones equivalentes en sistema métrico decimal usual; en ese caso, las unidades son:

Fuerza	kg (kilogramos)
Longitud	cm (centímetros)
Momento	kg-cm
Esfuerzo	kg/cm ²

Los valores correspondientes a los dos sistemas no son exactamente equivalentes, por lo que cada sistema debe utilizarse con independencia del otro, sin hacer combinaciones entre los dos.

Las unidades que se mencionan aquí son las básicas de los dos sistemas; sin embargo, no se pretende prohibir el uso de otras unidades empleadas correctamente, que en ocasiones pueden ser más convenientes; por ejemplo, en el sistema métrico usual puede ser preferible expresar las longitudes en m, las fuerzas en t y los momentos en t-m.

1501.3 Materiales. Los aceros que pueden utilizarse en estructuras diseñadas de acuerdo con estas Normas, así como los remaches, tornillos, conectores de cortante, metales de aportación y fundentes para soldadura, son los que se indican en las Secciones 1401.3.1 a 1641.3.7. Pueden utilizarse otros materiales y productos, diferentes de los indicados, si

son aprobados por el diseñador y la autoridad competente. La aprobación puede basarse en especificaciones publicadas que establezcan las propiedades y características del material o producto, que lo hacen adecuado para el uso que se le pretende dar, o en ensayos realizados en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Los valores del esfuerzo de fluencia, F_y , y de ruptura en tensión, F_u , que se utilizan en el diseño, son los mínimos especificados en la norma correspondiente. No se emplean en el diseño los valores reportados en certificados de ensayos de los productos laminados.

1501.3.1 Acero estructural.

B-254 (ASTM A36)	Acero estructural.
B-99 (ASTM A529)	Acero estructural con límite de fluencia mínimo de 290 MPa (2950 kg/cm ²).
B-282 (ASTM A242)	Acero estructural de baja aleación y alta resistencia.
B-284 (ASTM A572)	Acero estructural de alta resistencia y baja aleación al manganeso-vanadio.
(ASTM A588)	Acero estructural de alta resistencia y baja aleación de hasta 100 mm de grueso, con límite de fluencia mínimo de 345 MPa (3515 kg/cm ²).
(ASTM A913)	Perfiles de acero de alta resistencia y baja aleación, de calidad estructural, producidos por un proceso de tratamiento térmico especial.
(ASTM A992)	Acero estructural para perfiles H laminados para uso en edificios.
B-177 (ASTM A53, grado B)	Tubos de acero, con o sin costura.
B-199 (ASTM A500)	Tubos de acero al carbono para usos estructurales, formados en frío, con o sin costura, de sección circular o de otras formas.

B-200 (ASTM A501) Tubos de acero al carbono para usos estructurales, formados en caliente, con o sin costura.

En la Tabla 1501.3.1 se indican los valores de los esfuerzos F_y y F_u de los aceros listados arriba.

TABLA 1501.3.1 ESFUERZOS F_y Y F_u DE ACEROS ESTRUCTURALES

Nomenclatura		F_y ⁽³⁾		F_u ⁽⁴⁾	
NMX ¹	ASTM ²	MPa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²
B-254	A36	250	2530	400 a 550	4080 a 5620
B-99	A529	290	2950	414 a 585	4220 a 5975
B-282	A242	290	2950	435	4430
		345	3515	450	4570
		414	4220	515	5270
		450	4570	550	5620
	A992	345	3515	450 a 620	4570 a 6330
B-177	A53	240	2460	414	4220
B-199	A500 ⁽⁵⁾	320	3235	430	4360
B-200	A501	250	2530	400	4080
	A588	345 ⁽⁶⁾	3515 ⁽⁶⁾	483 ⁽⁶⁾	4920 ⁽⁶⁾
	A913	345 a 483 ⁽⁷⁾	3515 a 4920 ⁽⁷⁾	448 a 620 ⁽⁷⁾	4570 a 6330 ⁽⁷⁾

¹ Norma Mexicana

² American Society for Testing and Materials.

³ Valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del material.

⁴ Esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión. Cuando se indican dos valores, el segundo es el máximo admisible.

⁵ ASTM especifica varios grados de acero A500, para tubos circulares y rectangulares.

⁶ Para perfiles estructurales; para placas y barras, ASTM especifica varios valores, que dependen del grueso del material.

⁷ Depende del grado; ASTM especifica grados 50, 60, 65 y 70.

La dirección en que se laminan los perfiles y placas es la de mayor interés en el diseño de las estructuras, por lo que el esfuerzo de fluencia en esa

dirección, determinado por medio de ensayos estándar de tensión, es la propiedad mecánica que decide, en la mayoría de los casos, el tipo de acero que ha de emplearse. Sin embargo, otras propiedades mecánicas, tales como anisotropía, ductilidad, tenacidad, facilidad de formado en frío, resistencia a la corrosión, pueden ser también importantes para el comportamiento correcto de algunas estructuras. Cuando éste sea el caso, habrá que remitirse a la literatura especializada para obtener la información que permita escoger el material más adecuado.

1501.3.2 Remaches.

- ASTM A502 Remaches de acero estructural; esta especificación incluye tres grados:
- Grado 1 Remaches de acero al carbón para uso general;
- Grado 2 Remaches de acero al carbono-manganeso, para uso con aceros; y
- Grado 3 Semejante al Grado 2, pero con resistencia a la corrosión mejorada.

La certificación del fabricante constituye evidencia suficiente de conformidad con la norma.

1501.3.3 Tornillos.

- H-118 (ASTM A307) Sujetadores de acero al carbono con rosca estándar exterior ($F_u=414$ MPa; 4220 kg/cm²).
- H-124 (ASTM A325) Tornillos de alta resistencia para conexiones entre elementos de acero estructural [$F_u=830$ MPa (8440 kg/cm²) para diámetros de 13 a 25 mm (1/2 a 1 pulg), $F_u=725$ MPa (7380 kg/cm²) para diámetros de 29 y 38 mm (11/8 y 1 1/2 pulg)].
- H-123 (ASTM A490) Tornillos de acero aleado tratado térmicamente para conexiones entre elementos de acero estructural ($F_u=1035$ MPa, 10550 kg/cm²).

1501.3.4 Metales de aportación y fundentes para soldadura

H-77 (AWS A5.1)	Electrodos de acero al carbono, recubiertos, para soldadura por arco eléctrico.
H-86 (AWS A5.5)	Electrodos de acero de baja aleación, recubiertos, para soldadura por arco eléctrico.
H-108 (AWS A5.17)	Electrodos desnudos de acero al carbono y fundentes para soldadura por arco eléctrico sumergido.
H-97 (AWS A5.18)	Metales de aporte de acero al carbono para soldadura por arco eléctrico protegido con gas.
H-99 (AWS A5.20)	Electrodos de acero al carbono para el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo tubular continuo.

1501.3.5 Conectores de cortante de barra con cabeza para construcción compuesta. Los conectores de cortante de barra con cabeza que se utilizan en la construcción compuesta, ver Sección 1503.6, deben fabricarse con barras que cumplan los requisitos de ASTM A108, "Especificación para barras de acero al carbón, terminadas en frío, de calidad estándar, grados 1010 a 1020".

Las propiedades mecánicas principales de los conectores son:

F_y	345 MPa (3515 kg/cm ²) (correspondiente a una deformación permanente de 0.2%)
F_u	414 MPa (4220 kg/cm ²)
Elongación en 50 mm	20 %, mínimo
Reducción de área	50 %, mínimo

Las nomenclaturas B-XX o B-XXX y H-XX o H-XXX designan normas elaboradas por el Comité Técnico de Normalización de la Industria Siderúrgica, oficializadas por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; entre paréntesis se han indicado las normas correspondientes de la Sociedad Americana de Ensayes y Materiales (ASTM) y de la Sociedad Americana de la Soldadura (AWS).

1501.3.6 Identificación. La especificación, incluyendo tipo o grado, en su caso, a que pertenecen los materiales o productos, se debe identificar de alguna de las maneras siguientes:

- a. Por medio de certificados proporcionados por el laminador o fabricante, debidamente correlacionados con el material o producto al que pertenecen; o
- b. Por medio de marcas legibles en el material o producto, hechas por el laminador o fabricante, de acuerdo con la especificación correspondiente.

1501.3.7 Acero estructural no identificado. Con la aprobación del diseñador, puede utilizarse acero estructural no identificado en miembros o detalles poco importantes, en los que las propiedades físicas precisas y la soldabilidad del acero no afecten la resistencia de la estructura.

1501.4 Criterios de diseño. El dimensionamiento de las estructuras y de los elementos que las componen se debe efectuar de acuerdo con los criterios relativos a los estados límite de falla y de servicio establecidos en el Capítulo 18.

Según el criterio de estados límite de falla, las estructuras deben dimensionarse de manera que la resistencia de diseño de toda sección con respecto a cada fuerza o momento interno que actúe en ella (fuerza axial, fuerza cortante, momento flexionante, momento de torsión) o a la combinación de dos o más de ellos, sea igual o mayor que el o los valores de diseño de dicha fuerza o momento internos. Las resistencias de diseño deben incluir el factor de resistencia F_R correspondiente. Las fuerzas y momentos internos de diseño se obtienen, en general, multiplicando por el factor de carga F_C correspondiente los valores de las fuerzas y momentos internos calculados bajo acciones nominales.

En los casos en que los efectos geométricos de segundo orden influyan significativamente en la respuesta de la estructura, las fuerzas y momentos internos de diseño deben obtenerse multiplicando las acciones nominales por los factores de carga antes de efectuar el análisis, el que se lleva a cabo con las acciones nominales factorizadas.

Además de los estados límite de falla, deben revisarse también los estados límite de servicio; es decir, se comprobará que las respuestas de la estructura (deformaciones, vibraciones, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio.

1501.5 Tipos de estructuras y métodos de análisis. Toda construcción debe contar con una estructura que tenga características adecuadas para asegurar

su estabilidad bajo cargas verticales y que le proporcione resistencia y rigidez suficientes para resistir los efectos combinados de las cargas verticales y de las horizontales que actúen en cualquier dirección.

Pueden utilizarse estructuras de alguno de los dos tipos básicos que se describen a continuación. En cada caso particular el análisis, diseño, fabricación y montaje deben hacerse de manera que se obtenga una estructura cuyo comportamiento corresponda al del tipo elegido. Debe prestarse particular atención al diseño y construcción de las conexiones.

Las estructuras tipo 1, comúnmente designadas marcos rígidos o estructuras continuas, se caracterizan porque los miembros que las componen están unidos entre sí por medio de conexiones rígidas, capaces de reducir a un mínimo las rotaciones relativas entre los extremos de las barras que concurren en cada nudo, de manera que el análisis puede basarse en la suposición de que los ángulos originales entre esos extremos se conservan sin cambio al deformarse la estructura.

Las estructuras tipo 2 son las que están formadas por miembros unidos entre sí por medio de conexiones que permiten rotaciones relativas, y que son capaces de transmitir la totalidad de las fuerzas normales y cortantes, así como momentos no mayores del 20% de los momentos resistentes de diseño de los miembros considerados. En el análisis se ignoran las restricciones a las rotaciones.

Las estructuras tipo 1 pueden analizarse y diseñarse utilizando métodos elásticos o plásticos; estos últimos son aplicables cuando se satisfacen los requisitos siguientes:

- El valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del acero, F_y , no es mayor que el 80% de su esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión, F_u , ni que 440 MPa (4500 kg/cm²).
- La curva carga-deformación del acero tiene las características necesarias para que pueda presentarse la redistribución de momentos requerida para la formación del mecanismo de colapso. Para ello, debe tener una zona de cedencia, de deformación creciente bajo esfuerzo prácticamente constante, correspondiente a un alargamiento máximo no menor de 1%, seguida de una zona de endurecimiento por deformación, y el alargamiento correspondiente a la ruptura no debe ser menor de 20%.
- Las relaciones ancho/grueso de los elementos planos que componen los perfiles cumplen los requisitos de las secciones tipo 1 ó 2, ver Sección 1502.3.1, cuando los efectos sísmicos no son críticos, y de las secciones tipo 1 cuando sí lo son.

- Los miembros están contraventeados lateralmente de acuerdo con los requisitos de la Sección 1503.3.2.1.
- Se colocan atiesadores dobles, en los dos lados del alma, en las secciones de los miembros que reciben cargas concentradas en las que aparezcan articulaciones plásticas en el eventual mecanismo de colapso.
- Ninguno de los miembros de la estructura que interviene en el mecanismo de colapso está sometido a cargas que puedan producir fallas por fatiga, ni son posibles fallas de tipo frágil ocasionado por cargas de impacto, bajas temperaturas u otros factores.
- Se cumplen las condiciones indicadas en las Secciones 1501.5.1.2 y 1501.5.1.3 para estructuras diseñadas plásticamente.

En las estructuras tipo 1 analizadas elásticamente se admite redistribuir los momentos obtenidos del análisis, satisfaciendo las condiciones de equilibrio de fuerzas y momentos en vigas, nudos y entrepisos, y de manera que ningún momento se reduzca en valor absoluto en más de 30% en vigas que cumplan con los requisitos para secciones tipo 1 ó 2 de la sección 2.3 y cuyo patín comprimido esté soportado lateralmente en forma continua, o esté provisto de soportes laterales con separaciones no mayores que L_p en zonas de formación de articulaciones plásticas, ni en más de 15% en vigas tipo 3 provistas del soporte lateral mencionado arriba y en columnas tipo 1, 2 ó 3.

No se permite ninguna redistribución de momentos en vigas o columnas tipo 4.

Las estructuras tipo 2 pueden usarse en elementos secundarios, y se aceptan en la estructura principal si se utilizan muros, contraventeos, marcos rígidos, o una combinación de ellos que junto con las losas u otros diafragmas horizontales proporcionen a la construcción en conjunto rigidez lateral adecuada y capacidad para resistir las fuerzas horizontales que puedan obrar sobre ella.

Si se conocen las características de resistencia, rigidez y ductilidad de conexiones comprendidas entre las correspondientes a los dos tipos de estructuras mencionadas arriba, esas características pueden incorporarse en el análisis y diseño. Estas conexiones, "parcialmente restringidas", pueden usarse en la estructura principal de edificios cuya altura no exceda de ocho pisos o 30 m, o de altura mayor, si se complementan con muros, contraventeos, marcos rígidos, o una combinación de ellos.

Las características de las conexiones parcialmente restringidas deben estar documentadas en la litera-

tura; en caso contrario, se establecerán con métodos analíticos o experimentales.

1501.5.1 Métodos de análisis de estructuras tipo 1

1. En el diseño de estructuras tipo 1 se tendrán en cuenta los efectos geométricos de segundo orden (P-D).

Si el diseño de la estructura se basa en un análisis plástico, las resistencias necesarias se determinan por medio de un análisis plástico de segundo orden, que debe satisfacer los requisitos de la Sección 1501.5.

Cuando las fuerzas y momentos internos de diseño se obtengan por medio de un análisis elástico, éste será de segundo orden, y en él se tomarán en cuenta, como mínimo, los incrementos de las acciones internas producidas por las cargas verticales al actuar sobre la estructura deformada lateralmente y, cuando sean significativos, los efectos de la plastificación parcial de la estructura.

Los factores que no se consideran en el análisis se incluyen, de manera indirecta, en las fórmulas de diseño, por lo que los métodos de diseño de elementos flexocomprimidos dependen del tipo de análisis que se haya efectuado. La dificultad del diseño está, en general, en razón inversa a la precisión del análisis.

1501.5.1.1 Análisis elástico de segundo orden.

El análisis elástico de las estructuras debe incluir los efectos que ocasionan las cargas gravitacionales al obrar sobre la estructura deformada lateralmente (efecto P-Δ); las deformaciones laterales pueden deberse a acciones horizontales, a asimetrías en la estructura o en las cargas verticales que obran sobre ella, o a una combinación de ambos factores. Deben tenerse en cuenta, también, las fuerzas ficticias horizontales que se indican en la Sección 1503.4.2 de las NTC-RCDF-2004. Los efectos mencionados deben determinarse, de preferencia, con un análisis de segundo orden.

Como una alternativa, los efectos elásticos de segundo orden de estructuras regulares pueden evaluarse como se indica a continuación.

Una manera aproximada de calcular los momentos de segundo orden en los extremos de las columnas de marcos regulares (para las condiciones de regularidad, ver la Sección 1503.4) cuyo diseño queda regido por la combinación de cargas verticales y horizontales, consiste en evaluar por separado los momentos producidos por los dos tipos de cargas, utilizando métodos de análisis convencional de primer orden, y en obtener los momentos finales como sigue:

Momentos de diseño en los extremos de las columnas:

$$M_{uo} = M_{ti} + B_2 M_{tp} \quad (1)$$

Momentos de diseño en la zona central de la columna:

$$M_v^* = B_1 (M_{ti} + B_2 M_{tp}) \quad (2)$$

M_{ti} y M_{tp} son los momentos de diseño en los extremos de la columna producidos, respectivamente, por cargas que no ocasionan desplazamientos laterales apreciables de esos extremos y por acciones que sí ocasionan esos desplazamientos. En éstas, deben incluirse los efectos de las fuerzas ficticias horizontales que se describen en la Sección 3.4.2.

Con la ecuación 1 se obtienen los momentos en los extremos, que incluyen el efecto P-Δ, y con la ecuación 2 se determinan los momentos en la zona central de la columna, amplificados por efecto P-δ cuando éste es significativo. El efecto P-δ se debe a que la fuerza normal deja de estar aplicada a lo largo del eje de la columna al deformarse ésta entre sus extremos.

En general, los momentos M_{ti} son producidos por cargas verticales y los M_{tp} por acciones horizontales, de viento o sismo, y por las fuerzas horizontales ficticias de la Sección 1503.4.2, aunque las cargas verticales pueden ocasionar momentos M_{tp} significativos en estructuras muy asimétricas en geometría o cargas.

En marcos que forman parte de estructuras que tienen rigidez suficiente, propia o proporcionada por su interacción con contraventeos o muros de cortante, para que puedan desprejiciarse los efectos de esbeltez debidos a desplazamientos laterales de entrepiso, ver Inciso b de la Sección 1502.2.2, desaparece el término $B_2 M_{tp}$ de las ecuaciones 1 y 2, y los momentos M_{ti} son la suma de los producidos por las acciones verticales y horizontales.

Las estructuras pueden estar adecuadamente contra-venteadas en una sola dirección, en cuyo caso los momentos de diseño se evaluarán de manera diferente en cada una de las direcciones.

Los factores de amplificación de los momentos, B_1 y B_2 , se calculan con las ecuaciones siguientes:

$$B_1 = \frac{C}{1 - \frac{P_u}{F_R P_{E1}}} \quad (3)$$

$$B_2 = \frac{1}{1-I} \quad (4)$$

o

$$B_2 = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\sum P_{E2}/Q}} \quad (5)$$

Siempre que sea posible, se recomienda que B_2 se calcule con la ecuación 4.

$P_{E1} = At \pi^2 E / (KL/r)^2$ carga crítica de pandeo elástico de la columna que se está diseñando. Se calcula con un coeficiente K menor o igual que 1.0, que corresponde a columnas cuyos extremos no se desplazan lateralmente, aún en los casos en que existen esos desplazamientos;

$P_{E2} = At \pi^2 E / (KL/r)^2$ donde el coeficiente K corresponde a marcos sin contraventeo; la suma comprende todas las columnas del entrepiso en consideración;

L longitud no soportada lateralmente en el plano de la flexión;

r radio de giro correspondiente;

K factor de longitud efectiva en el plano de la flexión;

P_u fuerza axial de diseño en la columna en consideración;

$\sum P_u$ suma de fuerzas axiales de diseño en todas las columnas del entrepiso en consideración;

I índice de estabilidad del entrepiso definido en el Inciso b de la Sección 1502.2.2;

F_R factor de resistencia que se toma igual a 0.9;

Q factor de comportamiento sísmico, definido en el Capítulo 5 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo. En diseño por viento se toma $Q=1.0$; y

C coeficiente que depende de la ley de variación del momento flexionante; se calcula como sigue:

- a. Miembros flexocomprimidos que forman parte de marcos contraventeados o sin contraventeo, sobre los que no obran cargas transversales aplicadas en puntos intermedios

$C = 0.6 + 0.4M_1/M_2$, para tramos que se flexionan en curvatura simple.

$C = 0.6 - 0.4M_1/M_2$, para tramos que se flexionan en curvatura doble.

M_1 y M_2 son, respectivamente, el menor y el mayor de los momentos en los extremos del tramo de barra en consideración (puede ser la columna completa o una parte de ella, entre puntos soportados lateralmente), tomados en valor absoluto.

- b. Miembros flexocomprimidos que forman parte de marcos contraventeados o sin contraventeo, sobre los que obran cargas transversales aplicadas en puntos intermedios, independientemente de que haya o no momentos en sus extremos; en esta categoría se incluyen las cuerdas comprimidas de armaduras sujetas a cargas transversales aplicadas entre los nudos, y las columnas con cargas transversales entre los apoyos:

$$C = 1 + \Psi \frac{P_u}{P_E} \quad (6)$$

donde

$$\Psi = \frac{\pi^2 \delta_o E I}{M_{ou} L^2} - 1 \quad (7)$$

I momento de inercia alrededor de un eje normal al plano de flexión;

δ_o y M_{ou} deflexión máxima y momento máximo entre apoyos, debidos a las cargas transversales y a los momentos en los extremos, cuando éstos son diferentes de cero.

En lugar de calcular C como se acaba de describir, pueden usarse los valores siguientes: si los extremos del miembro están restringidos angularmente, $C=0.85$; si no lo están, $C=1.0$.

Las ecuaciones 1 a 7 son aplicables para flexión alrededor de cualquiera de los ejes centroidales y principales, X y Y, de las secciones transversales de las columnas.

Todas las fuerzas internas y, en especial, los momentos en las trabes, deben incrementarse de manera que se satisfaga el equilibrio con los momentos amplificados en las columnas.

1501.5.1.2 Marcos contraventeados. El sistema vertical de contraventeo de una construcción de varios pisos, debe ser adecuado para:

- a. Evitar el pandeo de la estructura bajo cargas verticales de diseño; y

b. Conservar la estabilidad lateral de la estructura, incluyendo los efectos ocasionados por los desplazamientos laterales (efecto $P-\Delta$), bajo cargas verticales y horizontales de diseño.

Si el edificio está provisto de muros de cortante, ligados a los marcos por medio de losas de concreto u otros sistemas de piso de rigidez y resistencia adecuadas, esos muros de cortante forman parte del sistema vertical de contraventeo.

En estructuras diseñadas plásticamente, las fuerzas axiales en los miembros de los marcos contraventeados, producidas por las fuerzas verticales y horizontales de diseño, no deben exceder de $0.85P_y$, donde P_y es el producto del área de la sección transversal del miembro por el esfuerzo de fluencia del acero.

Las vigas incluidas en el sistema vertical de contraventeo se diseñarán como elementos flexocomprimidos, teniendo en cuenta las fuerzas de compresión axial originadas por las cargas horizontales.

1501.5.1.3 Marcos sin contraventeo. La resistencia de los marcos que forman parte de edificios carentes de contraventeo y de muros de cortante se determina con un análisis racional que debe incluir los efectos producidos por desplazamientos laterales de los niveles (efecto $P-\Delta$) y por la deformación axial de las columnas, cuando sea significativa.

Los marcos deben ser estables bajo cargas verticales de diseño y bajo la combinación de éstas y las fuerzas horizontales de diseño.

En estructuras diseñadas plásticamente, la fuerza axial de las columnas, producida por solicitaciones de diseño, no debe exceder de $0.75P_y$.

Cuando en la estructura haya columnas en las que las vigas se apoyen por medio de uniones que no transmitan momento flexionante y que, por consiguiente, no contribuyan a la rigidez lateral del conjunto, el efecto desestabilizador de las cargas verticales que obran sobre ellas se tomará en cuenta al diseñar las columnas de los marcos rígidos.

SECCIÓN 1502 PROPIEDADES GEOMÉTRICAS

1502.1 Áreas de las secciones transversales.

1502.1.1 Generalidades. El área total de un miembro, A_t , es el área completa de su sección trans-

versal, y las áreas netas, A_n , y neta efectiva, A_e , son las que se obtienen al hacer las deducciones que se especifican más adelante. El área total A_t es igual a la suma de los productos del grueso por el ancho de todos los elementos que componen la sección, medidos en un plano perpendicular al eje del miembro.

1502.1.2 Área neta de miembros en tensión. El área neta de un miembro en tensión, A_n , se obtiene sumando los productos del grueso de cada una de las partes que lo componen por su ancho neto, que se determina como sigue:

- En el cálculo del área neta de barras en tensión o en cortante, el ancho de los agujeros para remaches o tornillos se toma 1.5 mm ($\frac{1}{16}$ pulg) mayor que el diámetro nominal del agujero, medido normalmente a la dirección de los esfuerzos.
- Cuando hay varios agujeros en una normal al eje de la pieza, el ancho neto de cada parte de la sección se obtiene restando al ancho total la suma de los anchos de los agujeros.
- Cuando los agujeros están dispuestos en una línea diagonal respecto al eje de la pieza o en zigzag, se deben estudiar todas las trayectorias posibles para determinar a cuál de ellas le corresponde el ancho neto menor, que es el que se utiliza para calcular el área neta. El ancho neto de cada una de las partes que forman la sección, correspondiente a cada trayectoria, se obtiene restando del ancho total la suma de los anchos de todos los agujeros que se encuentran sobre la trayectoria escogida, y sumando para cada espacio entre agujeros la cantidad $s^2/4g$, donde s es la separación longitudinal centro a centro entre los dos agujeros considerados (paso) y g la separación transversal centro a centro entre ellos (gramil).

El ancho total de ángulos se toma igual a la suma de los anchos de las dos alas menos el grueso. La distancia transversal entre agujeros situados en alas opuestas es igual a la suma de los dos gramiles, medidos desde los bordes exteriores del ángulo, menos el grueso de éste.

Al determinar el área neta a través de soldadura de tapón o de ranura no debe tenerse en cuenta el metal de aportación.

1502.1.3 Área neta efectiva de miembros en tensión o compresión. El área neta efectiva de miembros en tensión o compresión se calcula como sigue:

Cuando la carga se transmite directamente a cada una de las partes que componen la sec-

ción transversal del miembro, por medio de remaches, tornillos o soldaduras colocados en toda ellas, en proporción a sus áreas transversales, el área neta efectiva A_e es igual al área neta A_n en miembros en tensión, y el área total A_t en miembros comprimidos.

Cuando la carga se transmite por medio de tornillos o remaches colocados en algunas de las partes que componen la sección, pero no en todas, el área neta efectiva es igual a:

Miembros en tensión:

$$A_e = U A_n \quad (8)$$

Miembros en compresión:

$$A_e = U A_t \quad (9)$$

Cuando la carga se transmite por medio de soldaduras colocadas en algunas de las partes que componen la sección, pero no en todas, el área neta efectiva es igual a:

$$A_e = U A_t \quad (10)$$

donde U es un coeficiente de reducción del área, cuyos valores se indican a continuación; pueden utilizarse valores más grandes cuando se justifiquen con pruebas u otros criterios reconocidos.

$$U = 1 - (\bar{x}/L) \leq 0.9 \quad \text{excepto en los casos indicados más adelante} \quad (11)$$

donde

\bar{x} excentricidad de la conexión (distancia del centroide del miembro al plano en el que se transmite la fuerza cortante; las secciones I o H se tratan como secciones de doble T); y

L longitud de la conexión en la dirección de la carga.

a. Conexiones remachadas o atornilladas

En lugar de los calculados con la ecuación 11, pueden utilizarse los valores de U siguientes:

1. Secciones laminadas o soldadas H o I con patines de ancho no menor que 2/3 del peralte y secciones T estructurales obtenidas de éstas o formadas por dos placas soldadas, conectadas por los patines con tres o más conectores en cada línea en la dirección de los esfuerzos: U=0.90.
2. Secciones laminadas o soldadas H o I que no cumplan las condiciones del inciso anterior,

secciones T estructurales obtenidas de éstas, o formadas por dos placas soldadas, y todas las secciones restantes, incluidas las formadas por varias placas, con tres o más conectores en cada línea en la dirección de los esfuerzos: U=0.85.

3. Todos los miembros que tengan sólo dos conectores en cada línea en la dirección de los esfuerzos: U=0.75.
4. Angulos conectados por una sola ala con
 - Cuatro o más conectores en la dirección de los esfuerzos: U=0.80;
 - Menos de cuatro conectores en la dirección de los esfuerzos: U=0.60.

b. Conexiones soldadas

Cuando la fuerza de tensión o compresión se transmite por medio de soldaduras transversales colocadas en algunas de las partes que componen la sección, pero no en todas, el área neta efectiva es igual al área de los elementos conectados directamente.

Cuando la fuerza de tensión o compresión se transmite a una placa por medio de soldaduras colocadas a lo largo de sus dos bordes longitudinales, en el extremo de la placa,

$$\begin{aligned}
 U &= 1.00, & \text{si } l \geq 2d \\
 U &= 0.87, & \text{si } 2d > l \geq 1.5d \\
 U &= 0.75, & \text{si } 1.5d > l \geq d
 \end{aligned} \quad (12)$$

donde

l longitud de la soldadura, y

d ancho de la placa (distancia entre soldaduras).

1502.1.4 Placas de unión. El diseño de placas que forman parte de juntas soldadas, remachadas o atornilladas, sometidas a tensión, tales como placas laterales en juntas a tope y placas de nudo en armaduras, se debe hacer de acuerdo con la Sección 1501.5.1.

1502.2 Estabilidad y relaciones de esbeltez. En esta sección se especifican requisitos de carácter general para asegurar la estabilidad de la estructura en conjunto y la de cada uno de sus elementos.

1502.2.1 Relaciones de esbeltez. La relación de esbeltez KL/r de los miembros comprimidos axialmente o flexocomprimidos se determina con la longitud efectiva KL y el radio de giro r corres-

pendiente. L es la longitud libre de la columna, entre secciones soportadas lateralmente, y K es el factor de longitud efectiva, que se calcula como se indica más adelante. Debe tenerse cuidado, en todos los casos, de utilizar la relación de esbeltez máxima del miembro, ya que K , L , y r , o cualquiera de esas cantidades, pueden tener varios valores diferentes en un mismo elemento, dependiendo del eje de las secciones transversales alrededor del que se presente el pandeo, de las condiciones en sus extremos y de la manera en que esté soportado lateralmente.

La relación de esbeltez L/r de miembros en tensión se determina con su longitud libre L .

1502.2.2 Factor de longitud efectiva y efectos de esbeltez de conjunto. En la determinación del factor de longitud efectiva K deben considerarse las características generales de la estructura de la que forma parte el miembro que se está diseñando, y tenerse en cuenta las condiciones de sujeción en sus extremos. Se consideran tres casos:

a. Miembros con extremos fijos linealmente

Los efectos de esbeltez son ocasionados por las deformaciones del miembro entre sus extremos. El factor de longitud efectiva K suele tomarse igual a 1.0, pero pueden emplearse valores menores si se justifican con un estudio adecuado que tenga en cuenta las restricciones angulares en los extremos.

Los puntales de contraventeo y las barras comprimidas y flexocomprimidas que forman parte de armaduras se encuentran en este caso.

b. Miembros en los que pueden despreciarse los efectos de esbeltez debidos a desplazamientos lineales de sus extremos.

Estos efectos pueden despreciarse en las columnas de entrepisos de marcos rígidos de cualquier altura que forman parte de estructuras regulares, cuando el índice de estabilidad del entrepiso, I , no excede de 0.08.

El índice de estabilidad de un entrepiso se calcula con la expresión:

$$I = \frac{\sum P_u Q \Delta_{OH}}{(\sum H) L} \quad (13)$$

donde

$\sum P_u$ fuerza vertical de diseño en el entrepiso en consideración (peso de la construcción por encima de él, multiplicado por el factor

de carga correspondiente); incluye cargas muertas y vivas;

Q factor de comportamiento sísmico, definido en el Capítulo 5 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo. En diseño por viento se toma $Q=1.0$;

Δ_{OH} desplazamiento horizontal relativo de primer orden de los niveles que limitan el entrepiso en consideración, en la dirección que se está analizando, producido por las fuerzas de diseño;

$\sum H$ suma de todas las fuerzas horizontales de diseño que obran encima del entrepiso en consideración (fuerza cortante de diseño en el entrepiso, en la dirección que se está analizando); y

L altura del entrepiso.

En el cálculo de los desplazamientos se toma en cuenta la rigidez de todos los elementos que forman parte integrante de la estructura.

Cuando los desplazamientos son producidos por sismo, se determinan multiplicando por el factor Q los causados por las fuerzas sísmicas de diseño reducidas.

Las columnas de edificios regulares rigidizados lateralmente por medio de marcos contraventeados, muros, o una combinación de ambos, y la mayoría de las columnas de marcos rígidos de uno o dos pisos, aunque no tengan muros ni contraventeos, suelen estar en este caso.

En un edificio dado, los efectos de esbeltez producidos por los desplazamientos laterales de los niveles pueden ser despreciables en unos entrepisos y en otros no. El comportamiento puede cambiar también de una a otra dirección de análisis

El factor de longitud efectiva K para pandeo en el plano del marco suele tomarse igual a 1.0, pero pueden emplearse valores menores si se justifican por medio de un estudio adecuado. En el pandeo fuera del plano del marco deben considerarse la longitud libre de la columna y las condiciones de apoyo de sus extremos.

Una estructura sin muros de rigidez ni contraventeos puede tener rigidez propia suficiente para que los efectos de esbeltez debidos a los desplazamientos laterales de sus niveles sean despreciables.

- c. Miembros en los que no pueden despreciarse los efectos de esbeltez debidos a desplazamientos lineales de sus extremos

Estos efectos no pueden despreciarse en las columnas de marcos rígidos que forman parte de estructuras regulares, cuando el índice de estabilidad del entrepiso, I , excede el límite indicado en el Inciso b de la Sección 1502.2.2. Suelen estar en este caso las columnas de edificios de varios pisos cuya estabilidad lateral depende exclusivamente de la rigidez a la flexión de columnas y vigas unidas entre sí por medio de conexiones rígidas.

Los efectos de segundo orden producidos por la interacción de las cargas verticales con los desplazamientos laterales de los entrepisos se evalúan como se indica en la Sección 1501.5.1, y se incluyen en el diseño de columnas y vigas.

Si el índice de estabilidad I es mayor que 0.30 en alguno o algunos de los entrepisos, debe aumentarse la rigidez de la estructura completa, o de parte de ella, para disminuir los desplazamientos Δ_{OH} y reducir el valor de I , en todos los entrepisos, a no más de 0.30.

El factor de longitud efectiva K para pandeo en el plano del marco suele tomarse igual a 1.0, pero pueden emplearse valores menores si se justifican por medio de un estudio adecuado. Para pandeo fuera del plano del marco deben considerarse la longitud libre de la columna y las condiciones de apoyo de sus extremos.

1502.2.3 Relaciones de esbeltez máximas. La relación de esbeltez KL/r de miembros en compresión no debe exceder de 200.

La relación de esbeltez L/r de miembros en tensión puede tener cualquier valor, pero conviene que no pase de 240 en miembros principales, ni de 300 en contraventeos y otros miembros secundarios, especialmente cuando están sometidos a cargas que puedan ocasionar vibraciones.

Si el miembro en tensión es una varilla no se pone límite a su relación de esbeltez, pero se recomienda pretensionarla para evitar vibraciones o deformaciones transversales excesivas.

1502.3 Relaciones ancho/grueso y pandeo local.

1502.3.1 Clasificación de las secciones. Las secciones estructurales se clasifican en cuatro tipos en función de las relaciones ancho/grueso máximas de sus elementos planos que trabajan en compresión axial, en compresión debida a flexión, en flexión o en flexocompresión, y de acuerdo con las condiciones que se especi-

fican más adelante.

Las secciones tipo 1 (secciones para diseño plástico y para diseño sísmico con factores Q de 3 ó 4) pueden alcanzar el momento plástico en vigas, y el momento plástico reducido por compresión en barras flexocomprimidas, y conservarlo durante las rotaciones inelásticas necesarias para la redistribución de momentos en la estructura, y para desarrollar las ductilidades adoptadas en el diseño de estructuras construidas en zonas sísmicas

Las secciones tipo 2 (secciones compactas, para diseño plástico y para diseño sísmico con factores Q no mayores de 2) pueden alcanzar el momento plástico como las secciones tipo 1, pero tienen una capacidad de rotación inelástica limitada, aunque suficiente para ser utilizadas en estructuras diseñadas plásticamente, bajo cargas predominantemente estáticas, y en zonas sísmicas, con factores de comportamiento sísmico reducidos.

Las secciones tipo 3 (secciones no compactas) pueden alcanzar el momento correspondiente a la iniciación del flujo plástico en vigas, o ese momento reducido por compresión en barras flexocomprimidas, pero no tienen capacidad de rotación inelástica.

Las secciones tipo 4 (secciones esbeltas) tienen como estado límite de resistencia el pandeo local de alguno de los elementos planos que las componen.

Para que una sección sea clasificada como tipo 1 ó 2, sus patines deben estar conectados al alma o almas en forma continua; además, las secciones tipo 1 sometidas a flexión deben tener un eje de simetría en el plano del alma, y si trabajan en compresión axial o en flexocompresión han de tener dos ejes de simetría. Las de tipo 2 en flexión deben tener un eje de simetría en el plano de la carga, a menos que en el análisis se incluyan los efectos producidos por la asimetría.

En los miembros sometidos a compresión axial no existe la distinción basada en la capacidad de rotación, por lo que los límites de almas y patines comprimidos axialmente son los mismos para las secciones tipo 1 a 3.

1502.3.2 Relaciones ancho/grueso máximas. Las relaciones ancho/grueso de los elementos planos de los tres primeros tipos de secciones definidos arriba no deben exceder los valores de la Tabla 1502.3.2, lo que asegura que las secciones de los tipos 1 a 3 podrán alcanzar sus estados límite de resistencia sin que se presenten fenómenos pre-

maturos de pandeo local. Las secciones en las que se exceden los límites correspondientes a las de tipo 3 son tipo 4. Para que una sección clasifique en uno de los tipos, todos los elementos planos que la componen deben satisfacer las relaciones ancho/grueso propias de ese tipo.

1502.3.3 Ancho.

1502.3.3.1 Elementos planos no atiesados.

Reciben el nombre de elementos planos no atiesados los que están soportados a lo largo de uno solo de los bordes paralelos a la dirección de la fuerza de compresión. Su ancho se toma igual a:

- En placas, la distancia del borde libre a la primera línea de soldaduras, remaches o tornillos;
- En alas de ángulos, patines de canales y zetas, la dimensión nominal total;
- En almas de tés, el peralte nominal total;
- En patines de secciones I, H y T la mitad de la dimensión nominal total; y
- En perfiles hechos con lámina doblada, la distancia del borde libre a la iniciación de la curva que une el elemento considerado con el resto del perfil.

1502.3.3.2 Elementos planos atiesados. Reciben el nombre de elementos planos atiesados los que están soportados a lo largo de los dos bordes paralelos a la dirección de la fuerza de compresión. Su ancho se toma igual a:

- En almas de secciones laminadas, la distancia libre entre patines menos los radios de las curvas de unión con los patines;
- En patines de secciones en cajón hechas con cuatro placas, la distancia entre líneas adyacentes de soldaduras, remaches o tornillos;
- En patines de secciones laminadas en cajón, la distancia libre entre almas, menos los radios de las dos curvas de unión. Si no se conocen los radios, el ancho total de la sección menos tres veces el grueso de sus paredes;
- En almas de secciones formadas por placas, H, I o en cajón, la distancia entre líneas adyacentes de remaches o tornillos o, en secciones soldadas, la distancia libre entre patines; y
- En almas de secciones de lámina delgada laminadas en caliente o dobladas en frío, la distancia entre las iniciaciones de las curvas de unión con los elementos de soporte. Si no

se conocen los radios de las esquinas, el peralte total de la sección menos tres veces el grueso de sus paredes.

1502.3.4 Grueso. En elementos de grueso uniforme, se toma igual al valor nominal. En patines de espesor variable se toma el grueso nominal medido a la mitad de la distancia entre el borde y la cara del alma.

1502.3.5 Secciones circulares huecas. En secciones circulares huecas la relación ancho/grueso se sustituye por el cociente del diámetro exterior entre el grueso de la pared.

1502.3.6 Secciones tipo 4 (esbeltas). En la determinación de las propiedades geométricas necesarias para calcular la resistencia de diseño de miembros estructurales que contienen elementos planos comprimidos de relación ancho/grueso mayor que el límite correspondiente a secciones tipo 3, deben utilizarse anchos efectivos reducidos b_e , que se calculan como se indica en las secciones siguientes.

1502.3.6.1 Anchos efectivos de elementos planos atiesados comprimidos uniformemente.

Los anchos efectivos, b_e , de elementos planos atiesados comprimidos uniformemente, se determinan con las expresiones:

$$b_e = b \quad \text{si } \lambda \leq 0.673 \quad (14)$$

$$b_e = \rho b \quad \text{si } \lambda > 0.673 \quad (15)$$

donde

$$\rho = (1 - 0.22/\lambda) / \lambda \quad (16)$$

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{k}} \left(\frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (17)$$

b ancho total del elemento plano;

t grueso del elemento plano; y

k coeficiente de pandeo de placas igual a 4.0 para elementos atiesados soportados por un alma en cada borde longitudinal.

Para placas que formen parte de miembros en compresión

f se toma igual a F_{nr} que es el esfuerzo crítico de pandeo nominal del miembro completo, ver Sección 1503.2.2.3.

1502.3.6.2 Anchos efectivos de elementos planos no atiesados comprimidos uniformemente.

Los anchos efectivos, b_e , de elementos planos no atiesados comprimidos uniformemente se determinan con las ecuaciones 14 a 17, haciendo $k=0.43$ en la ecuación 17.

TABLA 1502.3.2 VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE LAS RELACIONES ANCHO/GRUESO

Descripción del elemento	Clasificación de las secciones		
	Tipo 1 (Diseño plástico y diseño sísmico con Q = 3 ó 4)	Tipo 2 Compactas (Diseño plástico y diseño sísmico con Q ≤ 2)	Tipo 3 No Compactas
Alas de ángulos sencillos y de ángulos dobles con separadores, en compresión; elementos comprimidos soportados a lo largo de uno solo de los bordes longitudinales	---	---	$0.45 \sqrt{E/F_y}$
Atiesadores de travesaños armados, soportados a lo largo de un solo borde longitudinal	---	---	$0.56 \sqrt{E/F_y}$
Almas de secciones T	---	$0.38 \sqrt{E/F_y}$	$0.77 \sqrt{E/F_y}$
Patines de secciones I, H o T, en flexión	$0.32 \sqrt{E/F_y}$	$0.38 \sqrt{E/F_y}$	$0.58 \sqrt{E/F_y}$
Patines de secciones I o H, en compresión pura; placas que sobresalen de miembros comprimidos ¹	$0.58 \sqrt{E/F_y}$	$0.58 \sqrt{E/F_y}$	$0.58 \sqrt{E/F_y}$
Patines de canales	---	---	$0.58 \sqrt{E/F_y}$
Patines de secciones en cajón, laminadas o soldadas, en flexión; cubreplacas entre líneas de remaches, tornillos o soldaduras, atiesadores soportados a lo largo de los dos bordes paralelos a la fuerza	$1.12 \sqrt{E/F_y}$	$1.12 \sqrt{E/F_y}$	$1.47 \sqrt{E/F_y}$
Almas de secciones I o H y placas de secciones en cajón, en compresión pura ¹	$1.47 \sqrt{E/F_y}$	$1.47 \sqrt{E/F_y}$	$1.47 \sqrt{E/F_y}$
Almas en flexión	$2.45 \sqrt{E/F_y}$	$3.71 \sqrt{E/F_y}$	$5.60 \sqrt{E/F_y}$
Almas flexocomprimidas ²	$2.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left(1 - 0.4 \frac{P_u}{P_y} \right)$	$3.75 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left(1 - 0.6 \frac{P_u}{P_y} \right)$	$5.6 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left(1 - 0.74 \frac{P_u}{P_y} \right)$
Secciones circulares huecas en compresión axial ³	0.065E/F _y	0.090E/F _y	0.115E/F _y
Secciones circulares huecas en flexión	0.045E/F _y	0.071E/F _y	0.309E/F _y

1 En miembros sometidos a compresión axial no existe la distinción basada en capacidad de rotación, por lo que los límites de almas y patines de perfiles comprimidos axialmente son los mismos para las secciones tipo 1 a 3;

2 P_u fuerza axial de diseño;

3 Ver Sección 1502.3.5.

SECCIÓN 1503 REVISIÓN DE ELEMENTOS COMUNES DE ACERO

En esta sección se proporcionan fórmulas y recomendaciones para determinar la resistencia de diseño de miembros de acero estructural y de miembros compuestos, formados por perfiles de acero que trabajan en conjunto con elementos de concreto reforzado o con recubrimientos o rellenos de este material, sometidos a las solicitaciones más comunes en las estructuras.

1503.1 Miembros en tensión. Se refiere a miembros prismáticos sujetos a tensión axial producida por fuerzas que actúan a lo largo de su eje centroidal. Cuando haya excentricidades importantes en las conexiones, sus efectos deben tenerse en cuenta en el diseño del miembro.

Cuando se espere que el elemento estructural en estudio vaya a quedar sometido durante su vida útil a un número muy elevado de ciclos de carga, en el cálculo de su resistencia se debe tener en cuenta la posibilidad de una falla por fatiga.

1503.1.1 Estados límite. En el diseño de miembros en tensión se consideran los estados límite de flujo plástico en la sección total y de fractura en el área neta.

1503.1.2 Resistencia de diseño. La resistencia de diseño R_t de un elemento estructural en tensión es la menor de las calculadas con alguna de las ecuaciones 18 y 19.

a. Estado límite de flujo plástico en la sección total:

$$R_t = A_t F_y F_R \quad (18)$$

donde

F_R factor de resistencia, igual a 0.9.

b. Estado límite de fractura en la sección neta:

$$R_t = A_e F_u F_R \quad (19)$$

donde

F_R factor de resistencia, igual a 0.75.

A_t área total de la sección transversal del miembro;

A_e área neta efectiva

F_y valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del material; y

F_u esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión.

En miembros sin agujeros, conectados por medio de soldaduras colocadas en todas las partes que

componen su sección transversal, en proporción a sus áreas, el área neta efectiva de la ecuación 19 es igual al área total.

1503.2 Miembros en compresión. Esta sección se refiere a miembros prismáticos sometidos a compresión axial producida por fuerzas que actúan a lo largo de sus ejes centroidales.

1503.2.1 Estados límite. En el diseño de miembros comprimidos hechos con secciones tipo 1, 2 ó 3 con dos ejes de simetría, en cajón, o de cualquier otra forma, para los que pueda demostrarse que no es crítico el pandeo por torsión o flexotorsión, se considera el estado límite de inestabilidad por flexión. En columnas de sección transversal con uno o ningún eje de simetría, como ángulos o térs, o con dos ejes de simetría, pero baja rigidez torsional, como las secciones en forma de cruz o formadas por placas de pequeño espesor, se debe tener en cuenta, además, los estados límite de pandeo por torsión y por flexotorsión. En secciones tipo 4 se consideran los estados límite combinados de flexión, torsión o flexocompresión y pandeo local.

En columnas compuestas, del tipo de las formadas por cuatro ángulos ligados entre sí por celosías, se consideran los estados límite del miembro completo y de cada uno de los elementos comprimidos que lo forman.

1503.2.2 Resistencia de diseño. La resistencia de diseño R_c de un elemento estructural de eje recto y de sección transversal constante sometido a compresión axial se determina como se indica a continuación. En cada caso particular deben revisarse todos los estados límite pertinentes para identificar el crítico, al que corresponde la resistencia de diseño.

1503.2.2.1 Estado límite de inestabilidad por flexión.

a) Miembros de sección transversal H, I o rectangular hueca

$$R_c = \frac{F_y}{(1 + \lambda^{2n} - 0.15^{2n})^{1/n}} A_t F_R \leq F_y A_t F_R \quad (20)$$

donde

F_R factor de resistencia, igual a 0.9;

A_t área total de la sección transversal de la columna;

F_y valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del material; y

λ parámetro de esbeltez, que vale

$$\lambda = \frac{KL}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 E}} \quad (21)$$

donde KL/r es la relación de esbeltez efectiva máxima de la columna; y

n coeficiente adimensional, que tiene alguno de los valores siguientes:

1. Columnas de sección transversal H o I, laminadas y flexionadas alrededor de cualquiera de sus ejes de simetría, o hechas con tres placas soldadas obtenidas cortándolas con oxígeno de placas más anchas, flexionadas alrededor del eje de mayor momento de inercia, de acero con límite de fluencia no menor de 414 MPa (4220 kg/cm²) y con patines de no más de 50 mm de grueso, columnas de sección transversal rectangular hueca, laminadas en caliente o formadas en frío y tratadas térmicamente, o hechas con cuatro placas soldadas, de acero con límite de fluencia no menor de 414 MPa (4220 kg/cm²), y todos los perfiles con dos ejes de simetría relevados de esfuerzos, que cumplen con los requisitos de las secciones 1, 2 ó 3 de la Sección 1502.3.1: $n=2.0$.

2. Columnas de sección transversal H o I, laminadas o hechas con tres placas soldadas obtenidas cortándolas con oxígeno de placas más anchas, y columnas de sección transversal rectangular hueca, laminadas o hechas con cuatro placas soldadas, que cumplen con los requisitos de las secciones tipo 1, 2 ó 3 de la Sección 1502.3.1: $n=1.4$.

3. Columnas de sección transversal H o I, hechas con tres placas laminadas soldadas entre sí, que cumplen con los requisitos de las secciones tipo 1, 2 ó 3 de la Sección 1503.3.1: $n=1.0$.

b. Miembros cuya sección transversal tiene una forma cualquiera, no incluida en el Inciso a de esta sección:

R_c se calcula con la ecuación 20, con $n=1.4$; y

R_f factor de resistencia, igual a 0.9;

1503.2.2.2 Estados límite de pandeo por torsión o por flexotorsión. Los estados límite de pandeo por torsión o por flexotorsión deben

revisarse en miembros comprimidos de sección transversal con uno o ningún eje de simetría, tales como ángulos y tés, o con dos ejes de simetría pero muy baja rigidez torsional, como las secciones en forma de cruz y las hechas con placas muy delgadas.

Cuando la sección transversal de la columna es tipo 1, 2 ó 3, la resistencia de diseño, R_c , se determina con la ecuación 20, con $n=1.4$ y $F_R=0.85$, sustituyendo λ por λ_e , dada por

$$\lambda_e = \sqrt{\frac{F_y}{F_e}} \quad (22)$$

donde F_e es el menor de los esfuerzos críticos de pandeo elástico por torsión o flexotorsión; se determina de acuerdo con los Incisos a al c de esta sección.

a. Columnas de sección transversal con dos ejes de simetría:

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 E C_a}{(K_z L_z)^2} + G J \right] \frac{1}{I_x + I_y} \quad (23)$$

b. Columnas de sección transversal con un eje de simetría:

$$F_e = \frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 F_{ey} F_{ez} H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right] \quad (24)$$

En esta ecuación se ha supuesto que el eje de simetría es el Y; cuando sea el X, se deben hacer los cambios de subíndices apropiados.

c. Columnas cuyas secciones transversales no tienen ningún eje de simetría:

F_e es la menor de las raíces de la ecuación cúbica:

$$(Fe - Fex)(Fe - Fey)(Fe - Fez)$$

$$-Fe^2 (Fe - Fey) \left(\frac{x_o}{r_o} \right)^2 - Fe^2 (Fe - Fex) \left(\frac{y_o}{r_o} \right)^2 = 0 \quad (25)$$

donde

$$r_o^2 = x_o^2 + y_o^2 + \frac{I_x + I_y}{A} \quad (26)$$

$$H = 1 - \left(\frac{x_o^2 + y_o^2}{r_o^2} \right) \quad (27)$$

$$F_{ex} = \frac{\pi^2 E}{(K_x L_x / r_x)^2} \quad (28)$$

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 E}{(K_y L_y / r_y)^2} \quad (29)$$

$$F_{ez} = \left[G J + \frac{\pi^2 E C_a}{(K_z L_z)^2} \right] \frac{1}{A r_o^2} \quad (30)$$

F_{ex} y F_{ey} se calculan respecto a los ejes centroidales y principales.

Las literales que aparecen en las ecuaciones 23 a 30 tienen los significados siguientes:

E módulo de elasticidad;

G módulo de elasticidad al esfuerzo cortante;

J constante de torsión de Saint Venant;

C_a constante de torsión por alabeo;

I_x, I_y momentos de inercia de la sección transversal de la columna alrededor de cada uno de sus ejes centroidales y principales X y Y;

L_x, L_y, L_z longitudes libres para pandeo por flexión alrededor de los ejes X y Y y para pandeo por torsión;

K_x, K_y, K_z factores de longitud efectiva para pandeo por flexión alrededor de los ejes X y Y y para pandeo por torsión;

x_o, y_o coordenadas del centro de torsión con respecto a un sistema de ejes centroidales y principales;

r_x, r_y radios de giro de la sección transversal de la columna respecto a los ejes centroidales y principales X y Y; y

r_o radio polar de giro de la sección transversal respecto al centro de torsión.

1503.2.2.3 Estados límite de flexión, torsión o flexotorsión, y pandeo local, combinados.

Cuando la sección transversal de la columna es tipo 4, la resistencia de diseño R_c se determina,

cualquiera que sea la forma de la sección, pero siempre que esté formada por elementos planos, con la ecuación 3.3, con $n=1.4$ y $F_R=0.85$, sustituyendo l por le (ec. 3.5), y A_t por A_e , que es el área efectiva correspondiente al esfuerzo F_n . Se determina de acuerdo con las Secciones 1502.3.6.1 y 1502.3.6.2.

$$F_n = \frac{F_y}{(1 + \lambda_e^{2.8} - 0.15^{2.8})^{1/1.4}} \quad (31)$$

donde F_e tiene alguno de los valores siguientes:

a. Columnas de sección transversal con dos ejes de simetría, en cajón, o cualquier otra sección para la que pueda demostrarse que el pandeo por torsión o flexotorsión no es crítico:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \quad (32)$$

b. Columnas de sección transversal con dos ejes de simetría, sujetas a pandeo por torsión:

F_e es el menor de los valores calculados con las ecuaciones 23 y 32.

c. Columnas de sección transversal con un eje de simetría, sujetas a pandeo por flexotorsión:

F_e es el menor de los valores calculados con las ecuaciones 24 y 32.

d. Columnas cuyas secciones transversales no tienen ningún eje de simetría:

F_e se calcula con la ecuación 25.

En la determinación de F_e se utilizan los radios de giro de la sección transversal completa.

1503.2.3 Columnas tubulares de sección transversal circular. La resistencia de diseño de columnas de sección transversal circular hueca, de paredes delgadas, sometidas a compresión axial, cuyas relaciones diámetro exterior/grueso de pared (D/t) son mayores que $0.115E/F_y$, pero no exceden de $0.448E/F_y$, se calcula como se indica en la Sección 1503.2.2.3, tomando para F_e el valor dado por la ecuación 32 (en secciones circulares huecas no es crítico el pandeo por torsión o flexo-compresión), y determinando A_e como sigue:

$$A_e = [1 - (1 - R^2)(1 - A_o/A_t)] A_t \quad (33)$$

$$R = \sqrt{F_y / 2F_e} \quad (34)$$

$$A_o = \left[\frac{0.037 E}{F_y (D/t)} + \frac{2}{3} \right] A_t \quad (35)$$

donde

D diámetro exterior de la sección;

t grueso de la pared; y

A_t área total, no reducida, de su sección transversal.

1503.3 Miembros en flexión (vigas y trabes armadas). Esta sección es aplicable a vigas laminadas, vigas formadas con lámina delgada¹ y trabes hechas con placas soldadas, de sección I o en cajón, con dos ejes de simetría, cargadas en uno de los planos de simetría, y a canales con las cargas situadas en un plano paralelo al alma que pasa por el centro de torsión o restringidas contra la rotación alrededor del eje longitudinal en las secciones en las que están aplicadas las cargas y en los apoyos. También es aplicable a barras de sección transversal maciza, circular, cuadrada o rectangular, estas últimas flexionadas alrededor de su eje de menor momento de inercia, y a barras de sección transversal circular hueca. Todos los elementos mencionados trabajan principalmente en flexión, producida por cargas transversales o por momentos aplicados en sus extremos; la flexión se presenta, casi siempre, acompañada por fuerzas cortantes.

1503.3.1 Estados límite. En el diseño de miembros en flexión deben considerarse los estados límite de falla siguientes:

- Formación de un mecanismo con articulaciones plásticas;
- Agotamiento de la resistencia a la flexión en la sección crítica, en miembros que no admiten redistribución de momentos;
- Iniciación del flujo plástico en la sección crítica;
- Pandeo lateral por flexotorsión;
- Pandeo local del patín comprimido;
- Pandeo local del alma, producido por flexión;
- Plastificación del alma por cortante;
- Pandeo local del alma por cortante;
- Tensión diagonal en el alma;

¹ Los perfiles de lámina delgada doblados en frío tienen algunas características que no se incluyen en estas Normas.

j) Flexión y fuerza cortante combinadas;

k. Otras formas de pandeo del alma, producidas por fuerzas transversales; y

l. Fatiga.

Además, deben considerarse también estados límite de servicio, de deformaciones y de vibraciones excesivas.

1503.3.2 Resistencia de diseño en flexión. La resistencia de diseño en flexión, M_R , de una viga o trabe de eje recto y sección transversal constante se determina como se indica en los incisos siguientes.

1503.3.2.1 Miembros en los que el pandeo lateral no es crítico ($L \leq L_u$).

Cuando el sistema de piso proporciona soporte lateral al patín superior de las vigas, debe tenerse en cuenta que en algunos tramos el patín comprimido es el inferior. Este punto puede ser de especial importancia en diseño sísmico.

La resistencia de diseño de miembros en flexión cuyo patín comprimido está soportado lateralmente en forma continua, o está provisto de soportes laterales con separación L no mayor que L_u , es igual a:

a. Para secciones tipo 1 ó 2

$$M_R = F_R Z F_y = F_R M_p \leq F_R (1.5 M_y) \quad (36)$$

donde

Z módulo de sección plástico; y

$M_p = Z F_y$ momento plástico resistente nominal de la sección en consideración.

b. Para secciones tipo 3

$$M_R = F_R S F_y = F_R M_y \quad (37)$$

donde

S módulo de sección elástico;

$M_y = S F_y$ momento nominal correspondiente a la iniciación de la fluencia (sin considerar esfuerzos residuales), en la sección en consideración;

L distancia entre secciones de la viga soportadas lateralmente de manera adecuada; y

L_u longitud máxima no soportada lateralmente para la que el miembro puede desarrollar todavía el momento plástico M_p ; no se exige capacidad de rotación.

L_u se calcula con la ecuación 42 ó 46.

En secciones I o H cuyos patines tienen relaciones ancho/grueso comprendidas entre las correspondientes a secciones tipo 2 y 3, flexionadas alrededor de cualquiera de sus ejes centroidales y principales, puede tomarse un valor de M_R comprendido entre $F_R M_p$ y $F_R M_y$ calculado por interpolación lineal, teniendo en cuenta que esos valores corresponden, respectivamente, a relaciones

ancho/grueso de los patines de $0.38 \sqrt{E/F_y}$ y $0.58 \sqrt{E/F_y}$.

Si la flexión es alrededor del eje de mayor momento de inercia se comprobará que la relación ancho/grueso del alma no excede de la que corresponde al valor calculado de M_R para lo que se interpolará linealmente entre las relaciones

$3.71 \sqrt{E/F_y}$ y $5.60 \sqrt{E/F_y}$, correspondientes a $F_R M_p$ y $F_R M_y$ respectivamente.

No hay límites en la longitud sin soporte lateral, en secciones tipo 1, 2 ó 3, cuando la sección transversal es circular o cuadrada, hueca o maciza, o cuando la viga, cualquiera que sea la forma de su sección transversal, se flexiona alrededor del eje de menor momento de inercia. Por consiguiente, en estos casos la resistencia de diseño se determina con las ecuaciones 36 o 37.

c. Para secciones tipo 4

Cuando tanto el alma como el patín comprimido corresponden al tipo 4, de acuerdo con las Secciones 1502.3.1 y 1502.3.2, el valor de M_R se determina con los criterios para diseño de perfiles de lámina delgada doblados en frío. No se incluyen en estas Normas.

Cuando los patines cumplen los requisitos de las secciones tipo 1, 2 ó 3 y las almas son tipo 4, el valor de M_R se obtiene de acuerdo con la sección 4.5.8 de las NTC.

Cuando las almas cumplen los requisitos de las secciones tipo 1, 2 ó 3, y los patines son tipo 4:

$$M_R = F_R S_e F_y \quad (38)$$

donde S_e , que es el módulo de sección elástico efectivo del elemento, se calcula con el ancho

efectivo del patín comprimido determinado de acuerdo con la Sección 1502.3.6, en vez del ancho total. El módulo de sección de perfiles simétricos respecto al eje de flexión puede calcularse, conservadoramente, utilizando el mismo ancho efectivo en el patín en tensión.

Como una alternativa, S_e puede determinarse

usando un ancho efectivo de $1.47t \sqrt{E/F_y}$ en patines soportados a lo largo de sus dos bordes para

ellos a la dirección del esfuerzo, y de $0.58t \sqrt{E/F_y}$ cuando sólo está apoyado uno de los bordes; en este último caso, b/t no debe exceder de 60.

En las ecuaciones 36 a 38, F_R se toma igual a 0.9.

1503.3.2.2 Miembros en los que el pandeo lateral es crítico ($L > L_u$)

La resistencia de diseño de miembros en flexión cuyas secciones transversales están provistas de soportes laterales con separaciones mayores que L_u , es igual a:

a. Para secciones tipo 1 ó 2 con dos ejes de simetría, flexionadas alrededor del eje de mayor momento de inercia:

$$\begin{aligned} & \text{Si } M_u > \frac{2}{3} M_p \\ & M_R = 1.15 F_R M_p \left(1 - \frac{0.28 M_p}{M_u} \right) \leq F_R M_p \quad (39) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Si } M_u \leq \frac{2}{3} M_p \\ & M_R = F_R M_u \quad (40) \end{aligned}$$

En vigas de sección transversal I o H, laminadas o hechas con tres placas soldadas, M_u , momento resistente nominal de la sección, cuando el pandeo lateral se inicia en el intervalo elástico, es igual a:

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{\pi E}{C L} \sqrt{E I_y G J + \left(\frac{\pi E}{L} \right)^2 I_y C_a} \\ &= \frac{\pi E}{C L} \sqrt{I_y \left[\frac{J}{2.6} + \left(\frac{\pi}{L} \right)^2 C_a \right]} \quad (41) \end{aligned}$$

donde:

F_R factor de resistencia, igual a 0.9;

I_y momento de inercia respecto al eje de simetría situado en el plano del alma;

J constante de torsión de Saint Venant; y

C_a constante de torsión por alabeo de la sección.

C que puede tomarse conservadoramente igual a la unidad, está dado por:

$C=0.60+0.40M_1/M_2$ para tramos que se flexionan en curvatura simple.

$C=0.60-0.40M_1/M_2$ pero no menor que 0.4, para tramos que se flexionan en curvatura doble.

$C=1.0$ cuando el momento flexionante en cualquier sección dentro del tramo no soportado lateralmente es mayor que M_2 , o cuando el patín no está soportado lateralmente de manera efectiva en uno de los extremos del tramo.

M_1 y M_2 son, respectivamente, el menor y el mayor de los momentos en los extremos del tramo en estudio, tomados en valor absoluto.

En miembros de sección transversal en cajón (rectangular hueca) se toma $C_a=0$.

L_u se ha definido con anterioridad, y L_r es la longitud que separa los intervalos de aplicación de las ecuaciones 39 y 40 (la ecuación 39 es válida para $L \leq L_r$ y la 40 para $L > L_r$).

L_u y L_r se calculan con las expresiones siguientes:

1. Miembros de sección transversal I

$$L_u = \frac{\sqrt{2} \pi}{X_u} \sqrt{\frac{EC_a}{GJ}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_u^2}} \quad (42)$$

$$L_r = \frac{\sqrt{2} \pi}{X_r} \sqrt{\frac{EC_a}{GJ}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_r^2}} \quad (43)$$

donde

E módulo de elasticidad del acero, igual a 200000 MPa (2040000 kg/cm²); y

G módulo de elasticidad al esfuerzo cortante, igual a 77200 MPa (784000 kg/cm²).

En las ecuaciones anteriores

$$X_u = 4.293 C \frac{Z F_y}{GJ} \sqrt{\frac{C_a}{I_y}} = 3.220 X_r \quad (44)$$

$$X_r = \frac{4}{3} C \frac{Z F_y}{GJ} \sqrt{\frac{C_a}{I_y}} \quad (45)$$

2. Miembros de sección transversal rectangular, maciza o hueca:

$$L_u = 0.91 \frac{E}{C Z F_y} \sqrt{I_y J} \quad (46)$$

$$L_r = 2.92 \frac{E}{C Z F_y} \sqrt{I_y J} = 3.22 L_u \quad (47)$$

Las ecuaciones 39 y 40 pueden utilizarse sin calcular las longitudes características L_u y L_r .

b. Para secciones tipo 3 ó 4 con dos ejes de simetría y para canales en las que está impedida la rotación alrededor del eje longitudinal, flexionadas alrededor del eje de mayor momento de inercia:

Si $M_u > \frac{2}{3} M_y$

$$M_R = 1.15 F_R M_y \left(1 - \frac{0.28 M_y}{M_u} \right) \quad (48)$$

pero no mayor que $F_R M_y$ para secciones tipo 3 ni que el valor dado por la ecuación 38 cuando las almas cumplen los requisitos de las secciones 1, 2 ó 3 y los patines son tipo 4.

Si $M_u \leq \frac{2}{3} M_y$

$$M_R = F_R M_u \quad (49)$$

M_u se calcula con la ecuación 41, que es también aplicable para canales, haciendo igual a cero el segundo término contenido en el radical.

Los límites de aplicación de las diversas ecuaciones se determinan también con las ecuaciones 42

y 43, pero al calcular X_u y X_r y al aplicar las ecuaciones 46 y 47 a miembros de sección transversal rectangular hueca debe substituirse Z por S .

Cuando los patines cumplen los requisitos de las secciones tipo 1, 2 ó 3 y las almas son tipo 4, el momento resistente de diseño no debe exceder el valor obtenido de acuerdo con la sección 4.5.8 de las NTC.

En miembros de sección transversal en cajón (rectangular hueca) se toma $C_a=0$.

Puede utilizarse la teoría plástica cuando las secciones son tipo 1 ó 2 y la distancia entre secciones transversales soportadas lateralmente de manera adecuada no excede de L_p en zonas de formación de articulaciones plásticas asociadas con el mecanismo de colapso.

L_p es la longitud máxima no soportada lateralmente para la que el miembro puede desarrollar todavía el momento plástico M_p y conservarlo durante las rotaciones necesarias para la formación del mecanismo de colapso.

Se calcula como sigue:

Secciones I

$$L_p = \left[0.12 + 0.076 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \quad (50)$$

Secciones rectangulares, macizas o en cajón

$$L_p = \left[0.17 + 0.10 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \geq 0.1 \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \quad (51)$$

En la región adyacente a la última articulación plástica, y en zonas que se conserven en el intervalo elástico al formarse el mecanismo de colapso, la separación entre secciones no soportadas lateralmente debe ser tal que se cumplan los requisitos de las Secciones 1503.3.3.1 ó 1503.3.3.2 en vigas y de la Sección 1503.4 en columnas.

En las expresiones anteriores

M_2 mayor de los momentos en los extremos del tramo no soportado lateralmente; es con frecuencia el momento plástico resistente del miembro en estudio;

M_1 menor de los momentos en los extremos del tramo no soportado lateralmente; y

r_y radio de giro alrededor del eje de menor momento de inercia.

El cociente M_1/M_2 es positivo cuando el segmento de viga entre puntos soportados lateralmente se flexiona en curvatura doble, y negativo cuando lo hace en curvatura simple.

Deben soportarse lateralmente todas las secciones en que aparezcan articulaciones plásticas asociadas con el mecanismo de colapso.

1503.3.2.3 Vigas tubulares de sección transversal circular. La resistencia de diseño de miembros en flexión de sección transversal circular hueca se determina como sigue:

Si $D/t \leq 0.071E/F_y$ (para diseño plástico este límite se reduce a $0.0448E/F_y$),

$$M_R = F_R M_p = F_R Z F_y \quad (52)$$

Si $0.071E/F_y < D/t \leq 0.309E/F_y$

$$M_R = F_R \left(1 + \frac{0.0207}{D/t} \frac{E}{F_y} \right) S F_y \quad (53)$$

Si $0.309E/F_y < D/t \leq 0.448E/F_y$

$$M_R = F_R \frac{0.330 E}{D/t} S \quad (54)$$

donde

S módulo de sección elástico de la sección transversal completa; y

F_R factor de resistencia, igual a 0.9, en todos los casos.

No se admiten relaciones D/t mayores que $0.448E/F_y$.

1503.3.3 Resistencia de diseño al cortante. Esta sección se aplica al alma (o almas, en el caso de miembros de alma múltiple, como las secciones en cajón) de vigas y traveses de sección transversal con dos ejes de simetría, sometidas a fuerzas cortantes alojadas en uno de los planos de simetría, que coincide con el alma cuando ésta es única o es paralelo a ellas en miembros con más de un alma, cuando el diseño queda regido por alguno de los estados límite de resistencia al cortante.

La resistencia de diseño al cortante, V_R , de una viga o trabe de eje recto y sección transversal constante, de sección I, C o en cajón es

$$V_R = V_N F_R \quad (55)$$

donde

F_R factor de resistencia, igual a 0.9; y

V_N es la resistencia nominal, que se determina como se indica a continuación.

Al evaluar V_N se debe tener en cuenta si la sección tiene una o más almas.

h es el peralte del alma; se toma igual a la distancia libre entre patines en secciones hechas con placas soldadas, y a la distancia entre los puntos donde comienzan las curvas de unión de alma y patines en secciones laminadas.

a. Si $\frac{h}{t} \leq 0.98 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}}$

$$V_N = 0.66 F_y A_a \quad (56)$$

El alma falla por cortante en el intervalo de endurecimiento por deformación.

b. Si $0.98 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}} < \frac{h}{t} \leq 1.12 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}}$

$$V_N = \frac{0.65 \sqrt{E F_y k}}{h/t} A_a \quad (57)$$

La falla es por plastificación del alma por cortante.

c. Si $1.12 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}} < \frac{h}{t} \leq 1.40 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}}$ se consideran dos casos:

1. Estado límite de iniciación del pandeo del alma

$$1.12 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}} < \frac{h}{t} \leq 1.40 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}} \quad (58)$$

2. Estado límite de falla por tensión diagonal

$$= \left[\frac{0.65 \sqrt{E F_y k}}{h/t} \left(1 - \frac{0.870}{\sqrt{1+(a/h)^2}} \right) + \frac{0.50 F_y}{\sqrt{1+(a/h)^2}} \right] A_a \quad (59)$$

$$1.40 \sqrt{\frac{Ek}{F_y}} < \frac{h}{t}$$

d. Si se consideran dos casos:

1. Estado límite de iniciación del pandeo del alma

$$V_N = \frac{0.905 Ek}{(h/t)^2} A_a \quad (60)$$

2. Estado límite de falla por tensión diagonal

$$V_N = \left[\frac{0.905 Ek}{(h/t)^2} \left(1 - \frac{0.870}{\sqrt{1+(a/h)^2}} \right) + \frac{0.50 F_y}{\sqrt{1+(a/h)^2}} \right] A_a \quad (61)$$

Para que pueda tomarse como estado límite la falla por tensión diagonal (ecuaciones 59 y 61) la sección debe tener una sola alma (secciones laminadas o formadas por placas) y estar reforzada con atiesadores transversales, diseñados de acuerdo con la sección 4.5.7. Además, a/h no debe exceder de 3.0 ni de $[260/(h/t)]^2$.

En las expresiones anteriores:

A_a área del alma, igual al producto de su grueso, t , por el peralte total de la sección, d ;

h peralte del alma;

t grueso del alma;

a separación entre atiesadores transversales; y

k coeficiente sin dimensiones, que se calcula con la ecuación 62.

$$k = 5.0 + \frac{5.0}{(a/h)^2} \quad (62)$$

k se toma igual a 5.0 cuando la relación a/h es mayor que 3.0 o que $[260/(h/t)]^2$, y cuando no se emplean atiesadores. En almas no atiesadas h/t no debe exceder de 260.

En estructuras diseñadas plásticamente la resistencia de diseño al cortante de las vigas es

$$V_R = 0.55 F_R A_a F_y \quad (63)$$

donde F_R se toma igual a 0.9.

Cuando la sección tiene dos o más almas, A_a es la suma de las áreas de todas ellas.

1503.3.3.1 Vigas tubulares de sección transversal circular. La resistencia de diseño al cortante de miembros de sección transversal circular hueca es

$$V_R = V_N F_R \quad (64)$$

donde F_R se toma igual a 0.9 y V_N es la resistencia nominal, que se calcula como sigue

$$\text{Si } \frac{a}{D} \leq \frac{3.2 (E / F_y)^2}{(D/t)^{2.5}} \quad \text{y } D/t \leq 0.309E/F_y$$

$$V_N = 0.3A F_y \quad (65)$$

donde

- A área total de la sección transversal del miembro; y
- a longitud del tramo de viga con fuerza cortante constante o casi constante.

1503.3.3.4 Flexión y cortante, combinados. En vigas con almas no reforzadas, debe satisfacerse la condición

$$\frac{M_D}{M_R} + \frac{V_D}{V_R} \leq 1.0 \quad (66)$$

Cuando se necesitan atiesadores transversales en vigas de sección I cuya alma se ha diseñado tomando en cuenta la contribución del campo de tensión diagonal, y V_D y M_D están comprendidos entre los límites

$$0.6V_R \leq V_D \leq V_R \quad \text{y} \quad 0.75M_R \leq M_D \leq M_R$$

debe cumplirse la condición

$$0.727 \frac{M_D}{M_R} + 0.455 \frac{V_D}{V_R} \leq 1.0 \quad (67)$$

donde

M_R resistencia de diseño en flexión, calculada de acuerdo con las secciones 1503.3.2.1 ó 1503.3.2.2;

V_R resistencia de diseño al cortante, sección 1503.3.3.3; y

M_D y V_D momento flexionante y fuerza cortante de diseño, respectivamente.

1503.4 Miembros flexocomprimidos. En esta sección se trata el diseño de miembros de eje recto y sección transversal constante, con dos ejes de simetría, sujetos a compresión y a flexión producida por momentos que obran alrededor de uno o de los dos ejes de simetría. Se designan, indistintamente, con las palabras “columna” o “elemento flexocomprimido”.

Para los fines de esta sección, las estructuras de las que forman parte los miembros flexocomprimidos se clasifican en “regulares” e “irregulares”.

Una estructura “regular” se caracteriza porque está formada por un conjunto de marcos planos, que son parte de dos familias, frecuentemente perpendiculares entre sí, provistos o no de contraventeo vertical, con o sin muros de rigidez, paralelos o casi paralelos, ligados entre sí, en todos los niveles, por sistemas de piso de resistencia y rigidez suficientes para obligar a que todos los marcos y muros trabajen en conjunto para soportar las fuerzas laterales, producidas por viento o sismo, y para proporcionar a la estructura la rigidez lateral necesaria para evitar problemas de pandeo de conjunto bajo cargas verticales y de inestabilidad bajo acciones verticales y horizontales combinadas. Además, todos los marcos planos deben tener características geométricas semejantes y todas las columnas de cada entrepiso deben ser de la misma altura, aunque ésta varíe de un entrepiso a otro.

Una estructura se considera “irregular” cuando los elementos que la componen no constituyen marcos planos, cuando éstos no pueden considerarse paralelos entre sí, cuando los sistemas de piso no tienen resistencia o rigidez adecuada, cuando zonas importantes de los entrepisos carecen de diafragmas horizontales, cuando la geometría de los marcos planos difiere substancialmente de unos a otros, cuando las alturas de las columnas que forman parte de un mismo entrepiso son apreciablemente diferentes, o cuando se presentan simultáneamente dos o más de estas condiciones.

Una construcción puede ser regular en una dirección e irregular en la otra, y algunos entrepisos pueden ser regulares y otros no.

La mayor parte de los edificios urbanos, de departamentos y oficinas, tienen estructuras regulares. Son irregulares las estructuras de muchos salones de espectáculos (cines, teatros, auditorios) y de buena parte de las construcciones industriales.

Son también irregulares las estructuras especiales como péndulos invertidos (tanques elevados, por ejemplo).

En las Secciones 1503.4.3 y 1503.4.4 se indica cómo dimensionar columnas que forman parte, respecti-

vamente, de estructuras regulares y de estructuras irregulares.

También se incluye aquí el diseño de miembros flexocomprimidos del tipo de las cuerdas en compresión de armaduras sobre las que obran cargas transversales aplicadas entre los nudos, aunque tengan un solo eje de simetría.

1503.4.1 Estados límite. En el diseño de miembros flexocomprimidos deben considerarse los siguientes estados límite de falla:

- a. Pandeo de conjunto de un entrepiso, bajo carga vertical;
- b. Pandeo individual de una o algunas columnas, bajo carga vertical;
- c. Inestabilidad de conjunto de un entrepiso, bajo cargas verticales y horizontales combinadas;
- d. Falla individual de una o algunas columnas, bajo cargas verticales y horizontales combinadas, por inestabilidad o porque se agote la resistencia de alguna de sus secciones extremas; y
- e. Pandeo local.

Debe considerarse también un estado límite de servicio, de deformaciones laterales de entrepiso, que dependen, en buena parte, aunque no exclusivamente, de las características de las columnas.

En lo que sigue se dan recomendaciones para evitar que se alcancen los estados límite de falla anteriores, excluyendo el pandeo local, que se trata en la Sección 1502.2.3.

1503.4.2 Determinación de los momentos de diseño M_{uox} , M_{uoy} , M^*_{uox} y M^*_{uoy} . En todos los casos que se describen a continuación (excepto en el análisis de primer orden de estructuras irregulares), ya sea que el diseño quede exclusivamente por cargas verticales, o por su combinación con acciones horizontales, producidas por viento o sismo, las estructuras, sean regulares o irregulares, deben analizarse bajo la acción combinada de las fuerzas reales que actúan sobre ellas y de fuerzas ficticias horizontales que se aplican en la misma dirección y sentido que las fuerzas de viento o sismo, o, en estructuras asimétricas bajo carga vertical, en el sentido en que sus efectos se sumen con los debidos a la asimetría, de manera que los momentos de diseño M_{uo} y M^*_{uo} incluyen contribuciones de los dos tipos de cargas, reales y ficticias.

Las fuerzas ficticias horizontales, que se aplican en cada uno de los niveles de la estructura y en to-

das las combinaciones de cargas, se toman iguales a 0.005 veces la carga vertical de diseño (factorizada) que actúe en el nivel, correspondiente a la combinación de cargas en estudio.

1503.4.3 Dimensionamiento de columnas que forman parte de estructuras regulares. Los miembros flexocomprimidos que forman parte de estructuras regulares se dimensionan de manera que se satisfagan los requisitos que se indican a continuación.

En todos los casos debe revisarse la resistencia de las dos secciones extremas y de la columna completa, incluyendo efectos de segundo orden. Las secciones extremas se revisan con las ecuaciones 68 ó 69 y 70, 71 ó 72, según el tipo de sección de que se trate, y la revisión de la columna completa se efectúa con la ecuación 73 ó 74. Las dimensiones de las columnas se obtienen de manera que se cumplan, simultáneamente, las condiciones de resistencia de las secciones extremas y de la columna completa.

1503.4.3.1 Revisión de las secciones extremas.

- a. Secciones tipo 1 y 2. En cada uno de los extremos de la columna debe satisfacerse la condición:

Secciones H o I

$$\frac{P_u}{F_R P_y} + \frac{0.85M_{uox}}{F_R M_{px}} + \frac{0.60M_{uoy}}{F_R M_{py}} \leq 1.0 \tag{68}$$

Secciones en cajón, cuadradas

$$\frac{P_u}{F_R P_y} + \frac{0.80M_{uox}}{F_R M_{px}} + \frac{0.80M_{uoy}}{F_R M_{py}} \leq 1.0 \tag{69}$$

donde

F_R se toma igual a 0.9;

P_u , M_{uox} y M_{uoy} fuerza axial de diseño que obra sobre la columna y momentos de diseño en el extremo considerado, calculados de acuerdo con las secciones 1.5.1 ó 3.4.2;

$M_{px} = Z_x F_y$ y $M_{py} = Z_y F_x$ momentos plásticos resistentes nominales de la sección, para flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente; y

$P_y = A_t F_y$ fuerza axial nominal que, obrando por sí sola, ocasionaría la plastificación de una columna corta cuyas secciones transversales tienen un área A_t .

Cuando se emplee alguna de las dos ecuaciones anteriores para revisar columnas de sección transversal H, I o en cajón, cuadrada, ha de comprobarse que se cumpla, además, la condición.

$$\frac{M_{uox}}{F_R M_{px}} + \frac{M_{uoy}}{F_R M_{py}} \leq 1.0 \quad (70)$$

Si la sección transversal de la columna no es ninguna de las mencionadas arriba, las ecuaciones 68 y 69 se sustituyen por

$$\frac{P_u}{F_R P_y} + \frac{M_{uox}}{F_R M_{px}} + \frac{M_{uoy}}{F_R M_{py}} \leq 1.0 \quad (71)$$

b. Secciones tipo 3 y 4

En cada uno de los extremos de la columna debe satisfacerse la condición:

$$\frac{P_u}{F_R P_y} + \frac{M_{uox}}{M_{RX}} + \frac{M_{uoy}}{M_{RY}} \leq 1.0 \quad (72)$$

3.4.3.2 Revisión de la columna completa

a. Secciones tipo 1 y 2

Debe satisfacerse la condición:

$$\frac{P_u}{R_C} + \frac{M_{uox}^*}{M_m} + \frac{M_{uoy}^*}{F_R M_{py}} \leq 1.0 \quad (73)$$

donde

F_R se toma igual a 0.9;

P_u , M_{uox}^* y M_{uoy}^* fuerza axial de diseño que obra sobre la columna y momentos de diseño, calculados de acuerdo con las Secciones 1501.5.1, 1503.4.2 ó 1503.4.3.3. En la ecuación 73, lo mismo que en las ecuaciones 75 y 76, se utilizan siempre los momentos de diseño máximos, alrededor de los ejes X y Y, aunque los dos no se presenten en el mismo extremo de la columna.

M_m momento resistente de diseño, para flexión alrededor del eje X; se calcula como se indica en la Sección 1503.3.2 o, en forma

aproximada, con la ecuación (válida para secciones I o H):

$$M_m = F_R \left(1.07 - \frac{(L/r_y) \sqrt{F_y / E}}{18.55} \right) M_{px} \leq F_R M_{px} \quad (74)$$

En las ecuaciones de la Sección 1503.3.2, debe hacerse $C=1.0$.

M_m puede tomarse igual a $F_R M_{px}$ cuando la columna está soportada lateralmente en forma continua, o cuando está provista de soportes laterales con separación L no mayor que L_u , dada por alguna de las ecuaciones 42 ó 46, si no se requiere capacidad de rotación, o no mayor que L_p , ecuaciones 50 ó 51, cuando sí se requiera capacidad de rotación.

R_C resistencia de diseño en compresión, se determina de acuerdo con la Sección 1503.3.2.2. Se calcula con $K=1.0$, lo mismo que las fuerzas P_{E2} de la ecuación 1.5.

b. Secciones tipo 3 y 4

Debe cumplirse la condición:

$$\frac{P_u}{R_C} + \frac{M_{uox}^*}{M_{RX}} + \frac{M_{uoy}^*}{M_{RY}} \leq 1.0 \quad (75)$$

donde

M_{RX} y M_{RY} momentos resistentes de diseño alrededor del eje X y del Y, se calculan de acuerdo con la Sección 1503.3.2, haciendo $C=1.0$. R y $PE2$, ecuación 5, se calculan con $K=1.0$.

En lugar de las ecuaciones 68, 69 y 73 pueden usarse expresiones más refinadas, que aparecen en la literatura técnica, que son aplicables a columnas de sección transversal H o en cajón.

1503.4.3.3 Momentos de diseño.

a. Análisis elástico de primer orden

Si las fuerzas normales y los momentos se obtienen por medio de un análisis convencional de primer orden, basado en la geometría inicial de la estructura, los momentos de diseño se determinan con las ecuaciones 1 y 2, como se indica en la Sección 1501.5.1.1.

Las ecuaciones 68 a 72 se aplican dos veces, a los dos extremos de la columna, con los momentos

M_{uo} calculados en cada uno de ellos, y la 73 y 75 una sola, con los momentos M_{uox}^* y M_{uoy}^* máximos, aunque no se presenten en el mismo extremo.

En columnas que forman parte de entrepisos cuyo diseño queda regido por cargas verticales únicamente, lo que es frecuente en edificios de poca altura y en los entrepisos superiores de edificios altos, los momentos

M_{tp} suelen ser nulos en la condición de carga de diseño (la única excepción la constituyen las estructuras muy asimétricas, en geometría y/o carga, en las que las cargas verticales pueden ocasionar desplazamientos laterales de entrepiso significativos). De todos modos, los posibles efectos traslacionales debidos a asimetrías no intencionales en cargas y rigideces se tienen en cuenta por medio de las fuerzas horizontales ficticias mencionadas en la Sección 1503.3.4.2.

Debe demostrarse que el índice de estabilidad I no es mayor que 0.30 en ningún entrepiso.

b. Análisis elástico de segundo orden

Si las fuerzas normales y los momentos se obtienen por medio de un análisis de segundo orden², en el que se tienen en cuenta, por lo menos, los efectos indicados en la sección 1501.5.1 y las fuerzas ficticias de la Sección 1503.3.4.2, o si se demuestra, de acuerdo con el Inciso b de la Sección 1502.2.2, que pueden despreciarse los efectos de segundo orden, los momentos de diseño se determinan como sigue:

$$M_{uo} = M_{ti} + M_{tp} \quad (76)$$

$$M_v^* = B_1 (M_{ti} + M_{tp}) \quad (77)$$

Todas las cantidades que aparecen en estas ecuaciones tienen los mismos significados que en las ecuaciones 1 y 2.

1503.4.4 Dimensionamiento de columnas que forman parte de estructuras irregulares. Los miembros flexocomprimidos que forman parte de estructuras irregulares se dimensionan de manera que se satisfagan los requisitos que se indican a continuación.

En todos los casos debe revisarse la resistencia de las dos secciones extremas y la de la columna completa, incluyendo efectos de segundo orden y las fuerzas ficticias horizontales que se des-

² En éste debe tenerse en cuenta que cuando los desplazamientos laterales son producidos por sismo, se determinan multiplicando por el factor Q los causados por las fuerzas sísmicas de diseño reducidas.

criben en la Sección 1503.4.2. Las dimensiones de las columnas se obtienen de manera que se cumplan, simultáneamente, las condiciones de resistencia de las secciones extremas y de la columna completa.

1503.4.4.1 Revisión de las secciones extremas. Se lleva a cabo como se indica en la Sección 1503.4.3.1.

1503.4.4.1 Revisión de la columna completa. Se lleva a cabo como se indica en la Sección 1503.4.3.

1503.4.4.3 Determinación de los momentos de diseño M_{uox} , M_{uoy} , M_{uox}^* y M_{uoy}^*

a. Análisis elástico de primer orden

Si las fuerzas normales y los momentos se obtienen por medio de un análisis convencional de primer orden, basado en la geometría inicial de la estructura, los momentos de diseño se determinan como sigue:

$$M_{uo} = M_{ti} + M_{tp} \quad (78)$$

$$M_v^* = B_1 (M_{ti} + M_{tp}) \quad (79)$$

En la ecuación 78, M_{ti} y M_{tp} tienen el mismo significado que en la ecuación 1, y en la ecuación 79 significan lo mismo que en la ecuación 2. B_1 está dado por la ecuación 3.

Las literales que aparecen en la ecuación 3 conservan sus significados, pero los valores indicados para C sólo son aplicables a columnas que formen parte de marcos en los que puedan despreciarse los efectos de esbeltez debidos a desplazamientos lineales de sus niveles, porque estén provistos de contraventeo vertical o muros de cortante de rigidez y resistencia adecuadas o por su propia rigidez; en caso contrario se tomará $C=1.0$. De manera análoga, en el cálculo del factor de longitud efectiva K, necesario para evaluar B_1 y R_c en las ecuaciones 73 y 75, se debe tener en cuenta si hay, o no, contraventeos verticales adecuados. Por consiguiente, K puede ser menor o mayor que 1.0.

b. Análisis elástico de segundo orden

Si las fuerzas normales y los momentos se obtienen por medio de un análisis de segundo orden en el que se tienen en cuenta, por lo menos, los efectos indicados en la Sección 1501.5.1, y las fuerzas ficticias horizontales de la Sección 1503.4.2, los momentos de diseño se determinan con las ecuaciones 78 y 79, pero ahora C tiene el valor indicado con relación a la ecuación 3, y PE se determina con un factor de longitud efectiva

K menor o igual que 1.0, lo mismo que R_c en las ecuaciones 73 y 75.

Se recomienda que, siempre que sea posible, el diseño de las columnas de estructuras irregulares se base en las acciones determinadas con un análisis de segundo orden.

1503.5 Miembros en flexotensión. En esta sección se dan recomendaciones para el diseño de miembros de eje recto y sección transversal constante, con dos ejes de simetría, sometidos a la acción simultánea de una fuerza de tensión axial y flexión producida por momentos que actúan alrededor de uno o de los dos ejes de simetría.

1503.5.1 Estados límite. Son los correspondientes a miembros en tensión (Sección 1503.1.1), a miembros en flexión (Sección 1503.3.1) o a la combinación de las dos solicitaciones. Los estados límite de pandeo, local o lateral, no suelen ser críticos, pero pueden serlo si los efectos de la fuerza de tensión axial son pequeños en comparación con los ocasionados por la flexión, o si la fuerza cortante es elevada y el alma esbelta.

1503.5.2 Dimensionamiento. Los miembros que trabajan en flexotensión, y que cumplen los requisitos de la Sección 1503.5, deben dimensionarse de manera que satisfagan las condiciones siguientes:

a. Revisión de las secciones extremas

Secciones tipo 1 y 2. Deben cumplirse las que sean aplicables de las expresiones 68 a 71.

Secciones tipo 3 y 4. Debe cumplirse la expresión 72.

b. Revisión del miembro completo

Debe satisfacerse la condición

$$\frac{P_u}{R_t} + \frac{M_{uox}}{M_{RX}} + \frac{M_{uoy}}{M_{RY}} \leq 1.0 \quad (80)$$

donde

P_u , M_{uox} y M_{uoy} fuerza axial de diseño que obra sobre la barra y momentos de diseño en la sección considerada, amplificados por efectos de segundo orden, como se indica en la sección 1501.5.1.1, pero tomando $B_1=1.0$;

R_t resistencia de diseño en tensión, determinada de acuerdo con la Sección 1503.1; y

M_{RX} y M_{RY} resistencias de diseño en flexión, calculadas como se indica en la Sección 1503.3.

En lugar de utilizar la ecuación 80, el diseño puede basarse en un estudio más preciso de la interacción de tensión y flexión.

1503.5.3 Bases de columnas. Se deben tomar todas las medidas necesarias para lograr una transmisión correcta de las fuerzas y momentos que soporta una columna a los elementos sobre los que se apoya, mediante el empleo de placas de base perfectamente asentadas sobre ellos y de anclas diseñadas para resistir todas las tensiones y fuerzas cortantes que puedan presentarse, tanto durante el montaje como en la estructura terminada. Pueden utilizarse también anclas combinadas con llaves de cortante, u otros dispositivos.

SECCIÓN 1504 CONEXIONES

1504.1 Generalidades. Las conexiones deben ser capaces de transmitir los elementos mecánicos calculados en los miembros que ligan, satisfaciendo, al mismo tiempo, las condiciones de restricción y continuidad supuestas en el análisis de la estructura. Las conexiones están formadas por las partes afectadas de los miembros conectados (por ejemplo, almas de vigas), por elementos de unión (atiesadores, placas, ángulos, ménsulas), y por conectores (soldaduras, tornillos y remaches). Los elementos componentes se dimensionan de manera que su resistencia de diseño sea igual o mayor que la solicitación de diseño correspondiente, determinada:

a. Por medio de un análisis de la estructura bajo cargas de diseño;

b. Como un porcentaje especificado de la resistencia de diseño de los miembros conectados.

Cuando una conexión se considere flexible se diseñará, en general, para transmitir únicamente fuerza cortante. En ese caso se utilizarán elementos de unión que puedan aceptar las rotaciones que se presentarán en el extremo del miembro conectado, para lo que se permiten deformaciones inelásticas autocontroladas en los elementos de unión, y se dejarán holguras en los bordes, con la misma finalidad. Cuando sea el caso, se debe tener en cuenta las flexiones ocasionadas por excentricidades en los apoyos.

Las conexiones en los extremos de vigas, trabes o armaduras que forman parte de estructuras continuas se diseñarán para el efecto combinado de las fuerzas y momentos originados por la rigidez de las uniones.

1504.1.1 Conexiones mínimas. Las conexiones diseñadas para transmitir fuerzas calculadas, de-

ben ser capaces de resistir una fuerza de diseño no menor de 50 kN (5000 kg).

El número mínimo de remaches o tornillos en una conexión es dos.

Los tamaños y longitudes mínimos de soldaduras son los permitidos en las secciones 1504.2.5 y 1504.2.6.

Los límites de los tres párrafos anteriores pueden disminuirse en conexiones de diagonales de celosías de secciones armadas, tirantes para soporte lateral de largueros, apoyos de largueros, y otros casos en que las fuerzas que deben transmitirse no se calculan o son de magnitud muy pequeña.

1504.1.2 Excentricidades. Deben tenerse en cuenta en el diseño las excentricidades que se generen en las conexiones, incluso cuando provengan de que los ejes de los miembros no concurren en un punto

El centro de gravedad del grupo de remaches, tornillos o soldaduras colocados en el extremo de un miembro sometido a la acción de una fuerza axial debe coincidir con el eje de gravedad del miembro; cuando esto no suceda, debe tomarse en cuenta el efecto de las excentricidades resultantes, excepto en conexiones de ángulos sencillos, ángulos dobles y otros elementos similares cargados estáticamente, en las que no es necesario balancear las soldaduras para lograr la coincidencia indicada arriba, ni tener en cuenta la excentricidad entre el eje del miembro y las líneas de gramil de remaches o tornillos.

1504.1.3 Rellenos. Cuando un tornillo pasa a través de placas de relleno de grueso no mayor de 6 mm, no se reduce su resistencia de diseño al cortante. Si el grueso de las placas de relleno es mayor de 6 mm, debe satisfacerse alguno de los requisitos siguientes:

- a. Si el grueso de los rellenos no excede de 19 mm, se reduce la resistencia de diseño de los tornillos multiplicándola por el factor $1-0.0154(t-6)$, donde t es el grueso total de los rellenos, en mm.
- b. Los rellenos se prolongan más allá de la junta, y la prolongación se asegura con tornillos suficientes para distribuir uniformemente, en la sección transversal combinada del elemento conectado y los rellenos, la fuerza total en el elemento conectado.
- c. Se aumenta el tamaño de la junta, para colocar un número de tornillos equivalente al número total requerido en el Inciso b de esta sección.
- d. La junta se diseña como de deslizamiento crítico, con tornillos de alta resistencia

Cuando se utilicen placas de relleno de 6 mm de grueso o más en juntas soldadas, deberán prolongarse fuera de los bordes de la placa de conexión, y unirse a la parte en la que se colocan con soldadura suficiente para transmitir la fuerza de la placa de conexión, aplicada en la superficie de la de relleno como una fuerza excéntrica. Las soldaduras que unen la placa de conexión con la de relleno deben ser capaces de transmitir la fuerza de la placa de conexión, y su longitud debe ser suficiente para evitar esfuerzos excesivos en la placa de relleno a lo largo del borde de la soldadura.

Cuando se utilicen placas de relleno de menos de 6 mm de grueso, sus bordes se deben recortar de manera que coincidan con los de los elementos que soportan las cargas, y el tamaño de las soldaduras de filete colocadas en esos bordes se aumentará sobre el requerido por el cálculo en una cantidad igual al grueso del relleno.

1504.1.4 Juntas cepilladas. Pueden usarse juntas cepilladas en miembros en compresión, que transmitan la fuerza de compresión por contacto directo, siempre que se coloquen los elementos de unión necesarios para transmitir cualquier otro tipo de sollicitación que pueda aparecer durante el montaje de la estructura o durante su operación posterior.

Además, se deben colocar los elementos de unión necesarios para asegurar que las distintas partes que forman la junta se conservarán en posición correcta; esos elementos deben ser capaces de transmitir, como mínimo, 50% de la fuerza de compresión de diseño que obre en el miembro.

1504.1.5 Desgarramiento laminar ("Lamellar Tearing"). Siempre que sea posible, deben eliminarse las juntas en esquina o en te de elementos estructurales o placas, en las que haya transmisión de fuerzas de tensión a través del grueso del material, producidas por la contracción de soldaduras colocadas en condiciones que restringen su contracción libre. Cuando esas juntas no puedan evitarse, se deben tomar medidas para reducir a un mínimo la posibilidad de fallas por desgarramiento laminar.

1504.1.6 Remaches o tornillos en combinación con soldadura.

- a. En obras nuevas. Cuando en una obra nueva se especifique el uso de remaches o tornillos, ordinarios o de alta resistencia, diseñados para transmitir las cargas por aplastamiento, en combinación con soldadura, ésta se dimensionará para resistir las fuerzas completas a que estén sujetos los miembros conectados, no dándose más cargas a los remaches o tornillos que las que tomen durante el proceso de montaje.

Cuando se emplean tornillos de alta resistencia diseñados para transmitir las fuerzas por fricción sí puede considerarse que las sollicitaciones se reparten entre ellos y las soldaduras. Los cálculos deben hacerse con fuerzas factorizadas.

- b. En obras ya construidas. Cuando se utilice la soldadura para hacer modificaciones o refuerzos de estructuras, los remaches y los tornillos de alta resistencia, diseñados para trabajar en una conexión de deslizamiento crítico, de la estructura original, pueden utilizarse para resistir los efectos de las cargas muertas existentes antes de la modificación, y la soldadura para proporcionar la resistencia adicional requerida.

1504.1.7 Tornillos de alta resistencia en combinación con remaches. Tanto en obras nuevas como en modificaciones de estructuras existentes puede suponerse que los tornillos de alta resistencia, diseñados para trabajar en conexiones de deslizamiento crítico, trabajan en conjunto con los remaches, y que las cargas se reparten entre los dos tipos de conectores.

1504.1.8 Empalmes en material grueso. Esta sección es aplicable a empalmes de perfiles laminados, o hechos con placas soldadas, que tienen paredes de más de 50 mm de grueso, sujetos a esfuerzos primarios de tensión, producidos por tensión axial o flexión.

Cuando las fuerzas de tensión en esas secciones se transmiten a través de soldaduras de penetración completa, deben especificarse requisitos de tenacidad del material, de precalentamiento, y de preparación e inspección de las superficies cortadas con soplete, y utilizarse agujeros de acceso de tamaño generoso para colocar la soldadura en las intersecciones de almas y patines. Además, deben quitarse todas las placas de respaldo y extensión, y esmerilarse todas las superficies expuestas al hacerlo.

Cuando los miembros hechos con material de más de 50 mm de grueso trabajan principalmente en compresión, los agujeros de acceso para soldar deben ser semejantes a los de los elementos en tensión.

Como una alternativa, los empalmes de miembros comprimidos, incluyendo los que pueden trabajar en tensión, ocasionalmente, por efecto de viento o sismo, pueden hacerse utilizando detalles que no ocasionen grandes contracciones en las soldaduras, por ejemplo, soldaduras de penetración parcial en los patines, combinados con placas soldadas al alma con soldadura de filete,

placas atornilladas, o placas soldadas con filetes a un tramo y atornilladas al otro.

1504.2 Soldaduras.

1504.2.1 Generalidades. Las recomendaciones que se dan aquí se complementan con las de la última versión de Structural Welding Code-Steel, AWS D1.1, de la Sociedad Americana de la Soldadura (American Welding Society).

El tipo de soldadura aplicable en la construcción metálica es el de arco eléctrico con electrodo metálico, aplicado manual, semiautomática o automáticamente. Los procesos aprobados en estas Normas son la soldadura manual con electrodo recubierto, la soldadura automática de arco sumergido, la protegida con gases y la soldadura con electrodo con corazón de fundente. Pueden utilizarse otros procesos si se califican adecuadamente para los casos en que se vayan a usar.

1504.2.2 Metal de aportación. Se debe usar el electrodo, o la combinación de electrodo y fundente, adecuados al material base que se esté soldando, teniendo especial cuidado en aceros con altos contenidos de carbón u otros elementos aleados, y de acuerdo con la posición en que se deposite la soldadura. Se deben seguir las instrucciones del fabricante respecto a los parámetros que controlan el proceso de soldadura, como son voltaje, amperaje, polaridad y tipo de corriente. La resistencia del material depositado con el electrodo debe ser compatible con la del metal base (ver Sección 1504.2.2.1).

1504.2.2.1 Soldadura compatible con el metal base. Para que una soldadura sea compatible con el metal base, tanto el esfuerzo de fluencia mínimo como el esfuerzo mínimo de ruptura en tensión del metal de aportación depositado, sin mezclar con el metal base, deben ser iguales o ligeramente mayores que los correspondientes del metal base. Por ejemplo, las soldaduras manuales obtenidas con electrodos E60XX o E70XX³, que producen metal de aportación con esfuerzos mínimos especificados de fluencia de 331 y 365 MPa (3400 y 3700 kg/cm²), respectivamente, y de ruptura en tensión de 412 y 481 MPa (4200 y 4900 kg/cm²), son compatibles con el acero A36, cuyos esfuerzos mínimos especificados de fluencia y ruptura en tensión son 250 y 400 MPa (2530 y 4080 kg/cm²), respectivamente.

³ Los dos o tres primeros dígitos que siguen a la letra E en la notación AWS (por ejemplo 70 en E70XX) indican la resistencia a la ruptura en tensión del metal depositado por el electrodo, en Kips/pulg².

1504.2.3 Tipos de soldaduras. En esta sección se consideran cuatro tipos de soldaduras:

- a. Soldaduras de filete. Se obtienen depositando un cordón de metal de aportación en el ángulo diedro formado por dos piezas. Su sección transversal es aproximadamente triangular.
- b. Soldaduras de penetración. Se obtienen depositando metal de aportación entre dos placas que pueden, o no, estar alineadas en un mismo plano. Pueden ser de penetración completa o parcial, según que la fusión de la soldadura y el metal base abarque todo o parte del espesor de las placas, o de la más delgada de ellas.
- c. Soldaduras de tapón, y
- d. Soldaduras de ranura. Las soldaduras de tapón y de ranura se hacen en placas traslapadas, rellenando por completo, con metal de aportación, un agujero, circular o alargado, hecho en una de ellas, cuyo fondo está constituido por la otra.

1504.2.3 Dimensiones efectivas de las soldaduras.

- a. El área efectiva de una soldadura de penetración o de filete es el producto de su longitud efectiva por el tamaño efectivo de su garganta.
- b. El área efectiva de soldaduras de tapón o de ranura es el área de la sección transversal nominal del tapón o la ranura, medida en el plano de la superficie de falla.
- c. La longitud efectiva de una soldadura de penetración entre dos piezas a tope es igual al ancho de la pieza más angosta, aun en el caso de soldaduras inclinadas respecto al eje de la pieza.
- d. La longitud efectiva de una soldadura de filete recta es igual a la longitud total del filete de tamaño completo, incluyendo retornos, cuando los haya. Si la soldadura de filete es curva, la longitud es igual a la del eje del cordón, trazado por el centroide del plano que pasa por la garganta, pero si el filete está depositado en un agujero circular o en una ranura, el área efectiva no debe ser mayor que el área nominal de la sección transversal del agujero o la ranura, medida en el plano de la superficie de falla.
- e. El tamaño efectivo de la garganta de una soldadura de filete es la distancia más corta de

la raíz a la cara de la soldadura diagramática, sin incluir el refuerzo de la misma. En soldaduras de filete depositadas por el proceso de arco sumergido, el tamaño efectivo de la garganta puede tomarse igual a la pierna del cordón cuando ésta no excede de 10 mm (3/8 pulg.), e igual a la garganta teórica más 2.5 mm para filetes mayores de 10 mm.

- f. El tamaño efectivo de la garganta de una soldadura de penetración completa, depositada por un lado, con placa de respaldo, o por los dos, limpiando el segundo lado hasta descubrir metal sano antes de colocar la soldadura (*backgouging*), es igual al grueso de la más delgada de las placas unidas.

Si no se usa placa de respaldo, o no se limpia adecuadamente el segundo lado antes de depositar la soldadura, la junta se debe considerar de penetración parcial.

- g. El tamaño efectivo de la garganta de una soldadura de penetración parcial es el indicado en la Tabla 1504.2.3.

TABLA 1504.2.3 TAMAÑO EFECTIVO DE LA GARGANTA DE SOLDADURAS DE PENETRACIÓN PARCIAL

Proceso de soldadura	Posición	Ángulo en la raíz de la ranura	Tamaño efectivo de la garganta
Soldadura manual con electrodo recubierto, o automática de arco sumergido	Todas 1	En U o J	Profundidad del bisel
Soldadura protegida con gases	Todas 1	Bisel sencillo o en $V \geq 60^\circ$	Profundidad del bisel
Soldadura con electrodo con corazón de fundente	Todas 1	Bisel sencillo o en $V < 60^\circ$ pero $\geq 45^\circ$	Profundidad del bisel menos 3 mm

¹Posición plana, horizontal, vertical o sobre cabeza.



- h. El tamaño efectivo de la garganta de una soldadura acampanada, depositada entre dos barras de sección transversal circular, o entre una barra y una placa, cuya cara exterior esté al nivel de la superficie de la barra, es el indicado en la Tabla 1504.2.3(1). Para verificar que la garganta se obtiene de una manera consistente se deben tener muestras de secciones transver-

sales en puntos determinados al azar.

Pueden utilizarse tamaños de la garganta efectiva mayores que los de la Tabla 1504.2.3 (1), si el fabricante demuestra que puede obtener esas gargantas efectivas. Para ello se cortará la soldadura normalmente a su eje, en la sección media y en los extremos, y se medirá la garganta. Se debe prepara un número de muestras suficiente para asegurarse de que se obtiene el tamaño de la garganta deseado.

TABLA 1504.2.3 (1) TAMAÑO EFECTIVO DE LA GARGANTA DE SOLDADURAS ACAMPAÑADAS

Tipo de soldadura	Radio, R, de la barra o placa doblada	Tamaño efectivo de la garganta
Ranura acampanada (1)	Cualquiera	0.3R
Ranura acampanada en V (2)	Cualquiera	0.5R (3)

- 1 Ranura acampanada 
- 2 Ranura acampanada en V: 
- 3 0.38R para soldadura protegida con gases cuando R³25.4 mm (1 pulg.).

1504.2.5 Tamaño mínimo de soldaduras de penetración parcial. El tamaño efectivo mínimo de la garganta de una soldadura de penetración parcial es el que se indica en la Tabla 1504.2.5. El tamaño de la soldadura queda determinado por la más gruesa de las partes unidas, pero no es necesario que exceda el grueso de la parte más delgada.

1504.2.6 Soldaduras de filete.

a. Tamaño mínimo

Los tamaños mínimos admisibles de soldaduras de filete son los que se muestran en la Tabla 1504.2.6. El tamaño de la soldadura queda determinado por la más gruesa de las partes unidas, pero no es necesario que exceda el grueso de la parte más delgada. El objeto de este requisito es evitar cambios perjudiciales en la estructura cristalina del acero, producidos por el rápido enfriamiento de las soldaduras pequeñas depositadas en material grueso.

TABLA 1504.2.5 TAMAÑOS MÍNIMOS EFECTIVOS DE LA GARGANTA DE SOLDADURAS DE PENETRACIÓN PARCIAL

Espesor de la más gruesa de las partes unidas mm (pulg.)	Tamaño efectivo mínimo de la garganta mm (pulg.)
menor o igual que 6.3 ($\leq 1/4$)	3.2 (1/8)
más de 6.3 hasta 12.7 ($1/4$ a $1/2$)	4.8 (3/16)
más de 12.7 hasta 19.1 ($1/2$ a $3/4$)	6.3 (1/4)
más de 19.1 hasta 38.1 ($3/4$ a $1 1/2$)	7.9 (5/16)
más de 38.1 hasta 57 ($1 1/2$ a $2 1/4$)	9.5 (3/8)
más de 57 hasta 152 ($2 1/4$ a 6)	12.7 (1/2)
mayor que 152 (> 6)	15.9 (5/8)

TABLA 1504.2.6 TAMAÑOS MÍNIMOS DE SOLDADURAS DE FILETE

Espesor de la más gruesa de las partes unidas mm (pulg.)	Tamaño ¹ mínimo del filete mm (pulg.)
menor o igual que 6.3 ($\leq 1/4$)	3.2 (1/8)
más de 6.3 hasta 12.7 ($1/4$ a $1/2$)	4.8 (3/16)
más de 12.7 hasta 19.1 ($1/2$ a $3/4$)	6.3 (1/4)
mayor que 19.1 ($> 3/4$)	7.9 (5/16)

¹ Dimensión de la pierna del filete de soldadura. Deben usarse soldaduras depositadas en un solo paso.

b. Tamaño máximo

El tamaño máximo de las soldaduras de filete colocadas a lo largo de los bordes de placas o perfiles es:

En los bordes de material de grueso menor que 6.3 mm. ($1/4$ pulg.), el grueso del material.

En los bordes de material de grueso igual o mayor que 6.3 mm ($1/4$ pulg.), el grueso del material menos 1.5 mm ($1/16$ pulg.), excepto

cuando se indique en los dibujos de fabricación que la soldadura deberá depositarse tomando las medidas necesarias para obtener un tamaño igual al grueso del material. La distancia entre el borde de la soldadura depositada y el de la placa puede ser menor que 1.5 mm, pero el tamaño de la soldadura debe poderse verificar sin dificultad.

c. Longitud

La longitud mínima efectiva de una soldadura de filete utilizada para transmitir fuerzas debe ser no menor que cuatro veces su tamaño nominal. En caso contrario, se debe considerar que el tamaño de la soldadura no excede de un cuarto de su longitud efectiva.

Cuando se usan filetes de soldadura depositados únicamente en los bordes longitudinales de conexiones de placas en tensión, la longitud de cada filete no debe ser menor que la distancia entre ellos, medida perpendicularmente a su eje. La separación transversal de filetes longitudinales utilizados en conexiones en extremos de los miembros no debe exceder de 200 mm, a menos que se tomen medidas especiales para evitar una flexión transversal excesiva, como colocar una soldadura transversal en el extremo o usar soldaduras intermedias de tapón o ranura. Si no se toman esas medidas, deben satisfacerse los requisitos de la sección 1502.1.

La longitud efectiva de las soldaduras de filete paralelas a la dirección de la fuerza, utilizadas para transmitir una carga axial al extremo de un miembro, es igual a la longitud total cuando ésta no excede de 100 veces el tamaño de la pierna. Si es más larga, la longitud efectiva se obtiene multiplicando la real por un factor de reducción b , que vale

$$b = 1.2 - 0.002(L/a) \leq 1.0 \quad (81)$$

donde

L longitud real de la soldadura; y

a tamaño de su pierna.

Si $L > 300a$, b se toma igual a 0.60.

Ejemplos de las soldaduras mencionadas arriba son los cordones longitudinales de juntas traslapadas en el extremo de miembros cargados axialmente, y las soldaduras que unen atiesadores de apoyo al alma de las vigas.

El factor de reducción no se aplica, entre otros casos, a soldaduras que unen entre sí placas o

perfiles para formar una sección compuesta, o a las soldaduras que unen los atiesadores intermedios al alma de las vigas, cuando no se usa la resistencia posterior al sondeo, pues no están sujetas a esfuerzos axiales, ya que su único objeto es mantener el alma plana.

d. Soldaduras intermitentes

Pueden usarse soldaduras de filete intermitentes cuando la resistencia requerida es menor que la de una soldadura de filete continua del tamaño permitido más pequeño; también pueden utilizarse para unir elementos componentes de miembros compuestos. La longitud efectiva de un segmento de una soldadura intermitente no debe ser nunca menor que cuatro veces el tamaño de la soldadura, con un mínimo de 40 mm. La separación longitudinal entre cordones interrumpidos de soldadura colocados en los bordes de placas o patines o alas de perfiles cumplirá los requisitos indicados en las secciones 4.2.1 y 4.3.1 de las NTC.

e. Juntas traslapadas

El traslape no debe ser menor que cinco veces el grueso de la más delgada de las partes que se estén uniendo, con un mínimo de 25 mm. Las juntas traslapadas de placas o barras sometidas a esfuerzos axiales, que utilizan solamente soldaduras transversales, deben soldarse con cordones colocados a lo largo de los extremos de las dos partes, excepto en los casos en que la deflexión de las partes traslapadas está adecuadamente restringida para evitar que la junta se abra.

f. Terminación de los cordones de las soldaduras de filete

Estas soldaduras pueden llegar hasta los extremos o bordes de las partes en las que están colocadas, o interrumpirse antes de llegar a ellos, de acuerdo con las condiciones siguientes:

1. En juntas traslapadas sujetas a esfuerzos de tensión calculados, en las que una de las partes unidas se extiende más allá del borde de la otra, los cordones de soldadura deben terminar a una distancia del borde no menor que el tamaño del filete (Ejemplo: los elementos del alma de una armadura que se unen, con soldaduras de filete, a las cuerdas o a placas de nudo).

2. En conexiones sujetas a esfuerzos máximos en los extremos de las soldaduras, producidos por fuerzas y/o momentos cíclicos de magnitud y frecuencia suficientes para ocasionar una falla progresiva por fatiga, que se inicie en un

punto de esfuerzo máximo en el extremo de la soldadura, los filetes deben rematarse dando vuelta a la esquina en forma continua, en una longitud no menor que 2 veces el tamaño nominal de la soldadura o, si es menor, el ancho de la parte unida.

3) En conexiones simples, con ángulos o placas extremas, que dependen de la flexibilidad de las piernas de los ángulos o de la placa, si se da vuelta a la soldadura en la esquina, se debe hacer en una longitud no mayor que 4 veces el tamaño nominal del filete.

4) Las soldaduras de filete entre atiesadores transversales intermedios y el alma de las trabes armadas deben terminarse a una distancia de la soldadura entre el alma y el patín de la trabe comprendida entre 4 y 6 veces el grueso del alma.

5) Las soldaduras de filete que se colocan en lados opuestos de un plano común deben interrumpirse en la esquina común a ambas.

g) Soldaduras de filete en agujeros y ranuras

Pueden utilizarse soldaduras de filete depositadas en la periferia de agujeros o ranuras, en juntas traslapadas, para transmitir fuerzas cortantes o para evitar el pandeo o la separación de las partes. Pueden utilizarse también para unir elementos componentes de miembros compuestos. Estas soldaduras no deben confundirse con las de tapón o ranura.

1504.2.7 Soldaduras de tapón y de ranura. Se utilizan para transmitir fuerzas cortantes en juntas traslapadas, para evitar el pandeo de las partes conectadas y para unir elementos componentes de miembros compuestos.

El diámetro de los agujeros para soldaduras de tapón no debe ser menor que el grueso de la parte que los contiene más 8 mm, pero no debe exceder de 2.25 veces el espesor del metal de soldadura.

La distancia mínima entre centros de soldaduras de tapón debe ser de cuatro veces el diámetro de los agujeros.

La longitud de la ranura para una soldadura de ranura no debe exceder de diez veces el grueso de la soldadura. El ancho de la ranura no debe ser menor que el grueso de la parte que la contiene más 8 mm, sin exceder de 2.25 veces el espesor del metal de soldadura. Los extremos de la ranura deben ser semicirculares o deben tener las esquinas redondeadas con un radio no menor que el grueso de la parte que la contiene, exceptuando el caso en que la ranura se extiende hasta el borde de esa parte.

La separación mínima de líneas de soldaduras de ranura en una dirección transversal a su longitud debe ser de cuatro veces el ancho de la ranura. La distancia mínima entre centros en una dirección longitudinal en cualquier línea debe ser de dos veces la longitud de la ranura.

La separación transversal máxima entre tapones o ranuras debe ser de 200 mm, a menos que se compruebe que las placas tienen capacidad adecuada para flexión transversal.

Cuando los tapones o ranuras se hagan en material de grueso no mayor de 16 mm (5/8 pulg.), deben rellenarse por completo con metal de soldadura. Si el grueso del material es mayor de 16 mm se rellenarán cuando menos hasta la mitad, pero el espesor del metal de soldadura no debe ser nunca menor de 16 mm.

1504.2.8 Resistencia de diseño.

a. La resistencia de diseño de las soldaduras es igual al menor de los productos $FRFMBAMB$ y $FRFSAS$, donde FMB y Fs son, respectivamente, las resistencias nominales del metal base y del metal del electrodo, y AMB y AS son el área de la sección transversal del metal base y el área efectiva de la soldadura. FR es el factor de resistencia.

En la Tabla 1504.2.8 se proporcionan los valores de FR , FMB , FS y demás información pertinente.

b. En lugar de utilizar las resistencias de diseño, constantes, de la Tabla 1504.2.8, la resistencia de las soldaduras de filete puede determinarse con el procedimiento alterno que se describe a continuación.

1) La resistencia de diseño de un grupo de soldaduras lineales, cargadas en un plano, a través del centro de gravedad del grupo, es $FRFsAs$, donde

$$Fs = 0.60FEXX (1.0 + \text{sen} 1.5 q) \quad (82)$$

donde

F_R se toma igual a 0.75;

F_s resistencia nominal de la soldadura;

F_{EXX} número de clasificación del electrodo;

q ángulo entre la línea de acción de la carga y el eje longitudinal de la soldadura, en grados; y

A_s área efectiva de la soldadura.

2) El conjunto de soldaduras cargadas en su plano puede diseñarse utilizando un método basado en el empleo de un centro instantáneo de rotación

TABLA 1504.2.8 RESISTENCIAS DE DISEÑO DE SOLDADURAS

Tipos de soldaduras y forma de trabajo ¹	Material	Factor de resistencia F_R	Resistencia nominal F_{MB} o F_S	Requisitos del metal de aportación ^{2, 3}
a. Soldaduras de penetración completa ⁴				
Tensión normal al área efectiva	Metal base	0.90	F_y	Debe usarse metal de aportación compatible con el metal base.
Compresión normal al área efectiva	Metal base	0.90	F_y	Puede usarse metal de aportación de resistencia igual o menor que la del metal de aportación compatible con el metal base
Tensión o compresión paralela al eje de la soldadura	Metal base	0.90	F_y	
Cortante en el área efectiva	Metal base Soldadura	0.90 0.80	$0.60F_y$ $0.60F_{EXX}$	
b. Soldaduras de penetración parcial ⁴				
Tensión normal al área efectiva	Metal base Soldadura	0.90 0.80	F_y $0.60F_{EXX}$	
Compresión normal al área efectiva	Metal base	0.90	F_y	Puede usarse metal de aportación de resistencia igual o menor que la del metal de aportación compatible con el metal base
Tensión o compresión paralela al eje de la soldadura ⁵	Metal base	0.90	F_y	
Cortante paralelo al eje de la soldadura	Metal base Soldadura	0.75	6 $0.60F_{EXX}$	
c. Soldaduras de filete ⁴				
Cortante en el área efectiva	Metal base ⁶ Soldadura	0.75 0.75	F_y $0.60F_{EXX}$	Puede usarse metal de aportación de resistencia igual o menor que la del metal de aportación compatible con el metal base.
Tensión o compresión paralela al eje de la soldadura ⁵	Metal base	0.90	F_y	
d. Soldaduras de tapón o de ranura ⁴				
Cortante paralelo a las superficies de falla (en el área efectiva)	Metal base ⁶ Soldadura	0.75	$0.60F_{EXX}$	Puede usarse metal de aportación de resistencia igual o menor que la del metal de aportación compatible con el metal base.

Las soldaduras utilizadas en estructuras que deban ser capaces de soportar un número grande de repeticiones de carga durante su vida útil se diseñarán teniendo en cuenta la posibilidad de falla por fatiga.

1504.2.3 Combinación de soldaduras. Si en una junta se combinan dos o más soldaduras de tipos diferentes (penetración, filete, tapón o ranura), la resistencia de diseño de la combinación se determina calculando por separado la resistencia de cada una de ellas, con respecto al eje del grupo.

1504.3 Tornillos, barras roscadas y remaches. Esta sección se refiere al diseño de tornillos, barras roscadas y remaches, utilizados como conectores.

Los remaches fueron los elementos de unión de estructuras de acero más comunes en el siglo XIX y hasta mediados del XX, pero en la actualidad no se emplean en construcciones nuevas, ni en el taller ni en la obra, pues han sido sustituidos, con ventaja, por la soldadura y los tornillos de alta resistencia. Sin embargo, la importancia, cada vez mayor, de la evaluación, rehabilitación y refuerzo de estructuras existentes, hace que sea indispensable el conocimiento de las uniones remachadas.

La evaluación y diseño de juntas remachadas no se tratan en esta sección. Para llevarlos a cabo, es necesario recurrir a especificaciones y libros de texto antiguos.

Si se conoce la época en que se construyó una estructura remachada, puede ser posible obtener las propiedades mecánicas de los remaches utilizados en ella, recurriendo a literatura técnica de entonces; en caso contrario, debe ser necesario efectuar ensayos de laboratorio para determinar esas propiedades.

1504.3.1 Tornillos de alta resistencia. Estas recomendaciones se complementan con las de la última versión de Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Joints Using ASTM A325 ó A490 Bolts, del Consejo de Investigación en Conexiones Estructurales (Research Council on Structural Connections).

Los tornillos que se consideran aquí deben satisfacer los requisitos de alguna de las especificaciones H-124 (ASTM-A325) o H-123 (ASTM-A490).

Dependiendo del tipo de conexión, puede, o no, requerirse que los tornillos se instalen apretándolos hasta que haya en ellos una tensión especificada mínima, no menor que la dada en la Tabla 1504.3.1. El apriete puede hacerse por alguno de los métodos siguientes: vuelta de la tuerca, con un indicador directo de tensión, una llave calibrada, o con un tornillo de diseño especial.

1504.3.2 Tornillos "al contacto" o pretensionados. Los tornillos de alta resistencia apretados "al

contacto" pueden utilizarse en todas las conexiones, excepto las que se indican a continuación.

El apriete "al contacto" se define como el que existe cuando todas las partes de una junta están en contacto firme; puede obtenerse con unos cuantos impactos de una llave de impacto o con el esfuerzo máximo de un trabajador con una llave de tuercas ordinaria.

TABLA 1504.3.1 TENSIÓN MÍNIMA EN TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA, kN (kg) ¹

Diámetro del tornillo, mm (pulg.)	Tornillos A325	Tornillos A490
12.7 (1/2)	53 (5400)	67 (6800)
15.9 (5/8)	84 (8600)	107 (10900)
19.1 (3/4)	125 (12700)	156 (15900)
22.2 (7/8)	174 (17700)	218 (22200)
25.4 (1)	227 (23100)	284 (29000)
28.6 (1 1/8)	249 (25400)	356 (36300)
31.8 (1 1/4)	316 (32200)	454 (46300)
34.9 (1 3/8)	378 (38600)	538 (54900)
38.1 (1 1/2)	458 (46700)	658 (67100)

¹ Igual a 0.7 veces la resistencia mínima de ruptura en tensión de los tornillos, de acuerdo con las especificaciones ASTM para tornillos A325 y A490.

Para diseñar tornillos apretados al contacto deben utilizarse las resistencias nominales para conexiones por aplastamiento de la Tabla 1504.3.1 (1).

En conexiones de deslizamiento crítico en las que la carga se dirija hacia un borde de una parte conectada, se deberá proporcionar una resistencia de diseño al aplastamiento adecuada, de acuerdo con los requisitos aplicables de la Sección 1504.3.13.

Deben utilizarse tornillos de alta resistencia pretensionados en:

- Empalmes de columnas en todas las estructuras de 60 m de altura, o más;
- Empalmes de columnas de estructuras comprendidas entre 50 y 60 m de altura, si su dimensión horizontal más pequeña es menor que el 40 por ciento de la altura;
- Empalmes de columnas en estructuras de menos de 30 m de altura, si su dimensión horizontal más pequeña es menor que el 25% de la altura;
- Todas las conexiones entre vigas y columnas, y de cualquier otra viga, de las que depende el

- contraventeo de las columnas, en estructuras de más de 40 m de altura;
- e. Conexiones en las que no puede admitirse el deslizamiento relativo de las partes unidas, como las sujetas a fatiga o a inversiones frecuentes de cargas, o las que forman parte de estructuras muy sensibles a las deflexiones;
- f. Estructuras que soportan grúas viajeras de más de cinco toneladas de capacidad; uniones entre elementos que las soportan; uniones entre partes de las armaduras de techo y entre ellas y las columnas, uniones entre tramos de columnas, contraventeo de columnas y apoyos de las grúas;
- g. Conexiones para soportes de máquinas móviles u otras cargas vivas que produzcan impacto o inversión de esfuerzos;
- h. Conexiones en las que tornillos H-123 (ASTM-A490) trabajan en tensión, o tensión y cortante combinados;
- i. Conexiones en las que se usen agujeros sobredimensionados o alargados, excepto cuando se empleen específicamente para permitir movimientos; y
- j. Cualquier otra conexión indicada en los planos de diseño.

TABLA 1504.3.1 (1) RESISTENCIA DE DISEÑO DE REMACHES, TORNILLOS Y BARRAS ROSCADAS

Elementos de unión	Resistencia en tensión		Resistencia al cortante en conexiones por aplastamiento	
	Factor de resistencia, F_R	Resistencia nominal, MPa (kg/cm ²)	Factor de resistencia, F_R	Resistencia nominal, MPa (kg/cm ²)
Tornillos A307		310 (3160) ⁽¹⁾		165 (1690) ^(2, 3)
Tornillos A325, cuando la rosca no está fuera de los planos de corte		620 (6330)		330 (3380) ⁽³⁾
Tornillos A325, cuando la rosca está fuera de los planos de corte		620 (6330)		414 (4220) ⁽³⁾
Tornillos A490, cuando la rosca no está fuera de los planos de corte		775 (7900)		414 (4220) ⁽³⁾
Tornillos A490, cuando la rosca está fuera de los planos de corte	0.75	775 (7900)	0.75	518 (5280) ⁽³⁾
Partes roscadas, cuando la rosca no está fuera de los planos de corte		$0.75F_u$ ⁽¹⁾		$0.4F_u$ ⁽¹⁾
Partes roscadas, cuando la rosca está fuera de los planos de corte		$0.75F_u$ ⁽¹⁾		$0.5F_u$ ⁽¹⁾
Remaches A502, grado 1, colocados en caliente		310 (3160) ⁽¹⁾		172 (1760) ⁽³⁾
Remaches A502, grados 2 y 3, colocados en caliente		412 (4200) ⁽¹⁾		228 (2320) ⁽³⁾

¹ Carga estática únicamente.

² Se permite que la rosca esté en los planos de corte.

³ Cuando para unir miembros en tensión se empleen conexiones por aplastamiento con tornillos o remaches colocados en una longitud, medida paralelamente a la dirección de la fuerza, mayor que 1.25 m, los valores tabulados se reducirán en 20 por ciento.

La nomenclatura utilizada para designar a los tornillos y remaches es de la ASTM.

En los casos restantes, las conexiones pueden hacerse con tornillos H-118 (ASTM A307), o de alta resistencia, apretados al contacto.

Los dibujos de diseño, fabricación y montaje, deben indicar el tipo o tipos de los tornillos, y especificar si deben, o no, pretensionarse.

1504.3.3 Juntas por aplastamiento y juntas de fricción (o de deslizamiento crítico). Las juntas que transmiten fuerza cortante entre las partes conectadas se diseñan para que la transmisión se haga por aplastamiento entre los tornillos y las partes conectadas, o por fricción entre éstas. Las primeras se denominan juntas "por aplastamiento" (bearing type joints), y las segundas "de fricción" o de "deslizamiento crítico" (slip-critical joints).

En los planos debe indicarse si los tornillos de juntas por aplastamiento han de apretarse hasta darles la tensión mínima especificada.

Los valores de las resistencias nominales de las Tablas 1504.3.1 (1) y 1504.3.10 corresponden a tornillos apretados al contacto.

1504.3.4 Tamaños de los agujeros.

- En la Tabla 1504.3.4 se indican los tamaños máximos de los agujeros que pueden utilizarse en juntas remachadas o atornilladas. Los agujeros de placas de base de columnas pueden ser mayores si se requiere por las tolerancias admisibles en la colocación de anclas en cimientos de concreto reforzado.
- Siempre se utilizarán agujeros estándar, excepto cuando el diseñador especifique, en conexiones atornilladas, el uso de agujeros sobredimensionados o alargados. En conexiones remachadas, no se permite el uso de agujeros sobredimensionados o alargados.
- Los agujeros sobredimensionados pueden usarse en cualquiera o en todas las partes unidas en una conexión por fricción, pero su empleo está prohibido en conexiones por aplastamiento. Si las partes exteriores tienen agujeros sobredimensionados, deben colocarse roldanas endurecidas.
- Los agujeros alargados cortos pueden usarse en cualquiera o en todas las partes unidas en una conexión por fricción o por aplastamiento. En conexiones por fricción los agujeros pueden tener cualquier dirección, pero en conexiones por aplastamiento su dimensión mayor debe ser perpendicular a la dirección de la carga. Si las partes exteriores tienen agujeros alargados cortos deben colocarse roldanas, las que deben

ser endurecidas cuando los tornillos sean de alta resistencia.

- Los agujeros alargados largos pueden usarse sólo en una de las partes comunes a cada superficie de falla individual, tanto en juntas de fricción como de aplastamiento. En conexiones por fricción los agujeros pueden tener cualquier dirección, pero en conexiones por aplastamiento su dimensión mayor debe ser perpendicular a la dirección de la carga. Cuando se usan agujeros alargados largos en una parte exterior, deben colocarse roldanas de placa o una solera continua, con agujeros estándar, de tamaño suficiente para cubrir por completo los agujeros alargados.

En conexiones con tornillos de alta resistencia, las roldanas de placa o las soleras continuas deben ser de acero de grado estructural, de no menos de 8 mm de grueso; no es necesario que estén endurecidas. Si en algún caso se requieren roldanas endurecidas con tornillos de alta resistencia, se colocarán sobre la cara exterior de la roldana de placa o de la solera.

1504.3.5 Agarres largos. Cuando la longitud de agarre de remaches, o tornillos de acero ASTM-A307, sea mayor que cinco veces su diámetro, su número se debe aumentar en 1% por cada 1.5 mm de longitud adicional.

1504.3.6 Separaciones mínimas. La distancia entre centros de agujeros para remaches o tornillos, sean estándar, sobredimensionados o alargados, no debe ser, en general, menor que 3 veces el diámetro nominal del conector; de ser necesario, esta distancia puede disminuirse a 2 2/3 veces el diámetro nominal.

1504.3.7 Distancia mínima al borde. La distancia del centro de un agujero estándar al borde de una parte conectada no debe ser menor que el valor aplicable de la Tabla 1504.3.7, ni que la requerida en la Sección 1504.3.1.3.

Si el agujero es sobredimensionado o alargado, la distancia del centro al borde de una parte conectada no debe ser menor que la requerida para un agujero estándar, de acuerdo con la primera parte de esta sección, más el incremento C1 indicado en la Tabla 1504.3.7 (1). Véanse los requisitos de la Sección 1504.3.13 para resistencia por aplastamiento.

1504.3.8 Separación y distancia al borde máximas. La distancia máxima del centro de un tornillo o remache al borde más cercano de las partes en contacto debe ser 12 veces el grueso de la parte conectada en consideración, sin exceder de 150 mm.

TABLA 1504.3.4 TAMAÑOS MÁXIMOS DE AGUJEROS PARA REMACHES Y TORNILLOS¹

Diámetro nominal del remache o tornillo, d		Dimensiones de los Agujeros							
		Estándar (Diámetro)		Sobredimensionados ² (Diámetro)		Alargados Cortos ² (Ancho ´ Longitud)		Alargados Largos ² (Ancho ´ Longitud)	
mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.
12.7	1/2	14.3	9/16	15.9	5/8	14.3 x 17.5	9/16 x 11/16	14.3 x 31.8	9/16 x 1 1/4
15.9	5/8	17.5	11/16	20.6	13/16	17.5 x 22.2	11/16 x 7/8	17.5 x 39.7	11/16 x 1 9/16
19.1	3/4	20.6	13/16	23.8	15/16	20.6 x 25.4	13/16 x 1	20.6 x 47.6	13/16 x 1 7/8
22.2	7/8	23.8	15/16	27.0	1 1/16	23.8 x 28.6	1 5/16 x 1 1/8	23.8 x 55.6	15/16 x 2 3/16
25.4	1	27.0	1 1/16	31.8	1 1/4	27.0 x 33.3	1 1/16 x 1 5/16	27.0 x 63.5	1 1/16 x 2 1/2
≥ 28.6	≥ 1 1/8	d +1.5	d +1/16	d +7.9	d +5/16	(d+1.5) x(d+9.5)	(d+1/16) x(d+3/8)	(d+1.5) x(2.5d)	(d+1/16)x(2.5d)

¹ Los tamaños son nominales.

² No se permiten en conexiones remachadas.

TABLA 1504.3.7 DISTANCIA MÍNIMA DEL CENTRO DE UN AGUJERO ESTÁNDAR¹ AL BORDE DE LA PARTE CONECTADA²

Diámetro nominal del remache o tornillo		Bordes cortados con cizalla		Bordes laminados de perfiles, placas o soleras, o bordes cortados con soplete ³			
		mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.
12.7			1/2	22.2	7/8	19.1	3/4
15.9			5/8	28.6	1 1/8	22.2	7/8
19.1			3/4	31.8	1 1/4	25.4	1
22.2			7/8	38.1	1 1/2 (4)	28.6	1 1/8
25.4			1	44.5	1 3/4 (4)	31.8	1 1/4
28.6			1 1/8	50.8	2	38.1	1 1/2
31.8			1 1/4	57.2	2 1/4	41.3	1 5/8
mayor que 31.8		mayor que 1 1/4		1.75 x Diámetro		1.25 x Diámetro	

¹ Pueden utilizarse distancias menores si se satisfacen las ecuaciones pertinentes de la sección 5.3.13.

² Para agujeros sobredimensionados o alargados los valores de esta tabla se incrementarán en las cantidades C1 dadas en la Tabla 1504.3.7 (1).

³ Todas las distancias al borde de esta columna pueden reducirse en 3 mm (1/8 pulg.) cuando el agujero está en un punto en el que los esfuerzos no exceden del 25% del esfuerzo máximo permisible en el elemento.

⁴ Pueden reducirse a 31.8 mm (1 1/4 pulg.) en los extremos de ángulos y placas de cortante de conexión de vigas.

La separación longitudinal entre conectores colocados en elementos en contacto continuo, consistentes en una placa y un perfil, o dos placas, debe ser la siguiente:

a. Para elementos, pintados o sin pintar, no sujetos a corrosión, no debe exceder de 24 veces el grueso de la placa más delgada, o 300 mm.

b. Para miembros no pintados de acero intemperizable, sujetos a corrosión atmosférica, no debe ser mayor que 14 veces el grueso de la placa más delgada, o 180 mm.

1504.3.9 Tensión o cortante. La resistencia de diseño de remaches, tornillos y barras roscadas que trabajen en tensión o cortante es igual al producto

del factor de resistencia, F_R , por el área nominal de la sección transversal de la parte de vástago no roscada, A_b , y por la resistencia nominal que corresponde a esta parte del vástago, F_n .

$$R = F_R A_b F_n \quad (83)$$

Los factores de resistencia y las resistencias nominales a la tensión o al cortante son los de la Tabla 1504.3.1 (1).

Los tornillos de alta resistencia que trabajen en tensión directa se dimensionarán de manera que la fuerza de tensión de diseño, calculada sin incluir la producida por el apriete inicial, cuando lo haya, no exceda la resistencia de diseño. La fuerza en el tornillo se debe tomar igual a la suma de la producida por las fuerzas externas factorizadas, más la tensión que pueda resultar de la acción de palanca ocasionada por la deformación de las partes conectadas.

Si la conexión está sujeta a cargas repetidas, deben evitarse las fuerzas por acción de palanca, y los tornillos han de pretensionarse.

El esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión, F_u , de los tornillos de alta resistencia, se da en la Sección 1501.3.3, y se repite aquí.

- a. Tornillos A325 de diámetro no mayor de 25mm (1pulg.); $F_u=830$ MPa (8440 kg/cm²);
- b. Tornillos A325 de diámetro mayor de 25 mm (1 pulg.); $F_u=725$ MPa (7380 kg/cm²); y
- c. Tornillos A490, de cualquier diámetro $F_u=1035$ MPa (10550 kg/cm²).

1504.3.10 Tensión y cortante combinados en conexiones por aplastamiento. Los tornillos y remaches sujetos a tensión y cortante combinados se dimensionan de manera que la fuerza de tensión de diseño no sea mayor que la resistencia de diseño, $F_R F_t A_b$, donde F_R se toma igual a 0.75, y el esfuerzo nominal de tensión F_t se determina con las ecuaciones de la Tabla 1504.3.10, en función de f_v , esfuerzo cortante producido por las cargas de diseño. f_v no debe exceder el valor $F_R F_v$.

1504.3.11 Tornillos de alta resistencia en juntas que trabajan por fricción. El diseño por cortante de tornillos de alta resistencia en juntas que no deben deslizar se hace de acuerdo con el Inciso a ó b de esta sección, y se revisa por cortante de acuerdo con la Sección 1504.3.9 ó 1504.3.10, y por aplastamiento según las Secciones 1504.3.4 y 1504.3.13

- a. Conexiones de deslizamiento crítico diseñadas bajo cargas de diseño (factorizadas)

La resistencia de diseño al deslizamiento por tornillo, $F_R r_{str}$, debe ser igual o mayor que la resistencia requerida por tornillo, debida a cargas factorizadas.

$$r_{str} = 1.13 \mu T_b N_s \quad (84)$$

donde

T_b tensión mínima por tornillos dada en la Tabla 1504.3.1;

N_s número de planos de deslizamiento; y

μ coeficiente de deslizamiento medio; éste puede determinarse por medio de ensayos, o tomar los valores siguientes:

1) $\mu = 0.33$, para superficies clase A (superficies de acero sin pintar, libres de escamas de laminado, o superficies con recubrimientos de clase A sobre acero limpiado con chorro de arena);

2) $\mu = 0.50$, para superficies clase B (superficies de acero sin pintar, limpiadas con chorro de arena, o superficies con recubrimientos de clase B sobre acero limpiado con chorro de arena); o

3) $\mu = 0.35$, para superficies clase C (galvanizadas con superficie rugosa).

F_R factor de resistencia que se toma igual a:

1) $F_R=1.0$, para agujeros estándar;

2) $F_R=0.85$, para agujeros sobredimensionados y alargados cortos;

3) $F_R=0.70$, para agujeros alargados largos transversales a la dirección de la carga; o

4) $F_R=0.60$, para agujeros alargados largos paralelos a la dirección de la carga

- b. Conexiones de deslizamiento crítico diseñadas bajo cargas de servicio

La resistencia de diseño al cortante por tornillo, $F_R F_v A_b$, bajo cargas de servicio, debe ser igual o mayor que la fuerza cortante que producen esas cargas en cada tornillo.

F_R se toma igual a 1.0 para agujeros estándar, sobre-dimensionados, alargados cortos y alargados largos cuando el agujero alargado es perpendicular o paralelo a la línea de acción de la fuerza.

TABLA 1504.3.10 ESFUERZOS DE TENSION NOMINALES, F_v , PARA TORNILLOS O REMACHES EN JUNTAS POR APLASTAMIENTO, MPa (kg/cm²)

Descripción de los elementos de unión	La rosca está en el plano de corte	La rosca está fuera del plano de corte
Tornillos A307		410 - 2.5 $f_v \leq 310$ (4150 - 2.5 $f_v \leq 3200$)
Tornillos A325	804 - 2.5 $f_v \leq 620$ (8200 - 2.5 $f_v \leq 6300$)	804 - 2.0 $f_v \leq 620$ (8200 - 2.0 $f_v \leq 6300$)
Tornillos A490	1010 - 2.5 $f_v \leq 775$ (10300 - 2.5 $f_v \leq 7900$)	1010 - 2.0 $f_v \leq 775$ (10300 - 2.0 $f_v \leq 7900$)
Partes roscadas		
Tornillos A449 con diámetro mayor que 38.1 mm (1 1/2 pulg.)	0.98 F_u - 2.5 $f_v \leq 0.75F_u$	0.98 F_u - 2.0 $f_v \leq 0.75F_u$
Remaches A502, Grado 1		407 - 2.4 $f_v \leq 314$ (4150 - 2.4 $f_v \leq 3200$)
Remaches A502, Grado 2		540 - 2.4 $f_v \leq 412$ (5500 - 2.4 $f_v \leq 4200$)

TABLA 1504.3.11 RESISTENCIA NOMINAL AL CORTANTE, F_v , EN MPa (kg/cm²), DE TORNILLOS EN CONEXIONES EN LAS QUE EL DESLIZAMIENTO ES CRITICO ^{1, 2}

Tipo de tornillo	Agujeros estándar	Agujeros sobre-dimensionados y alargados cortos	Agujeros alargados largos	
			Perpendiculares a la línea de acción de la fuerza	Paralelos a la línea de acción de la fuerza
A325	117 (1200)	103 (1050)	83 (840)	69 (700)
A490	145 (1480)	124 (1270)	103 (1050)	90 (915)

¹ Los valores de la tabla están basados en superficies clase A con coeficiente de deslizamiento $m = 0.33$.

² Para cada plano de corte.

F_v es la resistencia nominal al cortante de tornillos en conexiones de deslizamiento crítico, ver Tabla 1504.3.11

Cuando la combinación de cargas incluye viento o sismo, además de las cargas muertas y vivas, la fuerza cortante en el tornillo, producida por las acciones de servicio combinadas, puede multiplicarse por 0.9.

1504.3.12 Tensión y cortante combinados en conexiones por fricción. El diseño de conexiones de deslizamiento crítico sujetas a fuerzas de tensión se debe hacer de acuerdo con los Incisos a y b de la Sección 1504.3.11, o con los Incisos a y b de esta sección.

a. Conexiones de deslizamiento crítico diseñadas bajo cargas factorizadas

Cuando una conexión de deslizamiento crítico está sujeta a una fuerza de tensión T_u que reduce la fuerza de apriete, la resistencia F_{Rstr} calculada de acuerdo con el Inciso a de la Sección 1504.3.11, debe multiplicarse por el factor $1 - T_u / (1.13T_b N_b)$, donde T_b es la pretensión mínima en el tornillo (Tabla 1504.3.1), y N_b es el número de tornillos que resisten la fuerza de tensión factorizada T_u .

b. Conexiones de deslizamiento crítico diseñadas bajo cargas de servicio

Cuando una conexión de deslizamiento crítico está sujeta a una fuerza de tensión T que reduce la fuerza de apriete, la resistencia al deslizamiento por tornillo, $F_v A_b$, calculada según el Inciso b, Sección 1504.3.11, debe multiplicarse por el factor $1 - T / (0.8T_b N_b)$, donde T_b se ha definido arriba, y

Nb es el número de tornillos que resisten la fuerza de tensión de servicio T.

1504.3.13 Resistencia al aplastamiento en los agujeros para tornillos. La resistencia al aplastamiento en agujeros para tornillos es $F_R R_n$, donde F_R se toma igual a 0.75 y R_n es la resistencia nominal al aplastamiento del material conectado, que se calcula como se indica más adelante.

La resistencia al aplastamiento debe revisarse en los dos tipos de conexiones con tornillos de alta resistencia, por aplastamiento y de deslizamiento crítico.

Los agujeros sobredimensionados y alargados, cortos o largos, paralelos a la línea de fuerza, sólo pueden utilizarse en conexiones por fricción, de acuerdo con la Sección 1504.3.4.

TABLA 1504.3.7 (1) VALORES DEL INCREMENTO DE LA DISTANCIA AL BORDE, C_1

Diámetro nominal del tornillo, d		Agujeros sobre-dimensionados		Agujeros alargados			
				Perpendiculares al borde		Paralelos al borde	
				Cortos	Largos ¹		
mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.		
≤ 22.2	≤ 7/8	1.5	1/16	3.2	1/8		
25.4	1	3.2	1/8	3.2	1/8	0.75d	0
≤ 28.6	≤ 1 1/8	3.2	1/8	4.8	3/16		

¹ Cuando la longitud del agujero es menor que la máxima permisible (ver Tabla 1504.3.4), C_1 puede disminuirse en la mitad de la diferencia entre la longitud máxima permisible y la longitud real del agujero

L_c distancia libre, en la dirección de la fuerza, entre el borde de un agujero y el borde del agujero adyacente o del material;

d diámetro nominal del tornillo;

F_u esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión del material conectado; y

t grueso de la parte conectada crítica.

R_n se determina como sigue:

a. Para un tornillo en una conexión con agujeros estándar, sobredimensionados o alargados cortos, independientemente de la dirección de la carga, o con agujeros alargados largos paralelos a la dirección de la fuerza de aplastamiento:

Si la deformación alrededor de los agujeros, bajo cargas de servicio, es una consideración de diseño,

$$R_n = 1.2L_c t F_u \leq 2.4d t F_u \tag{85}$$

Si no lo es

$$R_n = 1.5L_c t F_u \leq 3.0d t F_u \tag{86}$$

b. Para un tornillo en una conexión con agujeros alargados largos perpendiculares a la línea de fuerza,

$$R_n = 1.0L_c t F_u \leq 2.0d t F_u \tag{87}$$

La resistencia total al aplastamiento de una conexión es igual a la suma de las resistencias al aplastamiento de los tornillos individuales que hay en ella.

1504.4 Resistencia de diseño de ruptura.

1504.4.1 Ruptura por cortante. La resistencia de diseño correspondiente al estado límite de ruptura a lo largo de una trayectoria de falla por cortante, en los elementos afectados de los miembros conectados, es igual a $F_R F_n A_{nc}$, donde F_R se toma igual a 0.75, $F_n = 0.60F_u$, y A_{nc} es el área neta de corte a lo largo de la trayectoria de falla.

1504.4.2 Ruptura por tensión. La resistencia de diseño correspondiente al estado límite de ruptura a lo largo de una trayectoria de falla por tensión, en los elementos afectados de los miembros conectados, es igual a $F_R F_n A_{nt}$, donde F_R se toma igual a 0.75, $F_n = F_u$, y A_{nt} es el área neta sujeta a tensión.

1504.4.3 Resistencia de ruptura en bloque por cortante y tensión. En el estado límite de ruptura en bloque por cortante y tensión la resistencia es igual a la suma de las resistencias de ruptura en una o más trayectorias de cortante y la resistencia a la ruptura en tensión en un segmento perpendicular a ellas. Debe revisarse en los extremos de vigas en los que se haya cortado un patín para conectarlas, y en situaciones similares, como conexiones de miembros en tensión y placas de nudo.

Cuando se emplea la resistencia de ruptura en la sección neta para determinar la resistencia de un segmento, en el perpendicular a él se utiliza el esfuerzo de fluencia en la sección total.

La resistencia por ruptura del bloque por cortante y tensión, $F_R R_n$, se determina como sigue:

a. Si $F_u A_{nt} \geq 0.60F_u A_{nc}$

$$F_R R_n = F_R (0.6F_y A_{tc} + F_u A_{nt}) \leq$$

$$F_R (0.6F_u A_{nc} + F_u A_{nt}) \tag{88}$$

b. Si $F_u A_{nt} < 0.60 F_u A_{nc}$

$$F_R R_n = F_R (0.6 F_u A_{nc} + F_y A_{tt}) \leq F_R (0.6 F_u A_{nc} + F_u A_{nt}) \quad (89)$$

donde

F_R se toma igual a 0.75;

A_{tt} área total sujeta a tensión;

A_{tc} área total sujeta a cortante;

A_{nt} área neta sujeta a tensión; y

A_{nc} área neta sujeta a cortante.

1504.5 Elementos de conexión. Esta sección se aplica al diseño de elementos de conexión, como placas de nudo en armaduras, ángulos, ménsulas, y la zona común a los dos miembros en conexiones viga-columna.

1504.5.1 Resistencia de diseño de elementos de conexión en tensión. La resistencia de diseño, $F_R R_n$, de elementos de conexión cargados estáticamente en tensión (por ejemplo, placas de nudo y de empalme) soldados, atornillados o remachados, es el valor más pequeño de los correspondientes a los estados límite de flujo plástico o ruptura en tensión, o de ruptura en bloque de cortante.

a. Cuando el elemento fluye en tensión, F_R se toma igual a 0.9, $R_n = A_t F_y$;

b. Cuando el elemento se fractura en tensión, F_R se toma igual a 0.75, $R_n = A_n F_u$, donde A_n es el área neta, que no debe tomarse mayor que $0.85 A_g$ y

c. Para ruptura en bloque de cortante, ver la sección 1504.4.3.

1504.5.2 Otros elementos de conexión. Se determinará la resistencia de diseño, $F_R R_n$, correspondiente al estado límite aplicable, que debe ser igual o mayor que la resistencia requerida. R_n es la resistencia nominal apropiada a la geometría y tipo de carga del elemento de conexión. Para flujo plástico por cortante,

$$R_n = 0.60 A_t F_y \quad (90)$$

donde F_R se toma igual a 0.9.

1504.6 Empalmes. Las uniones entre tramos de vigas y trabes armadas realizadas por medio de soldaduras de penetración deben desarrollar la resistencia completa de la menor de las secciones empalmadas. Si se usan otros elementos de unión, las conexiones deben desarrollar, cuando menos, la resistencia re-

querida para transmitir las fuerzas existentes en la sección donde se haga el empalme.

1504.7 Resistencia de diseño por aplastamiento. La resistencia de diseño de superficies que transmiten fuerzas por aplastamiento de una en otra es $F_R R_n$, donde F_R se toma igual a 0.75 y R_n se define en seguida para varios casos.

a. Superficies cepilladas o con un acabado semejante

Para superficies cepilladas, pasadores en agujeros escariados o barrenados, y extremos ajustados de atiesadores de apoyo:

$$R_n = 1.8 F_y A_a \quad (91)$$

b. Rodillos o mecedoras en apoyos libre

Si $d \leq 600$ mm

$$R_n = 1.2 (F_y - 88) l d / 20 \quad (92)$$

$$\left(R_n = 1.2 (F_y - 900) l d / 20 \right)$$

Si $d > 600$ mm

$$R_n = 29.4 (F_y - 88) l \sqrt{d} / 20 \quad (93)$$

$$\left(R_n = 9.3 (F_y - 900) l \sqrt{d} / 20 \right)$$

En las ecuaciones 91 a 93:

F_y menor de los esfuerzos de fluencia de los dos materiales en contacto, en MPa (kg/cm² en las expresiones en paréntesis);

A_a área de aplastamiento;

d diámetro del rodillo o la mecedora, en mm (cm en las expresiones en paréntesis); y

l longitud de aplastamiento, en mm (cm en las expresiones en paréntesis).

R_n se obtiene en N (kg en las expresiones en paréntesis).

1504.8 Conexiones rígidas entre vigas y columnas.

Las recomendaciones de esta sección son aplicables al diseño de conexiones entre vigas y columnas en estructuras del tipo 1. Pueden ser soldadas o con tornillos de alta resistencia.

1504.8.1 Definiciones. Se da el nombre de conexión al conjunto de elementos que unen cada miembro a la junta: placas o ángulos por patines o alma, soldaduras, tornillos.

Junta es la zona completa de intersección de los miembros; en la mayoría de los casos, esta zona es la parte de la columna, incluyendo atiesadores y placas de refuerzo del alma, cuando los haya, que queda comprendida entre los planos horizontales que pasan por los bordes superior e inferior de la viga de mayor peralte.

Las placas de refuerzo del alma de la columna pueden estar en contacto con ella o separadas; en el primer caso pueden ser sencillas, en un solo lado del alma, o dobles, en los dos lados; en el segundo caso deben ser dobles, colocadas a distancias iguales del alma.

1504.8.2 Propiedades del material para determinar la resistencia requerida en juntas y conexiones cuyo diseño queda regido por combinaciones de carga que incluyen sismo. La resistencia requerida de una junta o conexión se determina utilizando el esfuerzo de fluencia esperado, F_{ye} , del miembro conectado:

$$F_{ye} = R_y F_y \quad (94)$$

donde R_y es un factor que tiene en cuenta que la resistencia de fluencia de los perfiles reales suele ser mayor que la mínima especificada.

Para perfiles laminados y barras, R_y se toma igual a 1.5 para acero NMX-B-254 (ASTM A36), y a 1.3 para acero NMX-B-284-CANACERO-2017 con $F_y=290$ MPa (2950 kg/cm²) (ASTM A572 Grado 42); para perfiles laminados y barras de otros aceros, como ASTM A992 y NMX-B-284-CANACERO-2017 con $F_y=345$ MPa (3515 kg/cm²) (A572 Grado 50), y para placas, se toma igual a 1.1. Pueden usarse otros valores de R_y si F_{ye} se determina por medio de ensayos hechos de acuerdo con los requisitos del tipo de acero especificado.

1504.8.2.1 Juntas atornilladas. Se diseñan como juntas de deslizamiento crítico, con tornillos de alta resistencia pretensionados; sin embargo, la resistencia de diseño puede calcularse como si los tornillos trabajasen por aplastamiento.

Los agujeros para los tornillos deben ser estándar o alargados cortos, con la dimensión mayor perpendicular a la línea de fuerza.

Las juntas y conexiones se deben configurar de manera que el diseño quede regido por un estado límite de falla dúctil en los miembros que concurren en ellas.

No se permite utilizar tornillos en combinación con soldaduras en la misma superficie de falla.

1504.8.2.2 Juntas soldadas. Si en algún entrepiso de la estructura las conexiones rígidas de las

que depende la resistencia ante fuerzas sísmicas son menos del 50% de las conexiones entre vigas y columnas que hay en él, todas las soldaduras de penetración completa de ese entrepiso se deben hacer con un metal de aportación con tenacidad no menor que 27.5 Joules (2.75 kgm) a una temperatura de 244 K (-29° C), determinada con un ensaye Charpy en V.

Cuando el número de conexiones rígidas es mayor que el indicado en el párrafo anterior, no es necesario cumplir el requisito indicado en este.

Si las conexiones rígidas en algún entrepiso son menos del 25% de las conexiones entre vigas y columnas que hay en él, o si cada una de las conexiones rígidas existentes contribuye en más del 30% a la resistencia total del entrepiso, su diseño se debe basar en los resultados de ensayos bajo cargas cíclicas que demuestren que la conexión puede desarrollar una rotación inelástica no menor de 0.03 radianes. Las conexiones reales se deben construir utilizando materiales, configuraciones, procesos y métodos de control de calidad que se acerquen, tanto como sea posible, a los empleados en las juntas ensayadas.

Pueden utilizarse también conexiones documentadas en la literatura, que hayan demostrado poseer la capacidad de rotación mencionada arriba.

1504.8.3 Condiciones de carga de diseño. Debe tenerse en cuenta si el diseño de las conexiones queda regido por cargas muertas y vivas únicamente, por cargas muertas, vivas y de viento, o por una combinación en la que intervenga el sismo.

1504.8.4 Resistencia de las conexiones.

1504.8.4.1 Conexiones en cuyo diseño no interviene el sismo. Cuando en el diseño no interviene el sismo, la resistencia de la conexión de cada viga debe ser suficiente para transmitir, como mínimo, 1.25 veces las acciones internas de diseño que haya en el extremo de la viga, sin que sea necesario exceder la menor de las cantidades siguientes:

- La resistencia en flexión de la viga, teniendo en cuenta el efecto de la fuerza cortante.
- El momento requerido para producir, en el alma de la columna, una fuerza cortante igual a $0.85F_{yc}d_c t_c$, donde F_{yc} es el esfuerzo de fluencia del acero de la columna, y d_c y t_c son su peralte total y el grueso del alma.

La conexión del alma se diseña para transmitir la fuerza cortante. No es necesario retirar las placas

de respaldo requeridas para efectuar las soldaduras a tope de los patines.

1504.8.4.2 Conexiones en cuyo diseño interviene el sismo. Cuando el diseño queda regido por una condición de carga que incluye sismo, la resistencia de la conexión de cada viga debe ser suficiente para transmitir el menor de los momentos siguientes:

- Un momento M_u igual, como mínimo, a $1.1R_y M_{pv}$, donde M_{pv} es el momento plástico nominal de la viga, y R_y corresponde al acero de la misma.
- El momento máximo que pueda ser transmitido por el sistema.

Cuando los patines de las vigas estén unidos a las columnas con soldaduras de penetración completa, éstas se deben hacer en posición horizontal, con placas de respaldo y de extensión; las placas de extensión se deben remover en todos los casos, procurando no dañar ni la viga ni la columna, y reparándolas, de ser necesario, dándoles un acabado liso.

La placa de respaldo del patín inferior se debe remover siempre; además, se limpiará la raíz de la soldadura, hasta descubrir metal sano, se resolverá, y se reforzará con una soldadura de filete.

La placa de respaldo del patín superior puede dejarse, pero si se hace así, debe colocarse una soldadura de filete, continua, entre su borde inferior y el patín de la columna, debajo de la soldadura de penetración completa. Si se quita, se procede igual que con la placa del patín inferior.

El alma de la viga se debe conectar a la columna directamente, por medio de soldaduras que resistan la fuerza cortante en la viga y la porción del momento plástico de su sección que corresponda al alma, o a través de una placa vertical, que se une a la columna con soldaduras semejantes a las que se acaban de mencionar; en el segundo caso, la viga se une a la placa con soldaduras o tornillos de alta resistencia de resistencia adecuada.

No se permite el uso de soldaduras de penetración parcial ni de filete en la unión de patines o placas horizontales con la columna

En cualquier caso, sea que en la condición de diseño intervenga o no el sismo, la unión entre viga y columna puede hacerse por medio de placas horizontales colocadas encima del patín superior de la viga, y debajo del inferior, tomando todas las medidas y cuidados mencionados arriba.

Para permitir la colocación de la placa de respaldo en el patín superior, y soldar el patín inferior

completo, incluyendo la parte que se une con el alma, se deben hacer agujeros de acceso, de dimensiones adecuadas, en el alma de la viga, cuidando que no sean mayores que lo necesario.

1504.8.5 Placas de continuidad (atiesadores horizontales en la columna). Cuando el diseño queda regido por una condición de carga que incluye sismo, deben colocarse placas de continuidad (atiesadores horizontales en los dos lados del alma de la columna) que satisfagan los requisitos que se mencionan a continuación.

Si las conexiones se hacen soldando directamente a la columna los patines o las placas horizontales, las placas de continuidad deben transmitir las fuerzas de los patines de la viga al alma, o almas, de la columna; el grueso y ancho total de las placas de continuidad no deben ser menores que los del patín de la viga o de la placa horizontal.

La unión entre las placas de continuidad y las caras interiores de los patines de la columna se debe hacer con soldaduras de penetración, o con filetes colocados en los dos lados de la placa, que deben tener una resistencia de diseño no menor que la del área de contacto de la placa con los patines de la columna.

Las soldaduras entre las placas de continuidad y el alma de la columna deben tener una resistencia de diseño al corte no menor que la más pequeña de las cantidades siguientes:

- La suma de las resistencias de diseño de las uniones entre las placas de continuidad y los patines de la columna.
- La resistencia de diseño al cortante del área de contacto de la placa con el alma de la columna.
- La resistencia de diseño al cortante del alma de la columna en la junta.
- La fuerza que transmite el atiesador.

Las placas de continuidad deben dimensionarse de manera que no fallen por pandeo local; para ello, deben satisfacer los requisitos de la Sección 1502.3.

1504.8.6 Revisión de los patines y del alma de la columna frente a los patines (o placas horizontales) de la viga. Deben satisfacerse las condiciones siguientes:

- Frente al patín en tensión de la viga. Deben satisfacerse las condiciones indicadas en las Secciones 1503.7.2 y 1503.7.3.
- Frente al patín comprimido de la viga. Deben satisfacerse las condiciones indicadas en las Secciones 1503.7.3 y 1503.7.6.

Ha de tenerse en cuenta que los momentos en los extremos de las columnas, debidos a viento o sismo, pueden cambiar de signo.

Las acciones de diseño con las que se comparan las resistencias determinadas de acuerdo con las Secciones 1503.7.2, 1503.7.3 y 1503.7.6 son:

- c. Cuando el diseño queda regido por cargas muertas y vivas únicamente, o por cargas muertas, vivas y de viento, la fuerza transmitida por el patín o la placa de conexión, producida por las acciones de diseño multiplicadas por 1.25, sin exceder la correspondiente a la resistencia máxima en flexión de la viga.
- d. Cuando en la combinación de cargas de diseño interviene el sismo, el menor de los valores $1.1R_v M_{pv} / d_v$ y $1.1R_v A_p F_{yv}$, donde M_{pv} es el momento plástico resistente de la viga, d_v su peralte, A_p y F_{yv} el área y el esfuerzo de fluencia del patín de la viga, o de la placa horizontal, que transmite la fuerza a la columna

En conexiones en cuyo diseño no interviene el sismo, deben satisfacerse los requisitos de la Sección 1503.7.28.

1504.8.7 Revisión del alma de la columna. Las almas de las vigas conectadas a los patines de las columnas de sección H deben estar en el mismo plano que el alma de la columna.

- a. La resistencia al cortante del alma de la columna en la junta, calculada como se indica a continuación, debe ser suficiente para resistir las fuerzas cortantes horizontales producidas por las acciones de diseño indicadas en los Incisos c y d, Sección 1504.8.6, sin exceder de $0.8SR_v M_p$ de las vigas que conectan con los patines de la columna.

La resistencia nominal R_v del alma de la columna se determina con la que sea aplicable de las ecuaciones 3.99 y 3.100 de la sección 3.7.7 de las NTC, y la resistencia de diseño es $F_R R_v$, donde F_R se toma igual a 0.75.

En el grueso del alma se incluyen las placas adosadas a ella, cuando las haya.

- b. La suma del peralte más el ancho de la zona del alma de la columna comprendida en la junta, dividida entre su grueso, no debe exceder de 90. En este cálculo, el grueso sólo incluye las placas adosadas al alma de la columna cuando están ligadas a ella con soldaduras de tapón, que impiden el pandeo de las placas aisladas.
- c. Las placas de refuerzo del alma de la columna se sueldan a los patines de ésta con soldaduras de penetración completa, o con soldaduras de fi-

lete que desarrollen la resistencia de la placa al cortante. Cuando están adosadas al alma, debe colocarse soldadura suficiente, en sus bordes superior e inferior, para transmitir al alma la fuerza total en las placas. Si están separadas del alma de la columna, deben ser dos, simétricas respecto al alma, unidas a las placas de continuidad con soldadura suficiente para transmitirles la fuerza total que hay en ellas.

1504.8.8 Patines de las vigas. En las regiones donde se formarán articulaciones plásticas no se permiten cambios bruscos en el área de los patines de las vigas, ni tampoco agujeros para tornillos, a menos que el cociente F_v / F_u sea menor que 0.67.

1504.8.9 Vigas conectadas al alma de la columna. Cuando las vigas lleguen al alma de la columna, debe ser necesario que ésta reciba también vigas en los dos o, al menos, en uno de sus patines. La viga o vigas que lleguen al alma se conectarán, en los dos patines, por medio de placas horizontales que sirvan, al mismo tiempo, como atiesadores de la columna, por lo que, de preferencia, estarán al mismo nivel que los patines o las placas horizontales de conexión de la viga o vigas que se apoyan en los patines de la columna.

Si la columna recibe una sola viga por el alma, el otro lado de ésta se rigidizará adecuadamente.

1504.8.10 Relación entre los momentos en vigas y columnas. Cuando en el diseño intervienen las acciones sísmicas, en las juntas debe satisfacerse la relación siguiente:

$$\frac{\Sigma M_{pc}^*}{\Sigma M_{pv}^*} > 1.0 \tag{95}$$

donde

ΣM_p^* suma de los momentos en las dos columnas que concurren en la junta, determinada en la intersección de los ejes de vigas y columnas; se obtiene sumando las proyecciones, en el eje de las vigas, de las resistencias nominales en flexión de las dos columnas, reducidas por fuerza axial. Cuando los ejes de las vigas que llegan a la junta no coinciden, se utiliza la línea media entre ellos.

Puede tomarse $\Sigma M_p^* = \Sigma Z_c (F_{yc} - P_{uc} / A_c)$,

ΣM_p^* suma de los momentos en la viga, o vigas, que concurren en la junta, determinada en la intersección de los ejes de vigas y columnas; se obtiene sumando las proyecciones, en el eje de las columnas, de las resistencias nominales en flexión de las vigas en los puntos en los que se forman las articulaciones plásticas.

$\Sigma M_p^* = \Sigma(1.1R_y M_{pv} + M_v)$, donde M_v es el momento adicional que se obtiene multiplicando la fuerza cortante en la articulación plástica por la distancia de ésta al eje de la columna.

En las expresiones anteriores,

A_c y Z_c área total y módulo de sección plástico de la columna, respectivamente;

P_{uc} fuerza axial de compresión de diseño en ella (un número positivo); y

F_{yc} esfuerzo de fluencia mínimo especificado del acero de la misma.

La condición dada por la ecuación 95 no se aplica a edificios de un solo piso ni al nivel superior de edificios altos.

1504.9 Uniones con estructuras de concreto.

1504.9.1 Bases de columnas y aplastamiento en concreto. Deben tomarse todas las medidas necesarias para asegurar una transmisión correcta de cargas y momentos de las columnas a los cimientos de concreto en los que se apoyan.

Los valores de diseño en las áreas de aplastamiento son $F_R P_p$, donde F_R se toma igual a 0.6 y P_p vale:

Cuando la carga está aplicada sobre el área total del apoyo de concreto, A_t ,

$$P_p = 0.85 f_c' A_t \quad (96)$$

Cuando la carga está aplicada sobre un área menor que la total del apoyo de concreto

$$P_p = 0.85 f_c' A_t \sqrt{A_2 / A_1} \quad (97)$$

donde

f_c' esfuerzo de ruptura en compresión del concreto;

A_1 área de contacto; y

A_2 área de la figura de mayor tamaño, semejante al área de contacto y concéntrica con ella, que puede inscribirse en la superficie de concreto que recibe la carga.

$$\sqrt{A_2 / A_1} \leq 2.$$

1504.9.2 Anclas e insertos. Se deben tomar las medidas necesarias para que la estructura de

concreto resista las cargas transmitidas por las anclas o insertos metálicos con un factor de seguridad adecuado para que la resistencia de diseño de las anclas o insertos no se vea disminuida por fallas locales o generalizadas de la estructura de soporte.

Las anclas se deben diseñar para transmitir las fuerzas cortantes que aparezcan en las bases de las columnas, a menos que se utilicen otros mecanismos de transmisión; también deberán transmitir a la estructura de soporte todas las fuerzas de tensión, incluyendo las que resulten de momentos debidos al empotramiento completo o parcial de las columnas.

El diseño de los elementos de acero estructural del inserto se debe hacer de acuerdo con el Capítulo 16.

Los pernos y barras que se utilicen como anclas, y que deban transmitir fuerzas de tensión, deben estar ahogados en el concreto una longitud suficiente, y/o deben tener placas de anclaje en el extremo, para transmitir la fuerza de diseño al concreto por adherencia, cortante, aplastamiento, o una combinación de varios de esos efectos.

Las fuerzas cortantes se transmitirán del inserto al concreto por medio de pernos de cortante o por cortante-fricción.

Cuando se suelden elementos a insertos ya instalados, que estén en contacto con el concreto, se deben tomar las precauciones necesarias para evitar una expansión térmica excesiva del inserto, que pueda ocasionar descascaramiento o agrietamiento del concreto o esfuerzos excesivos en las anclas del inserto.

El anclaje a estructuras de concreto puede hacerse por medio de elementos postensados de acero de alta resistencia. El material y los requisitos de diseño de los elementos de acero de alta resistencia y de sus anclajes y accesorios, así como los procedimientos de fabricación e instalación, estarán de acuerdo con las especificaciones de los códigos aplicables.

CAPÍTULO 16 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE SECCIÓN COMPUESTA

SECCIÓN 1601 ESTRUCTURAS DE SECCIÓN COMPUESTA

1601. Generalidades. Esta sección se refiere al diseño de miembros estructurales formados por perfiles de acero que trabajan en conjunto con elementos de concreto reforzado, o con recubrimientos o rellenos de este material. Se tratan en ella columnas compuestas, formadas por perfiles de acero, laminados o hechos con secciones o placas remachadas, atornilladas o soldadas, o por tubos o miembros de sección transversal rectangular hueca de acero, ahogados en concreto reforzado o rellenos de este material, y vigas o trabes, armaduras o largueros de alma abierta, o joists, de acero, ahogados en concreto reforzado o que soportan una losa, interconectados de manera que los dos materiales trabajen en conjunto.

Se incluyen vigas compuestas libremente apoyadas o continuas, ligadas con la losa de concreto por medio de conectores de cortante, o ahogadas en concreto.

1601.2 Miembros comprimidos. Son columnas compuestas las que están formadas por un perfil de acero, laminado o hecho con placas, ahogado en concreto, o por un elemento de acero, de sección transversal hueca, circular o rectangular, relleno de concreto, que cumplen las condiciones que se indican a continuación.

1601.21 Limitaciones. Para que un miembro comprimido pueda considerarse una columna compuesta debe cumplir las condiciones siguientes:

- El área de la sección transversal del elemento de acero es, cuando menos, el 4% del área de la sección transversal compuesta total.
- El concreto que recubre la sección de acero está reforzado con barras longitudinales de carga, barras longitudinales para restringir el concreto, y estribos transversales. Las barras longitudinales de carga son continuas a través de los pisos; las que restringen el concreto pueden interrumpirse en ellos. La separación entre estribos no excede de 2/3 de la dimensión menor de la sección compuesta ni de 300 mm. El área de la sección transversal de cada una de las barras que forman el refuerzo, longitudinal y transversal, no es menor de 9 mm² por cada 50 mm de separación entre barras. El recubrimiento del refuerzo es, cuando menos, de 40 mm medidos al borde exterior de las barras colocadas por fuera, sean longitudinales o estribos.

c. Si el concreto es de peso volumétrico normal, su resistencia especificada en compresión, f'_c , no es menor de 20 MPa (200 kg/cm²) ni mayor de 54 MPa (550 kg/cm²); si es ligero tendrá una resistencia no menor de 29 MPa (300 kg/cm²).

d. Si el límite de fluencia del acero, sea estructural o de refuerzo, es mayor de 412 MPa (4200 kg/cm²), en el cálculo de resistencia se debe tomar ese valor.

e. El grueso t de las paredes de las secciones tubulares de acero estructural rellenas de concreto

no es menor que $b\sqrt{F_y/3E}$ para cada cara de ancho b en secciones rectangulares o cuadradas,

ni que $D\sqrt{F_y/8E}$ en secciones circulares de diámetro exterior D , ni que 3 mm en cualquier caso. E es el módulo de elasticidad del acero y F_y corresponde al acero del perfil.

1601.2.2 Resistencia de diseño. La resistencia de diseño R_c de las columnas compuestas comprimidas axialmente se determina con las ecuaciones 3.3 y 3.4 de la sección 3.2 de las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcción del Distrito Federal, 2004 (NTC-RCDF-2004), con $n=1.4$, en las que se hacen las modificaciones siguientes:

F_R se toma igual a 0.85;

a. A_t es el área total de la sección transversal del elemento de acero estructural;

r es el radio de giro del elemento de acero estructural; cuando se trate de una sección ahogada en concreto, no se tomará menor que 0.3 veces la dimensión total de la sección compuesta, en el plano en que se estudie el pandeo.

b. F_y y E se sustituyen por los valores modificados F_{my} y E_m :

$$F_{my} = F_y + C_1 F_{yr} \frac{A_r}{A_t} + C_2 f_c^* \frac{A_c}{A_t} \quad (1)$$

$$E_m = E + C_3 E_c \frac{A_c}{A_t} \quad (2)$$

donde

- A_c área de concreto;
- A_t área del elemento de acero estructural;
- A_r área de las barras de refuerzo longitudinales;
- E módulo de elasticidad del acero;
- E_c módulo de elasticidad del concreto. Para concretos clase 1 se supone igual a $4400\sqrt{f_c'}$, para concretos con agregado grueso calizo y $3500\sqrt{f_c'}$ si el agregado grueso es basáltico; y para los clase 2, igual a $2500\sqrt{f_c'}$; en cualquiera de los casos, tomando f_c' en MPa, se obtiene E_c en esas mismas unidades ($14000\sqrt{f_c'}$, $11000\sqrt{f_c'}$ y $8000\sqrt{f_c'}$, respectivamente, si se usan kg/cm²). Para concretos ligeros, se debe determinar de acuerdo con lo prescrito en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, donde también se dan las características de los concretos clase 1 y 2;
- F_y esfuerzo de fluencia mínimo especificado del acero del perfil o sección tubular;
- F_{yr} esfuerzo de fluencia mínimo especificado de las barras de refuerzo longitudinal;
- f_c' resistencia especificada del concreto en compresión;
- f_c^* resistencia nominal del concreto en compresión, igual a $0.8f_c'$; y

C_1, C_2, C_3 coeficientes numéricos; para secciones tubulares rellenas de concreto,

$$C_1=1.0, C_2=0.85, C_3=0.4;$$

para perfiles ahogados en concreto,

$$C_1=0.5, C_2=0.6, C_3=0.2.$$

1601.2.3 Columnas con varios perfiles de acero.

Si la sección compuesta está formada por dos o más perfiles de acero, éstos deben unirse entre sí por medio de diagonales o placas interrumpidas, que satisfagan los requisitos aplicables de la Sección 1603.2.

1601.2.4 Transmisión de cargas. Las cargas aplicadas en columnas compuestas formadas por una sección de acero ahogada en concreto, en compresión axial, se deben transmitir entre el acero y el concreto de acuerdo con los requisitos siguientes:

sión axial, se deben transmitir entre el acero y el concreto de acuerdo con los requisitos siguientes:

a. Cuando la fuerza exterior se aplica directamente a la sección de acero, se deben colocar los conectores de cortante necesarios para transmitir la fuerza V_u' dada por

$$V_u' = V_u \left(1 - \frac{A_t F_y}{R_{nc}} \right) \tag{3}$$

b. Cuando la fuerza exterior se aplica directamente al concreto, se deben colocar los conectores de cortante necesarios para transmitir la fuerza V_u' dada por

$$V_u' = V_u \frac{A_t F_y}{R_{nc}} \tag{4}$$

donde

- V_u fuerza que se introduce en la columna;
- A_t y F_y área y esfuerzo de fluencia de la sección de acero; y
- R_{nc} resistencia nominal en compresión de la columna compuesta, calculada dividiendo entre $FR=0.85$ la resistencia de diseño R_c determinada como se indica en la sección 1601.1.2.

Los conectores de cortante que transmiten la fuerza V_u' deben distribuirse a lo largo del miembro. La separación entre ellos no debe ser mayor de 400 mm, y se deben colocar, cuando menos, en dos caras de la sección de acero, con una configuración simétrica con respecto a los ejes de esa sección.

Cuando el área del concreto de soporte en el que se apoya la carga es más ancha que la zona cargada directamente, en uno o más de sus lados, y su expansión lateral está restringida en los restantes, la resistencia máxima de diseño del concreto se toma igual a $1.7F_R f_c' A_B$, donde $F_R=0.65$ es el factor de resistencia para aplastamiento del concreto, y A_B es el área cargada.

1601.3 Miembros en flexión. Esta sección se aplica a vigas compuestas formadas por secciones I, armaduras o largueros de alma abierta, joists, de acero estructural, interconectadas con una losa de concreto reforzado que se apoya directamente en el elemento de acero, o con una lámina acanalada sobre la que se cuela una losa de concreto, y a los mismos elementos de acero ahogados en concreto reforzado.

Las vigas compuestas con armaduras o largueros de alma abierta sólo pueden utilizarse en elementos li-

brememente apoyados, que no formen parte del sistema que resiste las acciones laterales, a menos que en el diseño se tenga en cuenta la estabilidad de las cuerdas inferiores en las conexiones.

1601.3.1 Hipótesis de diseño y métodos de análisis.

a. Distribuciones de esfuerzos en zonas donde se alcanza la resistencia última de la sección por plastificación completa de la misma.

- 1) Cuando la losa, que está ligada a la viga, armadura o larguero de alma abierta de acero, por medio de conectores de cortante, forma parte del patín comprimido de la sección compuesta (zonas de momento positivo), se supone que el esfuerzo de compresión en el concreto tiene un valor f_c'' igual a

$$0.85f_c^* \quad (5)$$

uniforme en toda la zona comprimida, y se desprecia su resistencia a la tensión. Se considera, además, que la sección de acero completa está sometida a un esfuerzo uniforme igual a F_y , tanto en la zona que trabaja en tensión como en la zona comprimida, cuando ésta existe. La fuerza de tensión neta en la sección de acero debe ser igual a la fuerza de compresión en la losa de concreto.

- 2) Cuando la losa, que está ligada a la viga de acero por medio de conectores de cortante, se encuentra junto al patín en tensión (zonas de momento negativo), se supone que las barras de refuerzo paralelas a la viga contenidas en el ancho efectivo de la losa trabajan a un esfuerzo de tensión igual a $F_{y'}$, siempre que se satisfagan los requisitos de anclaje contenidos en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, y se desprecia la resistencia a la tensión del concreto. Se considera que todo el perfil de acero está sometido a un esfuerzo uniforme, igual a F_y , ya sea en tensión o en compresión. La fuerza neta de compresión en la sección de acero debe ser igual a la fuerza total de tensión en las barras de refuerzo.

b. Distribución de esfuerzos en el intervalo elástico.

Para determinar la distribución de esfuerzos en el intervalo elástico se supone que las deformaciones unitarias en el acero y el concreto varían linealmente con la distancia al eje neutro. Los esfuerzos se obtienen multiplicando las deformaciones unitarias por el módulo de elasticidad del material que se esté considerando.

Los esfuerzos máximos en el acero, de tensión o compresión, y las compresiones en el concreto, correspondientes a solicitaciones de diseño, no deben exceder de F_y y f_c'' , respectivamente. Se desprecia la resistencia a la tensión del concreto.

c. Construcción compuesta completa.

La viga trabaja en construcción compuesta completa cuando el número y la resistencia de los conectores de cortante son suficientes para desarrollar la resistencia máxima a la flexión de la sección compuesta. En este caso, al calcular distribuciones de esfuerzos en el intervalo elástico se supone que no hay deslizamiento entre la losa y el perfil de acero.

d. Construcción compuesta parcial.

Si la resistencia al cortante de los conectores es menor que la necesaria para la construcción compuesta completa, son los conectores los que gobiernan la resistencia a la flexión de la viga, que en estas condiciones trabaja en construcción compuesta parcial. En el cálculo de deflexiones y vibraciones bajo cargas de trabajo, en el estudio de fenómenos de fatiga, y en otros cálculos que se hagan en régimen elástico, debe incluirse el efecto del deslizamiento entre la losa y el perfil de acero.

e. Vigas, armaduras y largueros de alma abierta, ahogados en concreto.

Puede suponerse que las vigas, armaduras y largueros de alma abierta, ahogados por completo en concreto colado al mismo tiempo que la losa están interconectados con él por adherencia natural, de manera que trabajan en construcción compuesta sin necesidad de conectores de cortante; para que esta suposición sea correcta han de cumplirse las condiciones siguientes:

- 1) Las vigas, armaduras o largueros de alma abierta no están pintados;
- 2) El recubrimiento de concreto en los lados y en la parte inferior del elemento de acero debe ser, como mínimo, de 50 mm;
- 3) El borde superior del elemento de acero está, cuando menos, 40 mm debajo del borde superior y 50 mm encima del borde inferior de la losa; y
- 4) El concreto que rodea al elemento de acero está provisto de una malla u otro acero de refuerzo adecuado para evitar que se desconche.

f. Métodos de análisis. Al efectuar el análisis de estructuras que contengan vigas compuestas deben considerarse las propiedades efectivas de las

secciones en el instante en que se aplica cada incremento de carga, las que dependen de que el concreto haya o no fraguado en ese instante. Este aspecto se debe tener en cuenta, entre otros casos, al determinar las rigideces relativas de miembros en estructuras continuas.

g. Análisis elástico.

Para realizar análisis elásticos de vigas compuestas continuas no acarteladas es aceptable suponer que la rigidez de cada tramo es constante en toda su longitud; esta rigidez puede calcularse con el promedio pesado de los momentos de inercia en las zonas de momento positivo y negativo.

Si el elemento de acero estructural es de alma abierta, deben tenerse en cuenta las recomendaciones del segundo párrafo de la Sección 1601.3.

h. Análisis plástico.

Cuando se utiliza análisis plástico, la resistencia de miembros compuestos en flexión se determina tomando como base las distribuciones de esfuerzos en secciones completamente plastificadas, dadas arriba.

Si el elemento de acero estructural es de alma abierta, deben tenerse en cuenta las recomendaciones del segundo párrafo de la Sección 1601.3.

1601.3.2 Ancho efectivo. El ancho efectivo de la losa de concreto, medido a cada lado del eje del elemento de acero, se toma igual a la menor de las distancias siguientes:

- a. Un octavo del claro de la viga, medido entre centros de los apoyos;
- b. La mitad de la distancia al eje de la viga adyacente; o
- c. La distancia al borde de la losa.

1601.3.3 Diseño de vigas compuestas con conectores de cortante.

- a. Losa de concreto en compresión (zonas de momento positivo).

La viga compuesta está formada por el perfil, armadura o larguero de acero, los conectores de cortante y la losa de concreto o la lámina acanalada con el concreto colado sobre la misma.

Las propiedades de la sección compuesta se determinan despreciando el concreto que trabaja en tensión.

Las armaduras y los largueros de alma abierta sólo pueden utilizarse en construcción compuesta completa; el eje neutro de la sección transformada debe estar dentro de la losa, de manera que todo el elemento de acero trabaje en tensión, ver Caso 1; el área de la cuerda superior no se toma en cuenta al determinar las propiedades de la sección compuesta.

El momento resistente de diseño, M_{RC} , de una sección compuesta con la losa en compresión, es igual a $F_R M_n$, donde F_R se toma igual a 0.85 y M_n es el momento resistente nominal, que se calcula como se indica a continuación.

Caso 1. Construcción compuesta completa y eje neutro plástico en la losa; $\Sigma Q_n > A_s F_y$ y $A_s F_y \leq b_e t f_c$, donde ΣQ_n es la suma de las resistencias nominales de todos los conectores de cortante colocados entre los puntos de momento máximo y de momento nulo, b_e el ancho efectivo y t el grueso de la losa de concreto.

$$M_n = T_r e' = A_s F_y e' \tag{6}$$

e' , brazo del par resistente, se calcula con

$$a = \frac{A_s F_y}{b_e f_c} \tag{7}$$

Caso 2. Construcción compuesta completa y eje neutro en la sección de acero.

$$\Sigma Q_n \geq b_e t f_c \text{ y } b_e t f_c < A_s F_y$$

$$M_n = C_r e + C_r' e' \tag{8}$$

$$C_r' = b_e t f_c \tag{9}$$

$$C_r = \frac{A_s F_y - C_r'}{2} \tag{10}$$

Caso 3. Construcción compuesta parcial; $\Sigma Q_n < b_e t f_c$ y $< A_s F_y$

$$M_{RC} = C_r e + C_r' e' \tag{11}$$

$$C_r' = \Sigma Q_n \tag{12}$$

$$C_r = \frac{A_s F_y - C_r'}{2} \tag{13}$$

e' , brazo del par resistente, se calcula con

$$a = \frac{C_r'}{b_e f_c} = \frac{\Sigma Q_n}{b_e f_c} \tag{14}$$

No se considera acción compuesta en el cálculo de resistencias en flexión cuando ΣQ_n es menor que 0.4 veces el menor de los valores $0.85b_e t_{fc}''$ y $A_s F_y$, ni en el cálculo de deflexiones cuando ΣQ_n es menor que 0.25 veces el menor de los valores $0.85b_e t_{fc}''$ y $A_s F_y$.

En las expresiones anteriores

A_s área de la sección transversal de la sección de acero;

T_r resistencia en tensión de la parte del área de acero que trabaja en tensión, aplicada en el centroide de esa parte;

C_r resistencia en compresión de la parte del área de acero que trabaja en compresión, aplicada en el centroide de esa parte;

C_r' resistencia en compresión de la parte del área de concreto que trabaja en compresión, aplicada en el centroide de esa parte;

a profundidad de la zona de concreto que trabaja en compresión;

e brazo de palanca entre la resistencia en compresión del acero, C_r , y su resistencia en tensión, T_r ; y

e' brazo de palanca entre la resistencia en compresión del concreto, C_r' , y la resistencia en tensión del acero, T_r .

b. Pandeo local del alma

El pandeo local del alma puede limitar la resistencia en flexión de una sección compuesta, que trabaja en flexión positiva, cuando el alma de la viga es esbelta, y una parte importante de ella trabaja en compresión.

Si $h/t_a \leq 3.71 \sqrt{E/F_y}$, F_R se toma igual a 0.85, y M_n momento resistente nominal de la sección compuesta, se determina utilizando la distribución de esfuerzos en secciones compuestas completamente plastificadas.

Si $h/t_a > 3.71 \sqrt{E/F_y}$, F_R se toma igual a 0.9, y M_n se determina por superposición de esfuerzos elásticos, teniendo en cuenta, en su caso, el efecto del apuntalamiento durante la construcción.

h y t_a son el peralte y el grueso del alma de la sección.

c. Losa de concreto en tensión (zonas de momento negativo)

El momento resistente de diseño M_R de las zonas que trabajan en flexión negativa puede tomarse igual al de la sección de acero sola (ver sección 3.3 de las NTC-RCDF-2004) o, si la viga es tipo 1 ó 2 (ver sección 2.3 de las NTC-RCDF-2004), y está contraventeada adecuadamente, puede calcularse con $F_R=0.85$ y con el momento M_n correspondiente a las hipótesis de la Sección 1601.3.1, Inciso a, Punto 2.

1601.3.4 Losa con lámina de acero acanalada.

a. Generalidades

La resistencia de diseño en flexión, $M_{RC}=F_R M_{n'}$ de elementos compuestos formados por una losa de concreto colada sobre una lámina de acero acanalada conectada a vigas, armaduras o largueros de alma abierta (en el resto de esta sección se les da el nombre general de vigas), se determina como se indica en la Sección 1601.3.1 a la Sección 1601.3.3, con las modificaciones que siguen.

Esta sección se aplica a láminas acanaladas con nervaduras de altura nominal no mayor de 76 mm y ancho medio de 50 mm o más, pero en los cálculos no se tomará el ancho de las costillas de concreto mayor que la distancia libre mínima en la parte superior de la nervadura. En el Inciso c de esta sección se indican restricciones adicionales.

La losa de concreto se debe unir a la viga de acero por medio de conectores de cortante de barras de acero con cabeza, headed steel studs, de diámetro no mayor de 19 mm, que se deben soldar a la viga directamente o a través de la lámina y, una vez instalados, deben sobresalir no menos de 38 mm del borde superior de la lámina.

Los conectores se pueden soldar a través de un máximo de dos láminas en contacto, cada una de ellas de no más de 1.71 mm de grueso total, incluyendo recubrimientos de 1.52 mm de grueso nominal de la lámina de acero más un recubrimiento de zinc no mayor que el proporcionado por 275 g/m². En caso contrario se deben utilizar los procedimientos y se deben tomar las precauciones indicadas por el fabricante de los conectores, o las láminas se perforarán previamente.

El grueso de la losa de concreto, por encima de la lámina, debe ser, como mínimo, de 50 mm.

b. Nervaduras perpendiculares a la viga de acero.

Cuando las nervaduras de la lámina acanala-

da son perpendiculares a la viga de acero, en la determinación de las propiedades de la sección y en el cálculo de A_c se desprecia el concreto colocado debajo de la parte superior de la lámina. A_c es el área efectiva de la losa de concreto.

La separación de los conectores de cortante colocados a lo largo de la viga no debe ser mayor de 900 mm.

La resistencia nominal de un conector de cortante de barra con cabeza se obtiene multiplicando el valor estipulado en la Sección 1601.5 por el factor de reducción siguiente:

$$\frac{0.85}{\sqrt{N_r}} (w_r/h_r) [(H_s/h_r) - 1.0] \leq 1.0 \quad (15)$$

donde

h_r y w_r altura nominal y ancho medio de la nervadura, respectivamente;

H_s longitud del conector después de soldarlo (se toma igual o menor que $h_r + 76$ mm, aunque la altura real sea mayor); y

N_r número de conectores en una nervadura en su intersección con la viga (en los cálculos, no más de tres, aunque haya más conectores).

Cuando se coloca un solo conector en una nervadura perpendicular a la viga de acero, el factor de resistencia de la ecuación 15 no debe ser mayor de 0.75.

Para evitar que se levante y se separe de los elementos que la soportan, la lámina debe estar anclada a éstos en puntos separados no más de 450 mm; el anclaje puede ser proporcionado por los conectores de cortante, una combinación de conectores y puntos de soldadura al arco eléctrico, u otros medios especificados por el diseñador.

c. Nervaduras paralelas a la viga de acero

Cuando las nervaduras de la lámina acanalada son paralelas a la viga de acero, en la determinación de las propiedades de la sección puede incluirse el concreto colocado debajo de la parte superior de la lámina, y en el cálculo de A_c , ver Sección 1601.5, debe incluirse ese concreto.

Las nervaduras de la lámina que quedan sobre la viga de soporte pueden cortarse longitudinalmente y separarse, para formar una costilla de concreto más ancha.

Cuando la altura nominal de la lámina acanalada es de 38mm o más, el ancho promedio w_r de la costilla apoyada en la viga no debe ser menor de 50 mm para el primer conector en una hilera transversal, más cuatro diámetros por cada conector adicional.

La resistencia nominal de un conector de cortante de barra de acero con cabeza es el valor estipulado en la Sección 1601.5, pero cuando w_r/h_r es menor que 1.5, ese valor se multiplica por el factor de reducción

$$0.6(w_r/h_r) [(H_s/h_r) - 1.0] \leq 1.0 \quad (16)$$

donde w_r , h_r y H_s se definieron arriba.

1601.3.5 Resistencia de diseño de vigas ahogadas en concreto. La resistencia de diseño en flexión, $F_R M_n$, se debe evaluar tomando F_R igual a 0.9 y determinando M_n por superposición de esfuerzos elásticos, teniendo en cuenta, en su caso, el efecto del apuntalamiento durante la construcción.

Como una alternativa, cuando el elemento de acero es una viga de alma llena, la resistencia en flexión, $F_R M_n$, puede determinarse tomando F_R igual a 0.9 y calculando M_n con la suposición de que la sección de acero está completamente plastificada, sin considerar ninguna resistencia adicional por el recubrimiento de concreto.

Si se colocan los conectores de cortante necesarios, y el concreto satisface los requisitos aplicables de la Sección 1601.1.1, Inciso b, la resistencia de diseño en flexión, $F_R M_n$, puede considerarse igual a la que corresponde a la plastificación completa de la sección compuesta, con F_R igual a 0.85.

1601.3.6 Resistencia durante la construcción. Cuando no se emplea apuntalamiento provisional durante la construcción, la sección de acero debe tener la resistencia necesaria para soportar, por sí sola, todas las cargas aplicadas antes de que el concreto adquiera el 75% de su resistencia especificada, f'_c .

La resistencia de diseño en flexión de la sección de acero se determina de acuerdo con los requisitos de la sección 3.3 de las NTC-RCDF-2004.

1601.4 Resistencia de diseño en cortante. La resistencia de diseño en cortante de las vigas compuestas es la del alma de la viga de acero, determinada de acuerdo con los requisitos de la sección 3.3.3 de las NTC-RCDF-2004, o del sistema de alma de la armadura o larguero de alma abierta. Por consiguiente

te, el alma y las conexiones de los extremos de la viga de acero deben diseñarse para soportar la reacción total.

En el diseño de elementos del alma de armaduras y largueros de alma abierta que trabajen en compresión se toma F_R igual a 0.75.

1601.5 Flexocompresión. El diseño de miembros compuestos flexocomprimidos se debe efectuarse con las ecuaciones 3.51 y 3.56 de las NTC-RCDF-2004, en las que se deben hacer las modificaciones siguientes:

$M_{m'}$, M_{px} y M_{py} resistencias nominales en flexión determinadas suponiendo que la sección transversal compuesta está completamente plastificada, excepto en el caso que se indica abajo;

$P_E = A_t p \pi^2 E_m / (KL/r)^2$ carga crítica nominal de pandeo elástico;

R_c resistencia nominal bajo fuerza axial, calculada como se indica en la sección 3.6.1.2;

F_R factor de resistencia; en flexión se tomarán los valores dados en la sección 3.6.2.3; en compresión, F_R se toma igual a 0.85; y

λ parámetro de esbeltez de la columna definido en la sección 3.2.2 de las NTC-RCDF-2004 calculado teniendo en cuenta las Secciones 1601.1.1 y 1601.1.2.

Cuando el primer término de la ecuación 3.56 de las NTC-RCDF-2004, que corresponde a la fuerza axial, es menor que 0.3, la resistencia nominal en flexión M_m , M_{px} o M_{py} , se determina por interpolación lineal entre los valores que corresponden a la plastificación completa de la sección transversal compuesta, con $P_u/F_R R_c = 0.3$, y los calculados de acuerdo con la Sección 1601.3 para $P_u = 0$.

Si se emplean conectores de cortante cuando $P_u = 0$, deben colocarse siempre que $P_u/F_R R_c$ sea menor que 0.3.

1601.6 Conectores de cortante. Esta sección se refiere al diseño de conectores de cortante consistentes en segmentos de canal o barras de acero con cabeza soldados al patín de la viga, armadura o larguero de alma abierta. Para utilizar conectores de otros tipos, véase la Sección 1601.6.

1601.6.1 Materiales. Los conectores de cortante deben ser canales de alguno de los aceros estructurales indicados en la sección 1.3.1 de las NTC-RCDF-2004, laminadas en caliente, o barras de acero con cabeza, que deben satisfacer los requisitos de la sección 1.3.5 de las NTC-RCDF-2004, cuya longitud, después de su colocación, no debe

ser menor de cuatro diámetros del vástago. Los conectores de cortante deben estar ahogados en losas hechas con un concreto de peso volumétrico no menor que 15 kN/m^3 (1500 kg/m^3).

1601.6.2 Fuerza cortante horizontal. Excepto en el caso de elementos de acero ahogados en concreto, que se trata en las Secciones 1601.3.1 y 1601.3.5, toda la fuerza cortante horizontal que se desarrolla en la superficie de contacto entre el elemento de acero y la losa de concreto debe ser transmitida por conectores de cortante.

Cuando el concreto trabaja en compresión producida por flexión, la fuerza cortante horizontal que debe ser resistida entre el punto de momento positivo máximo y el punto donde el momento es nulo se toma igual al menor de los valores siguientes:

a. $0.85f'_c A_c$

b. $A_s F_y$

c. ΣQ_n

donde

f'_c resistencia especificada del concreto en compresión;

A_c área efectiva de la losa de concreto;

A_s área de la sección transversal del perfil de acero;

F_y esfuerzo de fluencia especificado del acero del perfil; y

ΣQ_n suma de las resistencias nominales de los conectores de cortante colocados entre los puntos de momento máximo positivo y de momento nulo. Este valor es aplicable sólo a vigas que trabajan en construcción compuesta parcial.

En vigas continuas compuestas en las que el acero de refuerzo longitudinal de las zonas de momento negativo trabaja junto con el perfil de acero, la fuerza cortante horizontal que debe ser resistida entre los puntos de momento negativo máximo y de momento nulo se toma igual al menor de los valores:

a. $A_r F_{yr}$

b. ΣQ_n

donde

A_r área de las barras de refuerzo longitudinal, colocadas en el ancho efectivo de la losa, que satisfagan los requisitos de anclaje contenidos en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto;

F_{yr} esfuerzo de fluencia mínimo especificado de las barras de refuerzo longitudinal; y

ΣQ_n se ha definido arriba. Este valor es aplicable sólo a vigas que trabajan en construcción compuesta parcial.

1601.6.3 Resistencia de conectores de barra de acero con cabeza. La resistencia nominal¹ de un conector de barra de acero con cabeza, ahogado en una losa maciza de concreto, es:

$$Q_n = 0.5 A_{sc} \sqrt{f_c^* E_c} \leq A_{sc} F_u \quad (17)$$

donde

A_{sc} área de la sección transversal del vástago del conector;

f_c^* resistencia nominal del concreto en compresión = $0.8f_c'$;

F_u esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión del acero del conector ($F_u=414$ MPa; 4220 kg/cm², para los conectores que se usan generalmente; ver sección 1.3.4 de las NTC-RCDF-2004); y

E_c módulo de elasticidad del concreto, que puede calcularse como se indica en la Sección 1601.1.2.

Cuando los conectores están ahogados en una losa de concreto colada sobre una lámina de acero acanalada, la resistencia calculada con la ecuación 17 se reduce multiplicándola por el que sea aplicable de los factores dados por las ecuaciones 15 y 16. Los factores de reducción se aplican sólo al término $0.5 A_{sc} \sqrt{f_c^* E_c}$ de la ecuación 17.

1601.6.4 Resistencia de conectores de canal. La resistencia nominal de una canal embebida en una losa maciza de concreto, utilizada como conector de cortante, es:

$$Q_n = 0.3(t_p + 0.5t_a)L_c\sqrt{f_c^*E_c} \quad (18)$$

donde

t_p grueso del patín;

t_a grueso del alma; y

¹ No se especifica un factor de resistencia para los conectores porque el que se emplea para determinar la resistencia de diseño en flexión de las vigas compuestas tiene en cuenta todas las fuentes de variabilidad, incluyendo las asociadas con los conectores de cortante.

L_c longitud de la canal.

La resistencia de la soldadura que une los conectores con el patín de la viga debe ser, cuando menos, igual a la resistencia del conector.

1601.6.5 Número de conectores. El número de conectores de cortante que se deben colocar entre la sección de momento máximo, positivo o negativo, y la sección adyacente de momento nulo, debe ser igual a la fuerza cortante horizontal calculada de acuerdo con la Sección 1601.5.2 dividida entre la resistencia nominal de cada conector, determinada como se indica en la Sección 1601.5.3 ó 1601.5.4, o en los Incisos b y c de la Sección 1601.3.4.

Cuando el elemento de acero es una armadura o larguero, deben colocarse los conectores de cortante necesarios para obtener un trabajo en construcción compuesta completa, de acuerdo con la ecuación

$$\Sigma Q_n = N Q_n = 1.3 A_{ci} F_y \quad (19)$$

donde

N número de conectores colocados entre el punto de momento máximo y el punto más cercano de momento nulo;

Q_n resistencia al corte de un conector; y

A_{ci} área de la sección transversal de la cuerda inferior de la armadura o larguero.

1601.6.6 Colocación y espaciamiento de los conectores. Los conectores de cortante que se necesitan a cada lado del punto de momento flexionante máximo, positivo o negativo, $M_{máx}$, pueden distribuirse uniformemente entre ese punto y el punto adyacente de momento nulo, con la salvedad de que el número de conectores requeridos entre cualquier carga concentrada aplicada en esa zona y el punto más cercano de momento nulo no debe ser menor que el calculado con la expresión

$$N \left(\frac{M - M_r}{M_{máx} - M_r} \right) \quad (20)$$

donde

M momento flexionante de diseño en el punto de aplicación de la carga concentrada;

M_r momento resistente de diseño de la sección de acero; y

N se ha definido arriba.

Los conectores colocados en losas macizas de concreto deben tener, como mínimo, 25 mm de recubrimiento lateral de concreto. El diámetro del vástago de los conectores de barra con cabeza no debe exceder de 2.5 veces el grueso de la parte a la que se suelden, excepto en los casos en que se coloquen en el patín de una sección I o H, exactamente sobre el alma.

Cuando el elemento de acero es una armadura o larguero, el cociente t del diámetro del conector entre el grueso del material al que se suelda no debe ser mayor de 4.0. Si $4.0 \geq t > 2.5$, la resistencia del conector se multiplica por un factor de reducción $R_f = 2.67 - 0.67 t \leq 1.0$.

La separación mínima, centro a centro, de los conectores de barra con cabeza debe ser de 6 diámetros a lo largo del eje longitudinal de la viga de apoyo y de 4 diámetros en la dirección perpendicular a ese eje, pero cuando se coloquen en costillas de láminas acanaladas perpendiculares a la viga, esas separaciones deben ser de 4 diámetros en cualquier dirección. La separación máxima entre centros de conectores de cortante no excederá de 8 veces el grueso total de la losa, ni de 900 mm. En losas coladas sobre una lámina acanalada, en el grueso total se incluye el peralte de las nervaduras.

1601.7 Casos especiales. Si la construcción compuesta no cumple alguno de los requisitos de las Secciones 1601.1 a 1601.5, la resistencia de los conectores de cortante y los detalles constructivos se deben determinar por medio de un programa adecuado de ensayos, aprobado por la autoridad competente.

1601.8 Refuerzo de la losa. Las losas deben reforzarse adecuadamente para soportar todas las cargas y para controlar tanto las grietas normales al eje de la viga compuesta como las longitudinales sobre el elemento de acero.

1601.8.1 Refuerzo paralelo. El refuerzo paralelo al eje de la viga en regiones de momento flexionante negativo (losa en el borde en tensión) de vigas compuestas debe anclarse ahogándolo en concreto en compresión. Debe prestarse especial atención al refuerzo de losas continuas sobre apoyos flexibles (libres o articulados) de los elementos de acero.

1601.8.2 Refuerzo transversal.

a. Losas macizas.

Debe colocarse refuerzo transversal sobre el perfil, armadura o larguero de acero, a menos que se sepa, por experiencia, que es poco probable que se formen grietas longitudinales, debidas a la acción compuesta, directamente sobre ellos. El re-

fuerzo adicional se debe colocar en la parte inferior de la losa, y se debe anclar de manera que desarrolle su resistencia al flujo plástico. Su área no debe ser menor que 0.002 veces el área de concreto que se está reforzando, y las barras que lo componen se distribuirán uniformemente.

b. Losas sobre lámina acanalada.

Cuando las nervaduras son paralelas al eje de la viga, el área del refuerzo transversal no debe ser menor que 0.002 veces el área de concreto sobre la lámina; se debe colocar uniformemente distribuido.

Cuando las nervaduras son perpendiculares al eje de la viga, el área del refuerzo transversal no debe ser menor que 0.001 veces el área de concreto sobre la lámina; se debe colocar uniformemente distribuido.

1601.9 Propiedades elásticas aproximadas de vigas en construcción compuesta parcial. En el cálculo de esfuerzos y deformaciones en régimen elástico de vigas de alma llena en construcción compuesta parcial deben incluirse los efectos del deslizamiento entre la losa y el perfil de acero.

El momento de inercia efectivo I_{ef} de una viga parcialmente compuesta, con la losa de concreto apoyada y conectada directamente al perfil de acero, o colada sobre una lámina acanalada y conectada a la viga a través de ella, se calcula aproximadamente con la ecuación

$$I_{ef} = I_a + \sqrt{(\sum Q_n / C_f)} (I_{tr} - I_a) \tag{21}$$

donde

I_a momento de inercia de la sección de acero;

I_{tr} momento de inercia de la sección compuesta transformada no agrietada completa;

$\sum Q_n$ suma de resistencia de todos los conectores de cortante colocados entre los puntos de momento máximo y momento nulo; y

C_f fuerza de compresión en la losa de concreto correspondiente a trabajo compuesto completo, o sea el menor de los valores $0.85f_c' A_c$ y $A_s F_y$ (sección 3.6.5.2).

El módulo de sección efectivo S_{ef} referido al patín de tensión de la viga en construcción compuesta parcial, con o sin lámina acanalada, es aproximadamente igual a

$$S_{ef} = S_a + \sqrt{(\sum Q_n / C_f)} (S_{tr} - S_a) \tag{22}$$

donde S_a y S_{tr} son los módulos de sección del perfil de acero estructural y de la sección compuesta no agrietada transformada, ambos referidos al patín en tensión de la sección de acero.

Las fórmulas anteriores no son aplicables cuando la relación $\Sigma Q_n / C_f$ es menor que 0.25; la relación mencionada no debe ser menor que ese límite, pues en caso contrario pueden presentarse deslizamientos excesivos, acompañados por disminuciones importantes de la rigidez de la viga compuesta.

1601.10 Deflexiones.

1601.10.1 Vigas de acero de alma llena. En el cálculo de las deflexiones deben incluirse los efectos del flujo plástico y la contracción del concreto, y la pérdida de rigidez ocasionada, en su caso, en vigas de alma llena en construcción compuesta parcial, así como el deslizamiento entre los dos materiales, acero y concreto. También deben tenerse en cuenta los efectos de la continuidad, completa o parcial, en la viga de acero y la losa de concreto, que reduce las deflexiones calculadas suponiendo vigas apoyadas libremente.

Los efectos del trabajo compuesto parcial y el deslizamiento, el flujo plástico y la contracción del concreto, pueden tenerse en cuenta, de una manera aproximada, como sigue:

a. Para considerar la pérdida de rigidez producida por el trabajo compuesto parcial y el deslizamiento, las deflexiones se calculan usando el momento de inercia efectivo dado por la ecuación 21.

b. La deflexión adicional producida por la contracción del concreto en vigas apoyadas libremente se determina con la expresión

$$\Delta_s = \frac{\epsilon_f A_c L^2 y}{8n I_{tr}} \quad (23)$$

donde

ϵ_f deformación unitaria del concreto producida por la contracción libre (varía entre 400'10-6 y 1100'10-6, con un promedio de alrededor de 800'10-6);

A_c área efectiva de la losa de concreto;

L claro de la viga;

n relación modular, E/E_c ;

y distancia del centroide del área efectiva de la losa de concreto al eje neutro elástico de la sección compuesta; y

I_{tr} momento de inercia de la sección compuesta transformada no agrietada.

1601.10.2 Armaduras y largueros de alma abierta.

a. Por carga viva. Las deflexiones por carga viva de las armaduras compuestas pueden determinarse utilizando el momento de inercia efectivo

$$I_{ef} = I_a' + 0.77(I_t' - I_a') \quad (24)$$

con lo que se tiene en cuenta la flexibilidad de los conectores y el deslizamiento entre el concreto y el acero.

I_a' e I_t' son los momentos de inercia de la armadura de acero y de la armadura compuesta, basados en el área de las cuerdas de la armadura y en la sección transformada de concreto, divididos entre 1.10, para incluir el efecto de la flexibilidad de los elementos del alma de la armadura.

b. Por contracción del concreto. Se utiliza el procedimiento dado en el Inciso b de la Sección 1601.9.1.

1601.11 Estructuras compuestas que trabajan en dos direcciones. Cuando se use construcción compuesta en sistemas formados por vigas que trabajan en dos direcciones, generalmente ortogonales, deben satisfacerse todos los requisitos de este capítulo, con las modificaciones correspondientes al sistema estructural empleado.

SECCIÓN 1602 ALMAS Y PATINES CON CARGAS CONCENTRADAS

1602.1 Bases para el diseño. Las almas de los miembros de sección transversal H o I sobre los que actúan cargas concentradas aplicadas en un solo patín que producen compresiones en el alma, deben satisfacer los requisitos de las Secciones 1602.1, 1602.4 y 1602.5, que corresponden, respectivamente, a resistencia a la iniciación del flujo plástico, al aplastamiento, y a pandeo con desplazamiento lateral. Cuando las cargas están aplicadas en los dos patines de una misma sección transversal, las almas deben cumplir los requisitos de las Secciones 1602.3, 1602.4 y 1602.6, referentes a resistencias y a pandeo.

Para el diseño de almas sujetas a fuerzas cortantes elevadas véase la Sección 1602.7, y para el de atiesadores de apoyo, la Sección 1602.8.

Cuando actúen cargas concentradas aplicadas en uno o en los dos patines, que traten de que éstos se deformen flexionándose localmente hacia afuera, y producen tensiones en el alma, deben cumplirse los requisitos de las Secciones 1602.2 y 1602.3.

Los atiesadores transversales o en diagonal, y las placas adosadas al alma, de las Secciones 1602.2 a 1602.7 deben satisfacer, además, los requisitos de las Secciones 1602.8 y 1602.9, respectivamente.

1602.2 Flexión local de los patines. Esta sección se refiere a la flexión local de los patines producida por una carga lineal, normal al eje del alma, que trata de deformarlos flexionándolos hacia afuera. Un ejemplo de este tipo de carga es la producida, en el patín de una columna, por el patín en tensión de una viga conectada rígidamente a ella.

La resistencia de diseño en flexión de un patín sometido a una carga lineal de tensión del tipo de la indicada en el párrafo anterior, es $F_R R_N$, donde F_R se toma igual a 0.9 y R_N está dada por:

$$R_N = 6.25 t_p^2 F_y \quad (25)$$

donde t_p es el grueso del patín en el que está aplicada la carga.

Si la fuerza exterior de diseño no es mayor que $F_R R_N$, donde R_N está dada por la ecuación anterior, los patines no requieren ningún refuerzo. En caso contrario, debe utilizarse un par de atiesadores, colocados en los dos lados del alma y ligados a ella y a los patines, que coincidan con el elemento que aplica la fuerza exterior. La longitud de los atiesadores debe ser, como mínimo, la mitad del peralte del alma.

Los atiesadores se sueldan al patín cargado, para desarrollar la fuerza que les corresponde, y al alma, para transmitirle esa fuerza.

Si la fuerza exterior está aplicada a una distancia del extremo del miembro menor que $10 t_p$, R_N se reduce en 50%.

Cuando la longitud de la carga lineal, medida normalmente al alma de la sección que la recibe, no excede de $0.15 b$, donde b es el ancho del patín, no es necesario revisar la ecuación 25.

1602.3 Flujo plástico local del alma. La región crítica del alma es la que corresponde, en secciones laminadas, a la iniciación de las curvas de unión con los patines, y en secciones soldadas, a los bordes de las soldaduras de unión entre alma y patines.

La resistencia de diseño en la región crítica del alma de miembros de sección transversal H o I en los que actúan cargas concentradas que producen tensiones o compresiones en el alma es $F_R R_N$, donde F_R se toma igual a 1.0 y R_N se determina como sigue:

a. Cuando la fuerza que debe ser resistida es una carga concentrada que produce tensión o compresión en el alma del elemento que la recibe, aplicada en un punto o a lo largo de una recta

normal al alma de ese elemento, situada a una distancia del extremo del elemento no menor que su peralte,

$$R_N = (5k + N) F_y t_a \quad (26)$$

donde

F_y esfuerzo de fluencia especificado del acero del alma;

N longitud del apoyo o grueso de la placa que aplica la fuerza lineal;

k distancia de la cara exterior del patín a la región crítica del alma definida arriba; y

t_a grueso del alma.

b. Cuando la fuerza que debe ser resistida cumple las condiciones del Inciso a de la Sección 1602.3, pero está aplicada en el extremo del elemento que la recibe, o a una distancia del extremo del elemento menor que su peralte,

$$R_N = (2.5k + N) F_y t_a \quad (27)$$

Las ecuaciones 26 y 27 se aplican, entre otros casos, a los apoyos de vigas o trabes, siendo la fuerza exterior la reacción en el apoyo, a conexiones rígidas entre vigas y columnas, en las que la fuerza exterior es la aplicada en la columna por el patín, en tensión o compresión, de la viga, y a las zonas de vigas en que haya cargas concentradas producidas por otras vigas o columnas que se apoyan en ellas.

Si la fuerza exterior factorizada excede el valor dado por la ecuación 26 o 27 ha de aumentarse la longitud del apoyo, repartirse la carga en una zona más amplia, reforzar el alma por medio de placas adosadas a ella o colocar atiesadores en pares, en los dos lados del alma. Cuando la fuerza es tensión, los atiesadores deben soldarse al patín cargado, para desarrollar la fuerza que les corresponda; cuando es compresión, se sueldan o se ajustan al patín; en uno u otro caso, la soldadura que los une con el alma debe transmitirle a ésta la fuerza en el atiesador.

1602.4 Estabilidad de almas delgadas. La compresión producida en el alma por una carga concentrada aplicada a través de un patín que no está soportado por atiesadores, no debe ser mayor que $F_R R_N$, donde F_R se toma igual a 0.75, y R_N se determina como sigue:

a. Cuando la fuerza concentrada de compresión está aplicada a una distancia del extremo del miembro que es mayor o igual que $d/2$,

$$R_N = 0.80 t_a^2 \left[1 + 3 \frac{N}{d} \left(\frac{t_a}{t_p} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{E F_y t_p}{t_a}} \quad (28)$$

b. Cuando la fuerza concentrada de compresión está aplicada a una distancia del extremo del miembro menor que $d/2$,

$$R_N = 0.40 t_a^2 \left[1 + 3 \frac{N}{d} \left(\frac{t_a}{t_p} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{E F_y t_p}{t_a}} \quad (29)$$

Si $N/d > 0.2$

$$R_N = 0.40 t_a^2 \left[1 + \left(\frac{4N}{d} - 0.2 \right) \left(\frac{t_a}{t_p} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{E F_y t_p}{t_a}} \quad (30)$$

donde

d peralte total del miembro; y

t_p grueso de sus patines t_a y N se han definido arriba.

Si no se cumplen las condiciones anteriores, se debe colocar un par de atiesadores o una placa adosada al alma. Los atiesadores estarán en contacto con el patín que recibe la carga, para resistirla por aplastamiento, o soldados a él; la soldadura que los conecta con el alma se debe dimensionar para transmitirle la fuerza en los atiesadores.

1602.5 Pandeo del alma con desplazamiento lateral. Cuando el desplazamiento lateral relativo entre el patín cargado, en compresión, y el patín en tensión, no está restringido en el punto de aplicación de la carga concentrada, por medio de atiesadores o de contraventeo lateral, la resistencia del alma de miembros sujetos a cargas concentradas de compresión es $F_R R_N$, donde F_R se toma igual a 0.85 y la resistencia nominal R_N se determina como sigue:

a. Cuando la rotación del patín cargado, en compresión, está restringida:

Si $(d_c/t_a)/(L/b) \leq 2.3$

$$R_N = \frac{C_r t_a^3 t_p}{d_c^2} \left[1 + 0.4 \left(\frac{d_c/t_a}{L/b} \right)^3 \right] \quad (31)$$

Si $(d_c/t_a)/(L/b) > 2.3$, no es necesario revisar este estado límite.

Si se requiere una resistencia del alma mayor que $F_R R_N$, el patín inferior debe soportarse lateralmente, o deben colocarse, frente a la fuerza concentrada de

compresión, un par de atiesadores o una placa adosada al alma, que ocupen, cuando menos, la mitad del peralte del alma.

Los atiesadores deben estar en contacto con el patín que recibe la carga, para resistirla por aplastamiento, o soldados a él para desarrollar la fuerza exterior completa; la soldadura que los conecta con el alma se debe dimensionar para transmitir la fuerza en los atiesadores.

Como una alternativa, pueden utilizarse placas adosadas al alma, dimensionadas para resistir la fuerza aplicada total.

b. Cuando la rotación del patín cargado, en compresión, no está restringida:

Si $(d_c/t_a)/(L/b) \leq 1.7$

$$R_N = \frac{C_r t_a^3 t_p}{d_c^2} \left[0.4 \left(\frac{d_c/t_a}{L/b} \right)^3 \right] \quad (32)$$

Si $(d_c/t_a)/(L/b) > 1.7$, no es necesario revisar este estado límite.

En las ecuaciones anteriores

L mayor longitud no contraventeada lateralmente en la zona donde está aplicada la carga, medida a lo largo de cualquiera de los patines;

b y t_p ancho y grueso del patín;

t_a grueso del alma;

d_c peralte del alma entre las regiones críticas definidas en la Sección 1602.3 3.7.3;

Si $M_u < M_y$ en el punto de aplicación de la carga:

$C_r = 6.62 \cdot 10^6$ MPa (67500000 kg/cm²); y

Si $M_u \geq M_y$ en el punto de aplicación de la carga:

$C_r = 3.31 \cdot 10^6$ MPa (33750000 kg/cm²).

Si se requiere una resistencia del alma mayor que $F_R R_N$, los dos patines se deben soportar lateralmente en la sección en que está aplicada la carga concentrada.

1602.6 Pandeo en compresión del alma. La resistencia de diseño en compresión de porciones no atiesadas del alma de miembros en los que actúan cargas concentradas aplicadas en los dos patines es $F_R R_N$, donde F_R se toma igual a 0.9 y

$$R_N = \frac{24 t_a^3 \sqrt{E F_y}}{d_c} \quad (33)$$

d_c se define en la Sección 1602.5.

Cuando el par de fuerzas concentradas de compresión está aplicada a una distancia del extremo del miembro menor que $d/2$, R_N se reduce en 50%.

El valor de R_N puede incrementarse por medio de un atiesador o un par de atiesadores, ligados al alma, o de una placa adosada a ella, de peralte completo. Los atiesadores pueden ajustarse o soldarse al patín cargado, para desarrollar la fuerza que les corresponde; en uno u otro caso, la soldadura que los une con el alma debe transmitir a ésta la fuerza en el atiesador.

1602.7 Fuerza cortante en el alma. La resistencia de diseño en cortante del alma comprendida entre las fronteras de las conexiones rígidas de miembros cuyas almas se encuentran en un mismo plano es $F_R R_V$, donde F_R se toma igual a 0.9 y R_V se determina como sigue:

- a. Cuando no se tiene en cuenta en el análisis el efecto de la deformación del tablero de alma en la estabilidad de la estructura,

$$\text{Si } P_u \leq 0.4P_y$$

$$R_V = 0.60F_y d_c t_a \quad (34)$$

$$\text{Si } P_u > 0.4P_y$$

$$R_V = 0.60F_y d_c t_a \left(1.4 - \frac{P_u}{P_y} \right) \quad (35)$$

- b. Cuando se tiene en cuenta la inestabilidad de la estructura en el análisis, incluyendo deformaciones plásticas en el tablero de alma.

$$\text{Si } P_u \leq 0.75P_y$$

$$R_V = 0.60F_y d_c t_{ac} \left(1 + \frac{3b_{pc} t_{pc}^2}{d_v d_c t_{ac}} \right) \quad (36)$$

$$\text{Si } P_u > 0.75P_y$$

$$R_V = 0.60F_y d_c t_{ac} \left(1 + \frac{3b_{pc} t_{pc}^2}{d_v d_c t_{ac}} \right) \left(1.9 - \frac{1.2P_u}{P_y} \right) \quad (37)$$

donde

d_c peralte total de la sección que se está revisando por cortante (generalmente una columna);

t_{ac} , t_{pc} y b_{pc} grueso del alma y grueso y ancho del patín de esa sección, respectivamente;

P_u fuerza de compresión de diseño en la sección; y

d_v peralte de la sección que aplica las fuerzas (generalmente una viga).

Si se requiere una resistencia del alma mayor que $F_R R_V$, se debe reforzar con placas adosadas a ella o con atiesadores en diagonal. Unas u otros, y sus soldaduras, se deben diseñar para desarrollar la parte de la fuerza cortante total que les corresponde.

1602.8 Atiesadores. Se debe colocar atiesadores en pares, en los dos lados del alma, en todos los extremos libremente apoyados de vigas y trabes, y en los apoyos intermedios de vigas continuas; estos atiesadores deben ocupar el peralte completo del alma, y se deben diseñar como se indica en la Sección 1603.5.5. También se debe colocar pares de atiesadores o placas adosadas al alma en puntos intermedios de vigas, trabes o columnas, en los que actúen cargas concentradas que produzcan acciones de diseño en el alma mayores que la resistencia de diseño $F_R R_N$ dada en la que sea aplicable de las Secciones 1602.2 a 1602.7.

Además, se deben cumplir los requisitos siguientes (algunos de ellos se han mencionado con anterioridad):

- Los atiesadores que trabajan en compresión se dimensionarán de manera que no fallen por pandeo local. Para ello deben satisfacer los requisitos de la sección 2.3 de las NTC-RCDF-2004;
- La suma del ancho de cada atiesador más la mitad del grueso del alma del miembro sobre el que actúa la carga concentrada no debe ser menor que un tercio del ancho del patín o de la placa de conexión a través de los que se aplica esa carga;
- El grueso de los atiesadores no debe ser menor que la mitad del grueso del patín o placa a través de la que se aplica la carga concentrada;
- Cuando la carga concentrada actúa en un solo patín del elemento que la recibe, basta con que los atiesadores lleguen a la mitad del peralte del alma;
- La soldadura que une los atiesadores con el alma del elemento sobre el que actúan cargas concentradas debe dimensionarse para que transmita la fuerza en los atiesadores ocasionada por los momentos diferentes que obran en los lados opuestos del elemento atiesado; y
- Cuando la carga normal al patín es de tensión, los atiesadores deben soldarse al patín cargado; cuando la carga es de compresión, pueden soldarse o ajustarse al patín cargado; en el segundo caso la carga se transmite por contacto directo entre el patín y los atiesadores. Cuando se utilice

soldadura, debe dimensionarse para que transmita al atiesador la totalidad de la fuerza aplicada en el patín.

1602.9 Placas adosadas al alma. Cuando se empleen placas adosadas al alma, deben satisfacer los requisitos siguientes:

- El grueso y tamaño de la placa, o placas, deben ser los necesarios para proporcionar el material requerido para igualar, o exceder, la demanda de resistencia.
- Las soldaduras de las placas deben transmitir la parte de la fuerza total que les corresponda.

Pueden colocarse dos placas, a uno y otro lado del alma, o una sola. Esta solución suele ser más económica.

SECCIÓN 1603 REQUISITOS ADICIONALES PARA DISEÑO

En este capítulo se incluyen requisitos que deben satisfacerse al diseñar diversos tipos de elementos estructurales.

1603.1 Miembros en flexión formados por dos o más vigas. Cuando un miembro en flexión está formado por dos o más vigas o canales colocadas lado a lado, éstas deben conectarse entre sí a intervalos no mayores de 1.50 m. Los separadores utilizados para unir vigas de 300 mm o más de peralte deben tener, como mínimo, dos remaches o tornillos en cada extremo. Cuando haya cargas concentradas que deban transmitirse de una viga a otra, o distribuirse entre varias, se debe colocar entre ellas diafragmas de rigidez suficiente; si la torsión es significativa, se debe tener en cuenta en el diseño. Las vigas expuestas al intemperismo se sellan para evitar la corrosión de las superficies interiores, o se esparcen lo suficiente para poderlas limpiar y pintar.

1603.2 Miembros en compresión compuestos por varios perfiles (miembros armados en compresión). Los miembros comprimidos completos, y todas las partes que los constituyen, deben satisfacer los requisitos de las secciones 2.2 y 2.3 de las NTC-RCDF-2004. Los elementos componentes de miembros deben estar unidos entre sí, en sus extremos, de una manera que asegure el trabajo de conjunto; si están en contacto, se coloca entre ellos una soldadura de longitud no menor que el ancho máximo del miembro, o tornillos o remaches, separados longitudinalmente no más de cuatro diámetros, en una distancia igual a 1.5 veces el ancho mínimo del miembro.

1603.2.1 Separación entre remaches, tornillos o soldaduras. Entre las conexiones en los extremos

indicados arriba, y exceptuando los casos en que se requiera una separación menor para transmitir las cargas o para sellar superficies inaccesibles, la separación longitudinal entre remaches o tornillos intermedios, medida a lo largo de la línea en que están colocados, o la separación longitudinal libre entre soldaduras intermitentes, en miembros armados en compresión, no debe exceder al que sea aplicable de los valores siguientes:

- $0.75t \sqrt{E/F_y}$, sin exceder de 300 mm, para placas que constituyen el elemento componente exterior de la sección en los casos en que están conectadas por medio de remaches o tornillos colocados en todas las líneas de gramil, o de soldaduras intermitentes depositadas a lo largo de los bordes.
- $1.16t \sqrt{E/F_y}$, sin exceder de 450 mm, para placas que constituyen el elemento componente exterior de la sección, en los casos en que los remaches, tornillos o soldaduras intermitentes que los conectan están colocados alternados en líneas paralelas.

donde

t grueso de la placa exterior; y

F_y esfuerzo de fluencia mínimo garantizado de la placa exterior.

Los requisitos anteriores no siempre proporcionan un ajuste continuo entre los elementos en contacto. Cuando la corrosión pueda constituir un problema serio, puede ser necesario disminuir la separación entre remaches, tornillos o soldaduras, o colocar soldaduras a todo lo largo de los bordes.

1603.2.2 Relaciones de esbeltez. En miembros comprimidos formados por dos o más perfiles laminados, en contacto o separados unos de otros, unidos por medio de elementos intermitentes (miembros armados), la relación de esbeltez de cada perfil, basada en su radio de giro mínimo y la distancia entre puntos de unión, no debe ser mayor que la del miembro compuesto completo.

La resistencia en compresión del miembro armado se basa en:

- La relación de esbeltez del miembro armado completo, con respecto al eje apropiado, cuando la forma de pandeo no produce deformaciones relativas que ocasionen fuerzas cortantes en los elementos de conexión entre perfiles individuales (Ejemplo: dos canales unidas entre sí por los patines, con placas interrumpidas, que se pandean por flexión alrededor del eje paralelo a las placas).

b. Una relación de esbeltez equivalente, respecto al eje normal al considerado en el Inciso a de la Sección 1603.2.2, cuando la forma de pandeo produce deformaciones relativas que ocasionan fuerzas cortantes en los elementos de unión; su valor es

1. Cuando los sujetadores intermedios son tornillos no pretensionados:

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_e = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)_0^2 + \left(\frac{KL}{r}\right)_i^2} \quad (38)$$

2. Cuando los conectores intermedios son soldaduras o tornillos pretensionados:

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_e = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)_0^2 + 0.82 \frac{\alpha^2}{1 + \alpha^2} \left(\frac{a}{r_i}\right)^2} \quad (39)$$

donde

$(KL/r)_e$ relación de esbeltez equivalente del miembro armado;

$(KL/r)_0$ relación de esbeltez del miembro armado, suponiendo que trabaja como una unidad;

$(KL/r)_i$ relación de esbeltez máxima entre elementos de unión, de una parte componente del miembro armado;

a distancia entre sujetadores o distancia libre entre soldaduras;

r_i radio de giro mínimo de un elemento individual, respecto a su eje centroidal paralelo al eje de pandeo del miembro completo;

$\alpha = h/2r_i$

h distancia entre centroides de los elementos individuales, perpendicular al eje de pandeo del miembro completo.

c. Cuando el miembro armado está formado por dos perfiles laminados unidos entre sí, en contacto o separados solamente por una placa, tales como ángulos o canales espalda con espalda, la relación de esbeltez máxima de las partes componentes, entre conectores o soldaduras, se basa en un factor de longitud efectiva de 1.0 cuando los conectores son tornillos no pretensionados y de 0.65 cuando se usa soldadura o tornillos pretensionados.

d. Cuando el miembro armado está formado por dos perfiles laminados, unidos entre sí con celosía o placas interrumpidas, la relación de esbeltez máxima de las partes componentes, entre conectores o soldaduras, se basa en un factor de longitud efectiva de 1.0, tanto para

tornillos sin pretensión o con ella, como para soldaduras.

Si el miembro en compresión consiste en dos ángulos en estrella, unidos entre sí cuando menos en los tercios de su longitud, no es necesario revisar si se satisfacen los requisitos de esta sección.

Los sujetadores y las placas de unión, si las hay, del Inciso c de la Sección 1603.2.2, se diseñan para que resistan una fuerza no menor que el 1% de la compresión total en el miembro armado.

1603.2.3 Celosías y diafragmas. Los lados abiertos de miembros comprimidos formados por placas o perfiles se deben conectar entre sí por medio de celosías o placas interrumpidas.

La celosía debe constituir un sistema triangulado completo. Puede estar formada por soleras, varillas o perfiles. La separación de los puntos en los que los elementos de la celosía se conectan con los componentes principales debe ser tal que la relación de esbeltez de cada elemento principal, determinada entre esos puntos de conexión, no sea mayor que la relación de esbeltez que gobierna el diseño del miembro completo. La celosía debe diseñarse para resistir una fuerza cortante, normal al eje longitudinal del miembro completo, no menor que el 2.5% de la fuerza de compresión total en el miembro, más la fuerza cortante producida por fuerzas transversales, cuando las haya.

La relación de esbeltez de los elementos que forman la celosía no debe exceder de 140, si la celosía es sencilla, ni de 200, cuando es doble.

Cuando se emplee celosía sencilla, la longitud efectiva debe ser la distancia entre conexiones con los elementos principales. Si la celosía es doble, los elementos que la forman deben estar unidos entre sí en sus intersecciones; la longitud efectiva es, en ese caso, el 70% de la distancia anterior.

El ángulo que forman los elementos de la celosía con el eje longitudinal del miembro completo debe ser, de preferencia, no menor de 45° para celosía doble, ni de 60° para la sencilla.

En los extremos de las celosías y en puntos intermedios en que éstas se interrumpen se debe colocar diafragmas en el plano de la celosía, formados por placas o perfiles. Los diafragmas se deben colocar tan cerca de los extremos como sea posible.

Las placas utilizadas como diafragmas en los extremos de las columnas deben tener una longitud no menor que la distancia entre las líneas de remaches, tornillos o soldaduras, que las conectan a los elementos principales del miembro. La

longitud de las placas intermedias debe ser, como mínimo, la mitad de la prescrita para las extremas. El grueso de las placas no debe ser menor que 1/60 de la distancia entre las líneas de remaches, tornillos o soldaduras que las conectan a los elementos principales, y la separación longitudinal entre remaches o tornillos, o la distancia libre entre soldaduras, no debe exceder de 150 mm. Se deben colocar, cuando menos, tres remaches o tornillos en cada extremo de la placa, o soldadura con una longitud total no menor de un tercio de la longitud de la placa.

La longitud y el grueso de las placas extremas o intermedias pueden ser menores que los especificados en el párrafo anterior, o pueden utilizarse perfiles en vez de placas, si se efectúa un estudio que justifique estas modificaciones.

Los perfiles utilizados como diafragmas deben dimensionarse y conectarse para transmitir, de un componente principal al otro, una fuerza cortante igual a 5% de la compresión axial total en el miembro.

1603.2.4 Montantes. En las caras abiertas de miembros armados comprimidos que no soportan flexión primaria, además de la carga axial, pueden utilizarse montantes perpendiculares al eje longitudinal de la columna, constituidos por placas o perfiles, en vez de la celosía. Deben colocarse montantes en los extremos del miembro, en puntos intermedios donde la columna esté soportada lateralmente, y en todas las posiciones adicionales que sean necesarias para que se satisfagan los requisitos de la Sección 1603.2.3.

Cuando los montantes están formados por placas planas (placas interrumpidas) su longitud, medida a lo largo del eje de la columna, no debe ser menor que la distancia entre las líneas de tornillos, remaches o soldaduras, que los conectan a los componentes principales del miembro, ni su grueso menor que 1/60 de esa distancia. Los montantes y sus conexiones deben dimensionarse de manera que resistan, simultáneamente, una fuerza cortante V y un momento M dados por

$$V = 0.025P_u d/na \quad (40)$$

$$M = 0.025P_u d/2n \quad (41)$$

donde

d distancia entre centros de montantes, medida a lo largo del eje de la columna;

a separación entre líneas de remaches, tornillos o soldaduras, que conectan los montantes con los componentes principales del miembro;

n número de planos paralelos en los que están colocados los montantes; y

P_u fuerza axial de diseño que actúa en el miembro.

1603.3 Miembros en tensión compuestos por varios perfiles (miembros armados en tensión).

1603.3.1 Separación entre elementos de unión.

Los elementos intermitentes que unen entre sí los dos o más perfiles, placas o barras, que forman un miembro armado en tensión, deben colocarse con separaciones tales que la relación de esbeltez de cada elemento componente, determinada entre puntos de interconexión, no exceda de 300.

Los elementos que constituyen los miembros en tensión formados por dos placas en contacto, o por un perfil y una placa, deben estar conectados entre sí de manera que la separación entre remaches o tornillos, o la distancia libre entre soldaduras, no exceda de 36 veces el grueso de la placa más delgada ni de 450 mm.

Si los miembros están formados por dos o más perfiles en contacto la separación entre remaches o tornillos, o la distancia libre entre soldaduras, no deben exceder de 600 mm, excepto cuando se demuestre que una separación mayor no afecta el comportamiento satisfactorio del miembro.

En cualquiera de los dos casos anteriores pueden requerirse separaciones menores que las indicadas, ya sea por exigencias de la transmisión de carga o para sellar superficies inaccesibles.

1603.3.2 Montantes. Cuando los miembros en tensión están formados por dos componentes principales separados, éstos deben unirse entre sí por medio de montantes colocados en las caras abiertas de la sección completa. Los montantes, incluyendo los colocados en los extremos del miembro, deben tener una longitud no menor que dos tercios de la distancia transversal entre los remaches, tornillos o soldaduras que los unen a los componentes principales del miembro, y la separación entre ellos debe ser tal que la relación de esbeltez de los componentes principales, calculada entre montantes, no exceda de 300. El grueso de los montantes, cuando sean placas, no debe ser menor que 1/60 de la distancia transversal entre remaches, tornillos o soldaduras, y la separación longitudinal entre los elementos de unión no excederá de 150 mm.

1603.4 Bases de columnas. Se deben tomar todas las medidas necesarias para lograr una transmisión correcta de las fuerzas y momentos que soporta una columna a los elementos sobre los que se apoya, mediante el empleo de placas de base perfectamente asentadas sobre ellos y de anclas diseñadas para

resistir todas las tensiones y fuerzas cortantes que puedan presentarse, tanto durante el montaje como en la estructura terminada. Pueden utilizarse también anclas combinadas con llaves de cortante, u otros dispositivos.

1603.5 Trabes armadas y vigas laminadas.

1603.5.1 Dimensionamiento. Las dimensiones de trabes armadas remachadas, atornilladas o soldadas, de vigas con cubreplacas y de vigas laminadas o soldadas, se determinan, en general, tomando como base el momento de inercia de su sección transversal total.

Cuando alguno de los patines tiene agujeros para remaches o tornillos, no se hace reducción en su área si la reducción, calculada de acuerdo con la sección 2.1 de las NTC-RCDF-2004, no excede de 15 % del área total del patín; en caso contrario, se reduce únicamente el área de agujeros que pase del 15 % mencionado.

1603.5.2 Patines. Los patines de las trabes armadas soldadas deben estar constituidos por una sola placa, y no por dos o más placas superpuestas. La placa única puede estar formada por varios tramos de distintos gruesos o anchos, unidos entre sí por medio de soldadura a tope de penetración completa.

El área total de la sección transversal de las cubreplacas de trabes armadas remachadas o atornilladas no excederá de 70% del área total del patín.

Todos los empalmes soldados de taller, necesarios en cada una de las partes que componen una trabe armada (alma o patines), se deben hacer antes de que esa parte se una a las otras componentes de la trabe. Las trabes armadas muy largas pueden hacerse por tramos, cada uno de ellos fabricado de acuerdo con el párrafo anterior. Cuando se unen los tramos, sea en el taller o en el campo, la secuencia de colocación de la soldadura debe estar razonablemente balanceada entre alma y patines, y respecto a los dos ejes principales de las secciones transversales del miembro.

En estructuras con carga cíclica, los empalmes entre secciones de vigas laminadas o trabes armadas se deben hacer, de preferencia, en un mismo plano transversal. Los empalmes de taller de almas y patines de trabes armadas, hechos antes de que patines y almas se unan entre sí, pueden localizarse en uno solo o en varios planos transversales. En todos los casos, se debe tener en cuenta la posibilidad de una falla por fatiga.

1603.5.3 Unión de alma y patines. Los remaches, tornillos o soldaduras que conectan los patines al alma, las cubreplacas a los patines o las cubreplacas

entre sí, deben proporcionarse para resistir la fuerza cortante horizontal de diseño en el plano en consideración, ocasionada por la flexión de la trabe. La distribución longitudinal de los remaches, tornillos o soldaduras intermitentes debe hacerse en proporción a la intensidad de la fuerza cortante, pero su separación longitudinal no debe exceder de la máxima permitida en las secciones 5.2.6 o 5.3.8 de las NTC-RCDF-2004, para miembros en compresión o tensión. Además, los remaches, tornillos o soldaduras que conectan los patines al alma deben ser capaces de transmitir, simultáneamente, todas las cargas aplicadas directamente a los patines, a menos que el diseño se haga de manera que esas cargas puedan transmitirse por apoyo directo en atiesadores.

Si se utilizan cubreplacas de longitud parcial, deben extenderse más allá del punto teórico de corte, en una longitud que permita colocar el número de remaches o tornillos, o la soldadura, necesarios para desarrollar la parte de la fuerza normal, debida a la flexión, que corresponde a la cubreplaca en el punto teórico de corte. Esa fuerza normal se calcula con la sección completa, incluida la cubreplaca. Además, las soldaduras que conectan los extremos de cubreplacas soldadas con la viga o trabe en la longitud a' que se define más adelante, deben ser adecuadas para resistir la parte de la fuerza ocasionada por la flexión que corresponde a la cubreplaca, a la distancia a' de su extremo. Esto puede obligar a terminar la cubreplaca en un punto de la viga o trabe en el que el momento flexionante sea menor que en el punto teórico de corte.

La longitud a' , medida desde el extremo de la cubreplaca, es:

- Una distancia igual al ancho de la cubreplaca cuando hay una soldadura continua de tamaño igual o mayor que tres cuartos del grueso de la cubreplaca en el extremo de ésta, continuada con soldaduras del mismo tamaño a lo largo de los dos bordes, en la longitud a' ;
- Una distancia igual a una y media veces el ancho de la cubreplaca cuando hay la misma soldadura que en el Inciso a de esta sección, pero de tamaño menor que tres cuartos del grueso de la cubreplaca; o
- Una distancia igual a dos veces el ancho de la cubreplaca cuando no hay soldadura en el extremo, pero sí cordones continuos en ambos bordes, en la longitud a' .

1603.5.4 Alma. La relación h/t del peralte al grueso del alma no debe ser mayor que

$$0.48E / \sqrt{F_y(F_y + 114)} \quad \text{si se usan MPa}$$

$(0.48E / \sqrt{F_y(F_y + 150)})$ si se usan kg/cm²)

pero puede aumentarse hasta $11.7\sqrt{E/F_y}$ cuando hay atiesadores transversales con separaciones no mayores de una y media veces el peralte del alma de la trabe. En trabes sin atiesadores la relación h/t no debe exceder de 260.

En secciones laminadas, h es la distancia libre entre patines menos las curvas de unión con el alma; en secciones formadas por placas la distancia entre líneas adyacentes de sujetadores, o la libre entre patines cuando se utiliza soldadura.

1603.5.5 Atiesadores bajo cargas concentradas.

Se deben colocar pares de atiesadores en el alma de las trabes armadas que tengan una sola alma en todos los puntos en que haya fuerzas concentradas, ya sean cargas o reacciones, excepto en los extremos de las trabes que estén conectadas a otros elementos de la estructura de manera que se evite la deformación de su sección transversal, y bajo cargas concentradas o reacciones si la fuerza de compresión en el alma excede la resistencia de diseño dada por las Secciones 1602.3, 1602.4, 1602.5 o 1602.6. En trabes armadas en cajón pueden utilizarse diafragmas diseñados para que trabajen como atiesadores de apoyo.

Los atiesadores deben ser simétricos respecto al alma, y dar apoyo a los patines de la trabe hasta sus bordes exteriores, o lo más cerca de ellos que sea posible. Se diseñan como columnas de sección transversal formada por el par de atiesadores y una faja de alma de ancho no mayor que 25 veces su grueso, colocada simétricamente respecto al atiesador, cuando éste es intermedio, y de ancho no mayor que 12 veces su grueso cuando el atiesador está colocado en el extremo del alma.

Al obtener la relación L/r para diseñar los atiesadores, el radio de giro, r , se toma alrededor del eje del alma de la trabe, y la longitud L se considera igual a tres cuartos de la longitud del atiesador.

Los bordes horizontales de cada par de atiesadores en los que se apoya el patín de la trabe armada se dimensionan de manera que en el área de contacto no se sobrepase la resistencia al aplastamiento, calculada multiplicando el área de contacto por $1.8F_y F_R$; F_R se toma igual a 0.75. Además, debe colocarse el número adecuado de remaches o tornillos, o la cantidad necesaria de soldadura, para transmitir al alma de la trabe la totalidad de la reacción o de la carga concentrada. Si se usan aceros diferentes en patín y atiesadores, la resistencia al aplastamiento se calcula con el esfuerzo de fluencia menor de los dos. Los atiesadores deben estar en contacto directo con el patín o patines de los que reciben la carga y ajus-

tados a ellos, a menos que la transmisión se haga por medio de soldadura.

Los atiesadores pueden soldarse al patín en tensión o en compresión. En trabes sujetas a cargas dinámicas, deben revisarse las condiciones de fatiga en las uniones con el patín en tensión y con las porciones del alma en tensión. Pueden usarse soldaduras de filete transversales para unir los atiesadores con los patines.

En trabes remachadas o atornilladas se deben colocar las placas de relleno que sean necesarias para lograr un ajuste correcto con los ángulos de los patines, y por ningún motivo se deben doblar los atiesadores.

1603.5.6 Refuerzo del alma. Si h/t no es mayor

que $2.45\sqrt{E/F_y}$ y la fuerza cortante que obra sobre la trabe no es mayor que su resistencia dada por las ecuaciones 3.38, 3.39 ó 3.40, sección 3.3.3, no se necesita reforzar el alma, excepto en las secciones en que reciba fuerzas exteriores concentradas y se requieran atiesadores de acuerdo con la Sección 1603.5.5.

Si h/t no es mayor que $2.45\sqrt{E/F_y}$, pero la fuerza cortante que obra sobre la trabe es mayor que su resistencia dada por las ecuaciones 3.38, 3.39 ó 3.40, el exceso debe tomarse mediante placas adosadas al alma o atiesadores verticales y en diagonal que trabajen en forma semejante a los montantes y diagonales de una armadura. Al aplicar las ecuaciones 3.39 y 3.40 debe tenerse en cuenta que en almas no atiesadas $k = 5.0$.

1603.5.7 Atiesadores transversales intermedios.

Cuando h/t es mayor que $2.45\sqrt{E/F_y}$ debe revisarse si es necesario reforzar el alma por medio de atiesadores transversales, perpendiculares al eje de la trabe.

No se necesitan atiesadores transversales en los tramos de las trabes en los que la fuerza cortante de diseño, V_D , es menor o igual que la resistencia de diseño al cortante, V_R , calculada con la ecuación 3.38 y la que sea aplicable de las ecuaciones 3.41 y 3.43, de la sección 3.3.3, haciendo en ellas $k = 5.0$.

Cuando se necesitan atiesadores intermedios, la separación entre ellos debe ser tal que la fuerza cortante de diseño en el alma no sobrepase su resistencia de diseño, calculada con la ecuación 3.38 y alguna de las ecuaciones 3.41 a 3.44. Si la relación a/h es mayor que 3.0 o que $[260/(h/t)]^2$ no se permite que se forme campo de tensión diagonal, y la resistencia nominal se calcula con la

ecuación 3.41 o con la ecuación 3.43; además, k se toma igual a 5.0.

En trabes diseñadas con la ecuación 3.42 ó 3.44, la separación entre los atiesadores que limitan los tableros extremos, o tableros contiguos a agujeros de grandes dimensiones, debe ser tal que la resistencia de diseño al cortante de la trabe, calculada con la ecuación 3.41 ó 3.43 y la ecuación 3.38, no sea menor que la fuerza cortante de diseño existente en el tablero. Este requisito no es necesario cuando las secciones extremas del alma están ligadas directamente a una columna u otro elemento de rigidez adecuada.

Los atiesadores intermedios pueden colocarse por pares, a uno y otro lado del alma, o puedan alternarse en lados opuestos de la misma. Las dimensiones de la sección transversal de los atiesadores intermedios deben ser tales que se cumplan las condiciones que se indican a continuación.

a. Cuando el diseño del alma se hace con alguna de las ecuaciones 3.42 ó 3.44, tomando como base el estado límite de falla por tensión diagonal, deben satisfacerse las condiciones siguientes:

1) El área total de cada atiesador o par de atiesadores debe ser igual o mayor que:

$$A_{at} = Y \left[0.15 D_a h t (1 - C_v) \frac{V_D}{V_R} - 18 t^2 \right] \geq 0 \quad (42)$$

Donde

Y cociente del esfuerzo de fluencia del acero del alma entre el esfuerzo de fluencia del acero de los atiesadores;

C_v es igual a $[1.12/(h/t)]\sqrt{Ek/F_y}$ cuando el diseño del alma se hace con la ecuación 3.42, e igual a $1.57Ek/[F_y(h/t)^2]$ cuando se utiliza la ecuación 3.44. En ambos casos, F_y corresponde al acero del alma;

D_a es igual a 1.0 para atiesadores colocados en pares, 1.8 para atiesadores formados por un solo ángulo, y 2.4 para los formados por una sola placa; y

V_D y V_R fuerza cortante de diseño y resistencia de diseño al cortante en el punto de colocación del atiesador. V_R se calcula con las ecuaciones 3.38 y 3.42 ó 3.44.

2) El momento de inercia de cada par de atiesadores, o de cada atiesador sencillo, con respecto a un eje en el plano del alma, debe ser igual o mayor que:

$$a t^3 \left[\frac{2.5}{(a/h)^2} - 2 \right] \geq 0.5 a t^3 \quad (43)$$

donde t es el grueso del alma.

b. Cuando el diseño del alma se hace con alguna de las ecuaciones 3.41 ó 3.43, tomando como base el estado límite de iniciación del pandeo, basta con que se satisfaga el Punto 2 del Inciso a de la Sección 1603.5.7.

No es necesario que los atiesadores intermedios lleguen hasta el patín de tensión, excepto cuando se necesite un apoyo directo para transmisión de una carga concentrada o reacción. La soldadura que los liga con el alma debe terminarse a una distancia de la soldadura entre el patín de tensión y el alma no menor de cuatro ni mayor de seis veces del grueso del alma.

Cuando se emplean atiesadores de un solo lado del alma, deben ligarse al patín de compresión.

Si se conecta contraventeo lateral en un atiesador o par de atiesadores, las uniones entre ellos y el patín de compresión deben ser capaces de transmitir 1% de la fuerza total en el patín.

Los atiesadores intermedios diseñados de acuerdo con el Inciso a de la Sección 1603.5.7, deben conectarse al alma de manera que sean capaces de transmitir una fuerza por unidad de longitud, de cada atiesador o par de atiesadores, no menor que

$$0.054 F_C h \sqrt{F_y^3/E} \quad (44)$$

donde

F_y corresponde al acero del alma;

h peralte del alma; y

F_C factor de carga que se utilice en el diseño.

La ecuación 4.7 da una fuerza en newtons por milímetro lineal si se usan MPa y mm (o en kg por cm lineal si se usan kg/cm² y cm). Esta fuerza puede reducirse en la misma proporción que el área de los atiesadores cuando la fuerza cortante de diseño mayor de las existentes en los dos tableros situados a uno y otro lado del atiesador en estudio es menor que la resistencia de diseño calculada con las ecuaciones 3.38 y 3.42 ó 3.44.

Esta condición no tiene que revisarse en el caso del Inciso b de la Sección 1603.5.7.

Los elementos de liga de atiesadores intermedios que transmiten al alma una carga concentrada o reacción deben tener como capacidad mínima la correspondiente a esa carga o reacción.

Nota. Las ecuaciones mencionadas en esta sección se refieren a las NTC-RCDF-2004.

1603.5.7 Reducción del momento resistente por esbeltez del alma. Si la relación h/t del peralte al grueso del alma de secciones I o H excede de

$$5.60\sqrt{ES/M_R} \quad (45)$$

y el patín comprimido cumple las relaciones ancho/grueso de las secciones tipo 1, 2 ó 3 de la sección 2.3.2 de las NTC-RCDF-2004, la resistencia de diseño en flexión, reducida por esbeltez del alma, M'_R , se calcula con la ecuación:

$$M'_R = M_R \left[1 - \frac{a_r}{1200 + 300 a_r} \left(\frac{h}{t} - 5.60\sqrt{\frac{ES}{M_R}} \right) \right] \leq M_R \quad (46)$$

donde

a_r cociente de las áreas del alma y del patín comprimido (ar £ 10);

h y t peralte y grueso del alma, respectivamente;

S módulo de sección de la sección completa, respecto al patín comprimido; y

M_R resistencia de diseño en flexión, calculada de acuerdo con la sección 3.3.2, pero sin exceder de $F_R M_y$.

Cuando sobre la trabe armada actúa una fuerza de compresión P_u , además de la flexión, la constante 5.60 de la ecuación 4.9 se multiplica por $1 - 0.65P_u/P_y$.

Al calcular el momento reducido de secciones en cajón debe tenerse en cuenta la existencia de dos o más almas.

1603.5.9 Uniones. Las uniones en los patines y en el alma deben desarrollar la resistencia total de cada uno de ellos, o la requerida para transmitir 1.25 veces las fuerzas internas de diseño.

En trabes armadas soldadas sometidas a cargas repetidas que puedan producir fallas por fatiga, las uniones en los patines y en el alma deben ser de preferencia soldaduras de penetración completa, y se debe tener en cuenta en el diseño la posible disminución de la resistencia debida a fenómenos de fatiga.

CAPÍTULO 17 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS

SECCIÓN 1701 ESTRUCTURAS PREFABRICADAS

1701.1 Aspectos generales. Toda estructura prefabricada debe cumplir con los procedimientos de análisis y diseño estructural establecidos en los Capítulos 11 y 12. Las estructuras prefabricadas diseñadas a partir de nuevas tecnologías y materiales innovadores, deben cumplir con lo establecido en esta sección y deben ser aprobadas por la autoridad competente.

1701.2 Requisitos generales. Las estructuras prefabricadas deben cumplir con los requisitos generales siguientes:

- Se deben diseñar con los mismos criterios empleados para las estructuras coladas en el sitio, teniendo en cuenta las condiciones de carga que se presenten en la fabricación, transporte y montaje de los elementos prefabricados, así como durante su vida útil.
- Se deben tomar en cuenta las condiciones de restricción que den las conexiones, incluyendo las ligas y uniones con la estructura de cimentación.
- En la estructuración de edificios se deben proporcionar marcos o muros con resistencia a cargas laterales en dos ejes ortogonales de la estructura.
- En las vigas y columnas de sección compuesta formadas por elementos estructurales prefabricados y colados en el lugar, se deben aplicar los criterios de la Sección 1602.

1701.3 Elementos prefabricados. Se deben considerar como estructuras prefabricadas, de concreto reforzado, los elementos siguientes:

- Cimentaciones como pilotes, dados y traveses de cimentación prefabricados.
- Estructura portante como columnas, traveses y muros de carga prefabricados.
- Estructura de pisos a base de vigueta y bovedilla, losa alveolar o extruida, losa T y losa doble T.

Aclaración. Para fines de esta sección, no deben considerarse como elementos estructurales prefabricados los siguientes materiales:

- Block de concreto en cualquiera de sus modalidades.
- Block aligerado, ensamblable o machihembrado.

c. Tabicón de concreto.

d. Tabique cerámico en cualquiera de sus modalidades.

e. Tabique de barro recocido.

f. Paneles y placas sin función estructural.

g. Perfiles estructurales de acero.

h. Perfiles estructurales de madera.

i. Marcos y armaduras de cualquier tipo.

1701.4 Modelado. El modelado de las estructuras prefabricadas debe basarse en los siguientes aspectos:

a. Geometría y modulación de la estructura.

b. Condiciones de apoyo.

c. Propiedad de los materiales.

d. Tipo, magnitud y ubicación de las cargas.

e. Tipos de elementos en tres dimensiones.

f. Conexiones internas y externas entre los elementos.

g. Consideración de esfuerzos, en el cálculo y diseño, debidos a los izajes y maniobras para la transportación y colocación de los elementos prefabricados.

h. Interacción de la estructura con el medio circundante.

1701.5 Diseño modular reticular. Las estructuras prefabricadas deben diseñarse y dimensionarse de acuerdo con una retícula modular estándar, como base para montar los elementos estructurales portantes y de pisos de manera uniforme, seriada y rápida, además deben cumplir con lo siguiente:

a. A la dimensión del elemento estructural a colocar, debe sumarse el espacio necesario de la junta de unión entre elemento y elemento. La suma de la dimensión del elemento, más las de las juntas de unión, debe ser igual a la dimensión del módulo de diseño preestablecido.

b. Las medidas modulares de los componentes deben ser siempre múltiplos del módulo básico.

c. La estructuración modular debe ser un proceso constructivo de adición y no de subdivisión.

1701.6 Envoltente térmica. Los muros estructurales y no estructurales prefabricados, ubicados hacia el exterior del edificio, deben modelarse de acuer-

do con la zona climática de la localidad donde éste se ubique, de tal manera que los materiales que los constituyan garanticen el confort térmico de los habitantes del edificio y eviten ganancias y pérdidas excesivas de calor y transmisión de humedades que pongan en riesgo la salud de los residentes, así como su economía por posibles gastos extraordinarios debidos al alto consumo de energía por el uso de ventiladores y aparatos de clima artificial.

1701.7 Instalaciones. El modelado de los elementos estructurales prefabricados, debe prever el paso de las tuberías de las diferentes instalaciones del edificio. Para este efecto deben proveerse oquedades y ductos, para el alojamiento y paso de las instalaciones, que no afecten el desempeño de la estructura.

1701.8 Factor Q. Las conexiones de las estructuras prefabricadas que se diseñen por sismo con un factor Q igual a 2, deben cumplir con los requisitos de la Sección 1701.8.

1701.9 Conexiones. Las conexiones se deben diseñar de modo tal que el grado de restricción que proporcionen esté de acuerdo con lo supuesto en el análisis de la estructura, y deben ser capaces de transmitir todas las fuerzas y momentos que se presentan en los extremos de cada una de las piezas que unen; se deben respetar las disposiciones para anclaje de refuerzo y uniones viga-columna establecidas en la Parte 4 para las estructuras con elementos colados en el sitio.

Cuando una conexión forme parte del sistema estructural de soporte ante acciones laterales, ésta debe resistir no menos que 1.3 veces el valor de diseño de las fuerzas y momentos internos que transmita.

En marcos formados por elementos prefabricados se define como nudo aquella parte de la columna comprendida en el peralte de las vigas que llegan a ella.

La conexión entre elementos prefabricados puede efectuarse dentro del nudo o unión viga-columna, en las zonas adyacentes o alejadas del mismo. Las conexiones deben cumplir los requisitos siguientes:

- En conexiones que formen parte del sistema estructural de soporte ante cargas laterales, la resistencia, f'_c , del concreto colado en sitio empleado en las conexiones entre elementos prefabricados, requerido para transmitir esfuerzos de tensión o compresión, debe ser al menos igual a la mayor que tengan los elementos que conectan.
- El acero de refuerzo localizado en las conexiones de elementos prefabricados, requerido para transmitir esfuerzos de tensión o compresión, debe tener un esfuerzo especificado de fluencia no mayor que 412 MPa (4200 kgf/cm²).

- En las conexiones se debe colocar refuerzo transversal con el diámetro y la separación indicados en la Parte 4 para estructuras coladas en el sitio, de manera que se asegure la resistencia y el confinamiento requeridos en la conexión.
- Se debe asegurar que la articulación plástica se presente en la viga, para lo que y se deberá verificar que la suma de la resistencia a flexión de las columnas que llegan al nodo resulte 1.5 veces la suma de la resistencia a la flexión de las vigas que también llegan al mismo nodo.
- Cuando se utilicen colados en sitio para garantizar la continuidad de una conexión, donde quiera que ésta se encuentre, deberán realizarse por la parte superior de ella obligando al uso de cimbras en caras laterales (costados) e inferiores (fondo) de la conexión.
- Al detallar las conexiones deben especificarse las holguras para la manufactura y el montaje. Los efectos acumulados de dichas holguras deben considerarse en el diseño de las conexiones y en la modulación de los elementos.
- Cuando se diseñe la conexión para trabajar monolíticamente, las holguras deben rellenarse con mortero con estabilizador de volumen de manera que se garantice la transmisión de los esfuerzos de compresión y cortante de un elemento a otro.
- Todas las superficies de los elementos prefabricados que forman parte de una conexión deben tener un acabado rugoso, estas superficies se deben limpiar y saturar de agua cuando menos 24 horas antes de colar la conexión. En el colado de la conexión se debe incluir un aditivo estabilizador de volumen.

1701.10 Sistemas de piso. En edificios con sistemas de piso prefabricados, o parcialmente prefabricados, se debe garantizar la acción de diafragma rígido horizontal y la transmisión de las fuerzas horizontales a los elementos verticales. Para este fin se debe emplear un firme estructural, y de deben respetar las instrucciones del fabricante del producto y lo indicado en las normas que le apliquen. El firme estructural debe estar reforzado con malla o barras de acero colocadas al menos en la dirección perpendicular al eje de las piezas prefabricadas. El refuerzo del firme estructural no debe ser menor que el mínimo requerido por análisis de flexión de la losa.

1701.11. Otros materiales y sistemas estructurales. El alcance de los criterios establecidos en la Sección 1701 no contempla requisitos de diseño específicos para el caso de los siguientes elementos estructurales:

- Sistema de losa plana.

- b. Vigas diafragma.
- c. Ménsulas.
- d. Sección compuesta.
- e. Elementos de concreto presforzado.
- f. Elementos construidos con concreto de alta resistencia.

El diseño estructural de los elementos mencionados, debe quedar bajo la responsabilidad del DRO, o corresponsable estructural, para su posterior aprobación por la autoridad competente.

CAPÍTULO 18 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA

SECCIÓN 1801 ESTRUCTURAS DE MADERA

1801.1 Consideraciones Generales. Las consideraciones generales para el diseño de estructuras de madera deben cumplir con lo establecido en la Sección 1801.

1801.1.1 Alcance. Estas disposiciones deben ser aplicables a elementos estructurales de madera aserrada de cualquier especie, cuya densidad relativa promedio, g , sea igual o superior a 0.30, y a elementos estructurales de madera contrachapada.

Para efectos de estas disposiciones, las maderas usuales en la construcción se clasifican en coníferas y latifoliadas. Las latifoliadas se subdividen en los cuatro grupos siguientes de acuerdo con los valores de su módulo de elasticidad correspondiente al quinto percentil, $E_{0.05}$ para madera seca, cuyo contenido de humedad es igual o menor que 18%, Ver Tabla 1801.1.1.

TABLA 1801.1.1 GRUPOS DE MADERAS LATIFOLIADAS

	Intervalo de valores de $E_{0.05}$	
	MPa	(kg/cm ²)
Grupo I	mayor que 11800	(mayor que 120000)
Grupo II	8800 a 11600	(90000 a 119000)
Grupo III	7360 a 8730	(75000 a 89000)
Grupo IV	4400 a 7260	(45000 a 74000)

El valor de $E_{0.05}$ debe ser determinado experimentalmente con piezas de tamaño estructural

Los proyectos de elementos estructurales a base de madera no cubiertos por esta sección, tales como la madera laminada encolada y los diversos tipos de tableros, con excepción de los de madera contrachapada, deben ser aprobados por la autoridad competente.

1801.1.2 Unidades. Las disposiciones de esta sección se presentan en unidades del sistema internacional, y entre paréntesis en sistema métrico, cuyas unidades básicas son metro, kilogramo fuerza y segundo. Las unidades y magnitudes de esfuerzo y resistencia están especificadas en el Anexo 7.

Los valores correspondientes a los dos sistemas no son exactamente equivalentes, por lo que ca-

da sistema debe utilizarse con independencia del otro, sin hacer combinaciones entre los dos.

1801.1.3 Clasificación estructural. Para que sean aplicables los valores de diseño propuestos en esta sección, las maderas de coníferas deben clasificarse de acuerdo con la norma NMX-C-239-2014, la cual establece dos clases de madera estructural, A y B. Las maderas de latifoliadas deben clasificarse de acuerdo con la norma NMX-C-409-ONNCCE-1999. Otros métodos de clasificación deben ser aprobados por la autoridad competente.

1801.1.4 Dimensiones. Para efectos de dimensionamiento se deben utilizar las secciones especificadas en la norma NMX-C-224-ONNCCE-2001. Para piezas con dimensiones mayores que las cubiertas en la norma citada y, en general, para secciones que no se ajusten a ellas debe utilizarse la sección real en condición seca.

1801.1.5 Contenido de humedad. El contenido de humedad, CH , se define como el peso original menos el peso anhidro dividido entre el peso anhidro y se expresa en porcentaje. Se considera madera seca a la que tiene un contenido de humedad igual o menor que 18%, y húmeda, a aquella cuyo contenido de humedad es superior a dicho valor. El valor máximo admisible se limita a 50%.

1801.1.6 Anchos de cubierta para soporte de cargas concentradas. Para el diseño de cubiertas se deben considerar como anchos b de la sección que soporta las cargas vivas concentradas indicadas los valores de la Tabla 1801.1.6 y en la Sección 1801.1.7, tanto para el cálculo de resistencia como de deflexión.

TABLA 1801.1.6 ANCHOS B PARA SOPORTE DE CARGAS CONCENTRADAS EN CUBIERTAS

Condición	b
Duelas a tope ¹	Ancho de una duela
Duelas machihembradas ²	2 x ancho de una duela + 150 mm, pero no más de 450 mm
Madera contrachapada ³	610 mm

¹ Grosor mínimo 19 mm,

² Grosor mínimo 13 mm,

³ Grosor mínimo 9 mm.

1801.1.7 Cargas vivas concentradas para diseño de pisos de madera. Para el diseño de pisos li-

geros de madera se deben acatar las disposiciones señaladas en la Sección 1202, además de las siguientes observaciones relacionadas con las cargas vivas concentradas:

- a. En el caso de sistemas de piso ligeros de madera con cubierta rigidizante destinados a habitación, ver Tabla 1202.5, se debe considerar en lugar de W_m , una carga concentrada de 1.3 kN (130 kg) para el diseño de los elementos de soporte y de 1 kN (100 kg) para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicadas en la posición más desfavorable.
- b. Se deben considerar como sistemas de piso ligeros de madera aquellos formados por tres o más miembros de madera, paralelos y separados entre sí no más de 80 cm y unidos con una cubierta de madera contrachapada, de duelas de madera bien clavada u otro material que proporcione una rigidez equivalente.

SECCIÓN 1802 PRINCIPIOS GENERALES DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA

1802.1 Métodos de diseño. El diseño de elementos de madera y de los dispositivos de unión requeridos para formar estructuras deben cumplir con lo siguiente.

- a. Se deben respetar los estados límite establecidos en el Capítulo 18 donde se establecen los requisitos que deben cumplirse en cuanto a seguridad y comportamiento en condiciones de servicio de las estructuras.
- b. Se permite que el diseño de estas estructuras se realice mediante procedimientos analíticos o experimentales.
- c. En el diseño por métodos analíticos las acciones internas se deben determinar tomando como base que los elementos estructurales y las estructuras tienen un comportamiento lineal elástico.

1802.2 Valores especificados de resistencias y rigideces. La Tabla 1802.2 (1) proporciona valores especificados de resistencia y rigidez para madera de coníferas, para las clases estructurales A y B. La Tabla 1802.2 (2) establece valores especificados para los cuatro grupos de maderas de latifoliadas. La Tabla 1802.2 (3) contiene valores especificados de resistencia y rigidez para madera contrachapada de especies de coníferas. Los valores de las tablas corresponden a condición seca.

1802.3 Factores de resistencia. La Tabla 1802.3 indica los factores de resistencia, $F_{R'}$ para madera

maciza y madera contrachapada. Los factores de resistencia correspondientes a las uniones en estructuras de madera se deben tomar igual a 0.7 en todos los casos.

TABLA 1802.2 (1) VALORES ESPECIFICADOS DE RESISTENCIAS Y MÓDULOS DE ELASTICIDAD DE MADERAS DE ESPECIES CONÍFERAS, MPa (kg/cm²)

		Clase	
		A	B
Flexión	f_{fu}'	15.2 (155)	9.8 (100)
Tensión paralela a la fibra	f_{tu}'	11.3 (115)	6.9 (70)
Compresión paralela a la fibra	f_{cu}'	11.8 (120)	9.3 (95)
Compresión perpendicular a la fibra	f_{nu}'	3.9 (40)	3.9 (40)
Cortante paralelo a la fibra	f_{vu}'	1.18 (12)	1.18 (12)
Módulo de elasticidad promedio	$E_{0.50}$	9810 (100000)	7848 (80000)
Módulo de elasticidad correspondiente al 5° percentil	$E_{0.05}$	6376 (65000)	4905 (50000)

TABLA 1802.2 (2) VALORES ESPECIFICADOS DE RESISTENCIAS Y MÓDULOS DE ELASTICIDAD DE MADERAS DE ESPECIES LATIFOLIADAS, MPa (kg/cm²)

		Grupo			
		I	II	III	IV
Flexión	f_{fu}'	30.4 (310)	22.6 (230)	15.7 (160)	7.8 (80)
Tensión paralela a la fibra	f_{tu}'	20.1 (205)	15.7 (160)	10.8 (110)	5.4 (55)
Compresión paralela a la fibra	f_{cu}'	22.1 (225)	16.7 (160)	12.3 (125)	5.9 (60)
Compresión perpendicular a la fibra	f_{nu}'	7.4 (75)	5.4 (55)	3.9 (40)	2 (20)
Cortante paralelo a la fibra	f_{vu}'	2.5 (25)	2 (20)	1.5 (15)	1 (10)
Módulo de elasticidad promedio	$E_{0.50}$	16680 (160000)	11670 (120000)	8830 (90000)	6870 (70000)
Módulo de elasticidad correspondiente al 5° percentil	$E_{0.05}$	11670 (120000)	8830 (90000)	7360 (75000)	4400 (45000)

TABLA 1802.2 (3) VALORES ESPECIFICADOS DE RESISTENCIAS, MÓDULO DE ELASTICIDAD Y MÓDULO DE RIGIDEZ DE MADERA CONTRACHAPADA DE ESPECIES CONÍFERAS, MPa (kg/cm²)

Flexión	f_{tu}'	16.7 (160)
Tensión	f_{tu}'	14.7 (150)
Tensión: fibra en las chapas exteriores perpendicular al esfuerzo (3 chapas)	f_{tu}'	8.8 (90)
Compresión		
En el plano de las chapas	f_{cu}'	15.7 (160)
Perpendicular al plano de la chapas	f_{nu}'	25 (25)
Cortante		
A través del grosor	f_{gvu}'	25 (25)
En el plano de las chapas	f_{ru}'	1 (10)
Módulo de elasticidad promedio	$E_{0.50}$	10800 (110000)
Módulo de rigidez promedio	$G_{0.50}$	490 (5000)

TABLA 1802.3 FACTORES DE RESISTENCIA PARA MADERA MACIZA Y MADERA CONTRACHAPADA, F_R

Acción	Producto	
	Madera maciza	Madera contrachapada
Flexión	0.8	0.8
Tensión paralela	0.7	0.7
Compresión paralela y en el plano de las chapas	0.7	0.7
Compresión perpendicular	0.9	0.9
Cortante paralelo, a través del espesor y en el plano de las chapas	0.7	0.7

1802.4 Valores modificados de resistencias y rigideces. En los cálculos de las resistencias y deformaciones de diseño de los miembros o uniones se debe tomar como resistencia o módulo de elasticidad del material o el elemento de unión el valor modificado que resulta de multiplicar el valor especificado correspondiente por los factores de modificación apropiados, de acuerdo con las Secciones 1802.4.1 y 1802.4.2.

1802.4.1 Factores de modificaciones para madera maciza y madera contrachapada. Los factores de modificaciones para madera maciza y made-

ra contrachapada deben establecerse de acuerdo con lo siguiente:

K_h factor por contenido de humedad. Tabla 1802.4.1 (1)

K_d factor por duración de carga. Tabla 1802.4.1 (2)

K_c factor por compartición de carga igual a 1.15. Aplicable en sistemas formados por tres o más miembros paralelos, separados 610 mm centro a centro, o menos, dispuestos de tal manera que soporten la carga conjuntamente.

K_p factor por peralte. Tabla 1802.4.1 (3). Aplicable a secciones que tengan un peralte d , menor o igual a 140 mm.

K_{cl} factor por clasificación (madera maciza de coníferas únicamente). Tabla 1802.4.1 (4).

K_v factor por condición de apoyo o compartición de carga en cortante (Ver Sección 1803.2.4.2).

K_r factor por recorte (Ver Sección 1803.2.4.3).

K_a factor por tamaño de la superficie de apoyo. Tabla 1802.4.1 (5).

TABLA 1802.4.1 (1) FACTORES DE MODIFICACIÓN POR CONTENIDO DE HUMEDAD, K_h (APLICABLES CUANDO CH ≥ 18 %)

Concepto	K_h
a) Madera maciza de coníferas	
Flexión y tensión paralela a la fibra	1.00
Compresión paralela a la fibra	0.80
Compresión perpendicular a la fibra	0.45
Cortante paralelo a la fibra	0.70
Módulo de elasticidad	1.00
b) Madera maciza de latifoliadas	
Flexión y tensión paralela a la fibra	1.00
Compresión paralela a la fibra	0.80
Compresión perpendicular a la fibra	0.45
Cortante paralelo a la fibra	0.85
Módulo de elasticidad	1.00
c) Madera contrachapada	
Flexión, tensión, cortante a través del grosor y en el plano de las chapas	0.80
Compresión paralela y perpendicular a la cara,	0.60
Módulos de elasticidad y rigidez	0.85

1802.4.2 Factores de modificación de uniones. Los factores de modificación de uniones deben establecerse de acuerdo con lo siguiente:

J_h factor por contenido de humedad. Tabla 1802.4.2 (1).

J_g factor por hilera de elementos para pernos y pijas. Tabla 1802.4.2 (2).

J_d factor por duración de carga. Tabla 1802.4.2 (3).

J_{gp} factor por grosor de piezas laterales en pernos y pijas. Tabla 1802.4.2 (4).

J_{di} factor para clavos para diafragmas igual a 1.3.

J_{gc} factor por grosor de piezas laterales en clavos. Tabla 1802.4.2 (5).

J_a factor para clavos lanceros. Tabla 1802.4.2 (6).

J_p factor para clavos hincados paralelamente a la fibra igual a 0.6.

J_n factor por carga perpendicular a la fibra en pijas. Tabla 1802.4.2 (7).

J_{dp} factor por doblado de la punta en clavos. Tabla 1802.4.2 (8).

TABLA 1802.4.1 (2) FACTORES DE MODIFICACIÓN POR DURACIÓN DE CARGA (APLICABLES PARA MADERA MACIZA Y MADERA CONTRACHAPADA)¹, K_d

Condición de carga	K_d
Carga continua	0.90
Carga normal: carga muerta más carga viva	1.00
Carga muerta más carga viva en cimbras, obras falsas y techos (pendiente < 5%)	1.25
Carga muerta más carga viva más viento o sismo, y carga muerta más carga viva en techos (pendiente \geq 5%)	1.33
Carga muerta más carga viva más impacto	1.60

¹ No son aplicables a los módulos de elasticidad.

TABLA 1802.4.1 (3) FACTORES DE MODIFICACIÓN POR PERALTE, K_p , APLICABLES A SECCIONES QUE TENGAN UN PERALTE, $d \geq 140$ mm

Concepto	K_p
Flexión	1.25
Tensión y compresión paralelas a la fibra	1.15
Compresión perpendicular a la fibra	1.00
Cortante paralelo a la fibra	1.50
Módulo de elasticidad	1.10

TABLA 1802.4.1 (4) FACTORES DE MODIFICACIÓN POR CLASIFICACIÓN PARA MADERA MACIZA DE CONÍFERAS¹, K_{c1}

Regla de clasificación (Según NMX-C-239)	K_{c1}
a) Para valores especificados de resistencia	
Regla general ²	0.80
Reglas especiales ³	1.00
Regla industrial ⁴	1.25
b) Para valores de módulo de elasticidad	
Regla general ²	0.90
Reglas especiales ³	1.00
Regla industrial ⁴	1.15

¹ Usar siempre $K_{c1} = 1.0$ para madera de latifoliadas;

² Aplicable a cualquier sección transversal especificada en la referencia 3;

³ Aplicables a secciones transversales particulares: todas las de 38 mm de grosor y las de 87x87 mm y 87x190 mm, únicamente cuando se utilicen de canto;

⁴ Aplicable a secciones transversales de 38 mm de grosor únicamente cuando se utilicen de canto.

TABLA 1802.4.1 (5) FACTORES DE MODIFICACIÓN POR TAMAÑO DE LA SUPERFICIE DE APOYO¹, K_a

Longitud de apoyo o diámetro de rondana, mm	K_a
15 o menor	1.80
25	1.40
40	1.25
50	1.20
75	1.15
100	1.10
150 o mayor	1.00

¹ Este factor es aplicable solamente cuando la superficie de apoyo diste por lo menos 80 mm del extremo del miembro.

1802.5 Factor de comportamiento sísmico para estructuras de madera. Para diseño por sismo, deben utilizarse los siguientes valores de Q para estructuras cuya resistencia a fuerzas horizontales sea suministrada por sistemas estructurales a base de elementos de madera:

- a. $Q=3.0$ para diafragmas construido con madera contrachapada;
- b. $Q=2.0$ para diafragmas construido con duelas inclinadas y para sistemas de muros formados por duelas de madera horizontales o verticales combinadas con elementos diagonales de madera maciza; y
- c. $Q=1.5$ para marcos y armaduras de madera maciza.

TABLA 1802.4.2 (1)
FACTOR DE MODIFICACIÓN POR CONTENIDO DE HUMEDAD EN UNIONES, J_h

Condición de la madera cuando se fabrica la junta	Seca		Húmeda	
	CH ≤ 18 %		CH > 18 %	
Condición de servicio	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Pernos y pijas				
Compresión paralela a la fibra	1.0	0.67	1.0	0.67
Compresión perpendicular y pijas en extracción	1.0	0.67	0.4	0.27
Clavos	1.0	0.67	0.8	0.67

TABLA 1802.4.2 (2)
FACTOR DE MODIFICACIÓN POR GRUPO DE CONECTORES PARA PERNOS Y PIJAS¹, J_g

a) Para piezas laterales de madera									
Relación de áreas ²	La menor de A_m o A_s , mm ² (cm ²)		Número de conectores de una hilera						
			2	3	4	5	6	7	8
0.5	8000	(80)	1.00	0.92	0.84	0.76	0.68	0.61	0.55
	8000 a 18000	(80 a 180)	1.00	0.95	0.88	0.82	0.75	0.68	0.62
	18000 a 42000	(180 a 420)	1.00	0.98	0.96	0.92	0.87	0.83	0.79
	mayor que 42000	(mayor que 420)	1.00	1.00	0.98	0.95	0.91	0.88	0.85
1.0	8000	(80)	1.00	0.97	0.92	0.85	0.78	0.71	0.65
	8000 a 18000	(80 a 180)	1.00	0.98	0.94	0.89	0.84	0.78	0.72
	18000 a 42000	(180 a 420)	1.00	1.00	0.99	0.96	0.92	0.89	0.85
	mayor que 42000	(mayor que 420)	1.00	1.00	1.00	0.99	0.96	0.93	0.91
b) Para piezas laterales metálicas									
A_m , mm ² (cm ²)		2	3	4	5	6	7	8	
16000 a 26000		(160 a 260)	1.00	0.94	0.87	0.80	0.73	0.67	0.61
26000 a 42000		(260 a 420)	1.00	0.95	0.89	0.82	0.75	0.69	0.63
42000 a 76000		(420 a 760)	1.00	0.97	0.93	0.88	0.82	0.77	0.71
76000 a 130000		(760 a 1300)	1.00	0.98	0.96	0.93	0.89	0.85	0.81
mayor que 130000		(mayor que 1300)	1.00	0.99	0.98	0.96	0.93	0.90	0.87

¹ Interpolarse para valores intermedios;

² Relación de áreas A_m/A_s o A_s/A_m , la que resulte menor, donde:

A_m Área bruta del miembro principal; y

A_s Suma de las áreas brutas de los miembros laterales.

TABLA 1802.4.2 (3)
FACTOR DE MODIFICACIÓN POR DURACIÓN DE CARGA EN UNIONES, J_d

Condición de carga	J_d
Carga continua	0.90
Carga normal: carga muerta más carga viva	1.00
Carga muerta más carga viva en cimbras, obras falsas y techos (pendiente < 5 %)	1.25
Carga muerta más carga viva más viento o sismo y carga muerta más carga viva en techos (pendiente ≥ 5 %)	1.33
Carga muerta más carga viva más impacto	1.60

TABLA 1802.4.2 (4)
FACTOR DE MODIFICACIÓN POR GROSOR
DE PIEZAS LATERALES DE MADERA Y METÁLICAS
PARA PERNOS Y PIJAS, J_{gp}

Para piezas laterales de madera en pijas ¹	$\geq 3.5D$ 2.0D	1.00 0.60
Para piezas metálicas en pernos y pijas		1.50

¹ Para valores intermedios de grosores de piezas laterales hacer una interpolación lineal; donde D es el diámetro de la pija

TABLA 1802.4.2 (5)
FACTOR DE MODIFICACIÓN POR GROSOR DE PIEZAS
LATERALES DE MADERA PARA CLAVOS, J_{gc}

Grosor de la pieza lateral ¹	J_{gc}
1/3	1.00
1/6	0.50

¹ Para valores intermedios de grosores de piezas laterales hacer una interpolación lineal; donde l es la longitud del clavo.

TABLA 1802.4.2 (6)
FACTOR DE MODIFICACIÓN PARA
CLAVOS LANCEROS, J_a

Condición de carga	J_a
Clavo lancero	0.80
Clavo normal	1.00

TABLA 1802.4.2 (7)
FACTOR DE MODIFICACIÓN POR CARGA LATERAL PER-
PENDICULAR A LAS FIBRAS PARA PIJAS, J_n

Diámetro de la pija, mm	J_n
6.4	0.97
9.5	0.76
12.7	0.65
15.9	0.60
19.1	0.55
22.2	0.52
25.4	0.50

TABLA 1802.4.2 (8)
FACTOR DE MODIFICACIÓN POR DOBLADO DE LA
PUNTA DE CLAVOS, J_{dp}

Condición	J_{dp}
Cortante simple	1.6
Cortante doble ¹	2.0

¹ Las piezas laterales deben tener un grosor cuando menos igual a la mitad del grosor de la pieza central.

1801.5 Encharcamiento en techos planos. Cada porción del techo debe diseñarse para sostener el peso del agua de lluvia que pueda acumularse sobre dicha porción si el sistema de drenaje estuviera bloqueado.

SECCIÓN 1803

RESISTENCIAS DE DISEÑO DE MIEMBROS DE MADERA MACIZA

1803.1 Miembros a tensión. La resistencia de diseño, T_R , de miembros sujetos a tensión paralela a la fibra se debe obtener por medio de la expresión:

$$T_R = F_R f_{tu} A_n$$

donde

$$f_{tu} = f_{tu}' Kh Kd Kc Kp Kcl ;$$

A_n área neta; y

FR factor de resistencia que se tomará igual a 0.7

El área neta se define como la que resulta de deducir de la sección bruta el área proyectada del material eliminado para taladros o para otros fines. En miembros con taladros en tresbolillo para pernos o pijas se considerarán en la sección crítica analizada los taladros adyacentes cuya separación sea, igual o menor que ocho diámetros.

1803.2 Miembros bajo cargas transversales. Los miembros de madera maciza sometidos a cargas transversales deben cumplir con lo indicado en esta sección.

1803.2.1 Requisitos generales. Los requisitos generales para cargas transversales están referidos al claro de cálculo y recortes.

1803.2.1.1 Claro de cálculo. Para vigas simplemente apoyadas el claro de cálculo se debe tomar como la distancia entre los paños de los apoyos más la mitad de la longitud requerida en cada apoyo para que no se exceda la resistencia al aplastamiento definida en la Sección 1803.5.1. En vigas continuas, el claro de cálculo se debe medir desde los centros de los apoyos continuos.

1803.2.1.2 Recortes. Se permiten recortes, rebajes o ranuras siempre que su profundidad no exceda de un cuarto del peralte del miembro en los apoyos ni de un sexto del peralte en las porciones alejadas de los apoyos y que queden fuera del tercio medio. La longitud de recortes alejados de los apoyos se limita a un tercio del peralte.

1803.2.2 Resistencia a flexión. La resistencia de diseño, M_R , de miembros sujetos a flexión se obtiene por medio de la expresión

$$M_R = F_R f_{fu} S \phi$$

donde

$$f_{fu} = f_{fu}' K_h K_d K_c K_p K_{cl}. \text{ Ver Secciones 1801.4 y 1801.4.1.}$$

S módulo de sección;

ϕ factor de estabilidad lateral según la Sección 1803.2.3; y

F_R se debe tomar igual a 0.8. Ver Sección 1801.4.

1803.2.3 Estabilidad lateral. La estabilidad lateral para miembros de madera maciza debe considerarse de acuerdo con lo siguiente.

1803.2.3.1 Requisitos generales. Para vigas sin soportes laterales en sus apoyos que impidan la traslación y la rotación de sus extremos, el factor de estabilidad lateral, ϕ , debe tomarse igual a la unidad, si la relación entre el peralte y el grosor de la viga no excede de 1.0. Cuando dicha relación es mayor que 1.0 debe proporcionarse soporte lateral en los apoyos de manera que se impida la traslación y la rotación de los extremos de la viga; el valor de ϕ se determina de acuerdo con la Sección 1803.2.3.2, excepto en los casos en que se cumplan las condiciones dadas en la Tabla 1803.2.3.1, cuando puede tomarse la unidad como valor de ϕ . Las reglas de las secciones siguientes son aplicables a miembros sujetos tanto a flexión simple como a flexocompresión.

1803.2.3.2 Cálculo del factor de estabilidad lateral, ϕ . El cálculo del factor de estabilidad se debe obtener de acuerdo con lo siguiente:

a) Longitud sin soporte lateral, L_u

Cuando no existan soportes laterales intermedios, la longitud sin soportes laterales, L_u , se debe tomar como la distancia centro a centro entre apoyos; en voladizos, se debe tomar como su longitud.

Cuando existan viguetas perpendiculares a la viga, conectadas a ésta de manera que impidan el desplazamiento lateral de la cara de compresión, L_{uv} se debe tomar como el espaciamiento máximo entre viguetas.

Cuando la cara de compresión de la viga sea soportada en toda su longitud de manera que los desplazamientos laterales queden impedi-

dos, L_u debe tomarse igual a cero. Para poder considerar que la cubierta proporciona suficiente restricción lateral debe estar firmemente unida a la viga y a los miembros periféricos de manera que se forme un diafragma rígido.

TABLA 1803.2.3.1
RELACIONES d/b MÁXIMAS ADMISIBLES PARA LAS
CUALES PUEDE TOMARSE $\phi = 1$

Condición de soporte lateral ¹	Relación máxima d/b
a) Cuando no existan soportes laterales intermedios	4.0
b) Cuando el miembro se mantenga soportado lateralmente por la presencia de cuando menos una vigueta o tirante al centro del claro	5.0
c) Cuando la cara de compresión del miembro se mantenga soportada lateralmente por medio de una cubierta de madera contrachapada o duela, o por medio de viguetas con espaciamiento ≤ 610 mm	6.5
d) Cuando se cumplan las condiciones del Inciso c, y además exista bloqueo o arrostramiento lateral a distancias no superiores a 8d	7.5
e) Cuando la cara de compresión como la de tensión se mantenga eficazmente soportada lateralmente	9.0

¹ En todos los casos debe existir soporte lateral en los apoyos de manera que se impida la traslación y la rotación de la viga.

b) Factor de esbeltez, C_s

El factor de esbeltez, C_s , se determina con la expresión

$$C_s = \sqrt{\frac{L_u d}{b^2}}$$

c) Determinación del factor de estabilidad lateral, ϕ

El valor del factor de estabilidad lateral, ϕ , se determina como sigue:

1) Cuando $C_s \leq 6$, el valor de f se debe tomar igual a la unidad.

2) Cuando $6 < C_s \leq C_k$, el valor de f se determina con la expresión

$$\phi = 1 - 0.3 \left(\frac{C_s}{C_k} \right)^4$$

donde

$$C_k = \sqrt{\frac{E_{0.05}}{f_{fu}}}$$

3) Cuando $C_s > C_k$ el valor de ϕ se determina con la expresión

$$\phi = 0.7 \left(\frac{C_k}{C_s} \right)^2$$

No se deben admitir vigas cuyo factor de esbeltez, C_s , sea superior a 30.

1803.2.4 Resistencia a cortante. La resistencia a cortante se determina de acuerdo con lo siguiente:

1803.2.4.1 Sección crítica. La sección crítica para cortante de vigas se tomará a una distancia del apoyo igual al peralte de la viga.

1803.2.4.2 Resistencia a cortante de diseño. La resistencia a cortante de diseño, V_R , en las secciones críticas de vigas se debe obtener por medio de la expresión

$$V_R = \frac{F_R f_{vu} b d}{1.5}$$

donde

$f_{vu} = f_{vu}' K_h K_d K_c K_r K_v$ (Ver Secciones 1801.4 y 1801.4.1); y

F_R se toma igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

Debe considerarse $K_v=2$ en los siguientes casos:

- a. En las secciones críticas de apoyos continuos; y
- b. En todas las secciones críticas de vigas de sistemas estructurales con compartición de carga.

En todos los demás casos $K_v = 1.0$.

1803.2.4.3 Factor de recorte, K_r . El factor de recorte, K_r , se debe calcular de acuerdo con las siguientes expresiones:

a) Recorte en el apoyo en la cara de tensión

$$K_r = \left(1 - \frac{d_r}{d} \right)^2$$

b) Recorte en el apoyo en la cara de compresión y $e_r \geq d$

$$K_r = 1 - \frac{d_r}{d}$$

c) Recorte en el apoyo en la cara de compresión cuando $e_r < d$

$$K_r = 1 - \frac{d_r e_r}{d(d - d_r)}$$

1803.3 Miembros sujetos a combinaciones de momento y carga axial de compresión. El diseño de miembros de madera sujetos a combinaciones de momento y carga axial de compresión debe realizarse de acuerdo con lo especificado en esta sección.

1803.3.1 Requisito general. Toda columna debe dimensionarse como miembro sujeto a flexocompresión independientemente de que el análisis no haya indicado la presencia de momento.

1803.3.2 Resistencia a carga axial. La resistencia a compresión de diseño, P_R , que debe usarse en las fórmulas de interacción de las Secciones 1803.3.4 y 1803.4.2 se obtiene por medio de la expresión

$$P_R = F_R f_{cu} A$$

donde

$f_{cu} = f_{cu}' K_h K_d K_c K_p K_{cl}$ (Ver Secciones 1801.4 y 1801.4.1);

A área de la sección; y

F_R se toma igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

1803.3.3 Efectos de esbeltez. Los efectos de esbeltez se deben tomar en cuenta a través de la ampliación de momentos de acuerdo con lo previsto en la Sección 1803.3.5. En el caso de columnas compuestas de dos o más elementos, la esbeltez se debe considerar de manera independiente para cada elemento a no ser que se prevea un dispositivo que una los extremos de los elementos rígidamente y espaciadores adecuados.

1803.3.3.1 Longitud sin soporte lateral. La longitud sin soporte lateral, L_{ul} , de miembros bajo compresión se debe tomar como la distancia centro a centro entre soportes laterales capaces de proporcionar una fuerza de restricción lateral por lo menos igual al 4% de la carga axial sobre el miembro. Esta fuerza también debe ser suficiente para resistir los efectos de los momentos en los extremos y las cargas laterales que puedan existir.

1803.3.3.2 Longitud efectiva. Los miembros en compresión se deben dimensionar considerando una longitud efectiva, $L_e = kL_{ul}$. Para miem-

bros bajo compresión arriostrados contra desplazamientos laterales se debe tomar $k=1.0$, salvo que se justifique un valor menor. Para miembros en compresión sin arriostramiento contra desplazamientos laterales, k se debe determinar por medio de un análisis.

1803.3.3.3 Limitaciones.

a) Para miembros no arriostrados, los efectos de esbeltez deben despreciarse si

$$\frac{k L_u}{r} \leq 40$$

donde r es el radio de giro mínimo de la sección.

b) Para miembros arriostrados, los efectos de esbeltez deben despreciarse si

$$\frac{k L_u}{r} \leq 60 - 20 \frac{M_1}{M_2}$$

donde

M_1, M_2 momentos actuantes en los extremos multiplicados por el factor de carga apropiado;

M_1 momento menor y se considera negativo cuando M_1 y M_2 producen curvatura doble; y

M_2 momento mayor y siempre se considera positivo.

c) No se admiten valores de kL_u/r superiores a 120.

1803.3.4 Fórmula de interacción para flexión uniaxial. Los miembros sujetos a compresión y flexión uniaxial deben satisfacer la siguiente condición

$$\frac{P_u}{P_R} + \frac{M_c}{M_R} \leq 1$$

donde

M_c momento amplificado que se aplica para diseño con la carga axial P_u ; y

P_u carga axial última de diseño que actúa sobre el elemento y es igual a la carga de servicio multiplicada por el factor de carga apropiado.

1803.3.5 Determinación del momento amplificado en miembros restringidos lateralmente. El valor de M_c se debe determinar por medio del siguiente procedimiento:

$$M_c = \delta M_o \geq M_2$$

donde

M_o máximo momento sin amplificar que actúa sobre el miembro en compresión y es igual al momento de servicio multiplicado por el factor de carga apropiado; y

$$\delta = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{P_{cr}}}$$

El valor de la carga crítica de pandeo P_{cr} se debe obtener con la expresión

$$P_{cr} = F_R \frac{\pi^2 E_{0.05} I}{(k L_u)^2} K_p K_{cl}$$

donde

F_R se toma igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

Para miembros restringidos contra el desplazamiento lateral y sin cargas transversales entre apoyos, el valor de C_m debe tomarse igual a

$$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4$$

donde M_1 y M_2 tienen el mismo significado que en la Sección 1803.3.3.3.

Para otros casos debe tomarse $C_m=1.0$.

1803.3.6 Momentos en los extremos. Todos los miembros bajo compresión deben dimensionarse para una excentricidad en cada extremo igual al mayor de los siguientes valores:

a. La correspondiente al máximo momento asociado a la carga axial; o

b. 0.05 de la dimensión del miembro paralela al plano de flexión considerado. Se debe suponer que esta excentricidad ocasiona flexión uniaxial y curvatura simple únicamente.

1803.3.7 Momentos debidos a encorvadura. Todos los miembros bajo compresión deben dimensionarse para una excentricidad

$$e_b = \frac{L_u}{300}$$

considerando que dicha excentricidad se presenta a la mitad de la distancia entre soportes laterales. Se considerará que los momentos por encorvadura actúan en el mismo plano y en el mismo sentido que los momentos de la Sección 1803.3.6.

1803.3.8 Fórmula de interacción para flexión biaxial. Cuando un miembro bajo compresión se encuentre sujeto a flexión respecto a ambos ejes principales, el momento de diseño respecto a cada eje se debe amplificar multiplicando por δ , calculada de acuerdo con las condiciones de restricción y rigidez a la flexión respecto al eje en cuestión.

Los miembros bajo compresión sujetos a flexión biaxial deben satisfacer la siguiente condición

$$\frac{P_u}{P_R} + \frac{M_{xua}}{M_{xR}} + \frac{M_{yua}}{M_{yR}} \leq 1$$

donde

- M_{xua} momento amplificado de diseño respecto al eje X;
- M_{yua} momento amplificado de diseño respecto al eje Y;
- M_{xR} momento resistente de diseño respecto al eje X; y
- M_{yR} momento resistente de diseño respecto al eje Y

1803.4 Miembros sujetos a combinaciones de momento y carga axial de tensión. Los miembros de madera sujetos a combinaciones de momento y carga axial de tensión deben diseñarse de acuerdo con lo indicado en esta sección.

1803.4.1 Momento uniaxial y tensión. Los miembros sujetos a momento uniaxial y tensión deberán satisfacer la siguiente condición

$$\frac{T_u}{T_R} + \frac{M_u}{M_R} \leq 1$$

donde los numeradores son acciones de diseño y los denominadores son resistencias de diseño.

1803.4.2 Momento biaxial y tensión. Los miembros sujetos a momento biaxial y tensión deben satisfacer la siguiente condición

$$\frac{T_u}{T_R} + \frac{M_{xu}}{M_{xR}} + \frac{M_{yu}}{M_{yR}} \leq 1$$

donde

- M_{xu} momento último actuante de diseño respecto al eje X;
- M_{yu} momento último actuante de diseño respecto al eje Y;
- M_{xR} momento resistente de diseño respecto al eje X; y
- M_{yR} momento resistente de diseño respecto al eje Y.

1803.5 Compresión o aplastamiento actuando con un ángulo θ respecto a la fibra de la madera diferente de 0° .

1803.5.1 Resistencia a compresión perpendicular a la fibra ($\theta=90^\circ$). La resistencia de diseño, N_R , de miembros sujetos a compresión perpendicular a la fibra se debe obtener por medio de la siguiente expresión:

$$N_R = F_R f_{nu} A_a$$

donde

$$f_{nu} = f_{nu}' K_h K_d K_c K_a \quad (\text{Ver Secciones 1801.4 y 1801.4.1});$$

A_a área de la superficie de apoyo; y

F_R se toma igual a 0.9 (Ver Sección 1801.4).

1803.5.2 Efecto del tamaño de la superficie de apoyo. Cuando la longitud de una superficie de apoyo o el diámetro de una rondana sea menor que 150 mm y ninguna porción de dicha superficie se encuentre a menos de 80 mm del extremo del miembro, la resistencia al aplastamiento debe modificarse con el factor K_a de la Tabla 1801.4.1 (5).

1803.5.3 Cargas aplicadas a un ángulo θ con respecto a la dirección de la fibra. La resistencia a compresión de diseño, N_R , sobre un plano con un ángulo respecto a la fibra se debe obtener por medio de la siguiente expresión

$$N_R = F_R \frac{f_{cu} f_{nu}}{f_{cu} \sin^2 \theta + f_{nu} \cos^2 \theta}$$

donde F_R se toma igual a 0.9.

SECCIÓN 1804 RESISTENCIA DE DISEÑO DE PLACAS DE MADERA CONTRACHAPADA

1804.1 Requisitos del material. La manufactura de las placas de madera contrachapada que vayan a ser

sometidas a acciones, debe cumplir con las especificaciones de la norma NMX-C-440-ONNCCE-2006.

Las propiedades de resistencia y rigidez de estos productos, deben ser determinadas experimentalmente para el tipo de acción a que vayan a estar sometidos en la estructura y su comportamiento estructural debe estar sujeto a criterios aprobados por la autoridad competente. Cuando las placas se utilicen para soportar cargas en estructuras permanentes deben ser del Tipo 3 y la calidad de las chapas exteriores debe ser C o D.

En el Anexo 7 se presentan las propiedades de la sección para una serie de combinaciones adecuadas de chapas para placas de madera contrachapada. Las propiedades de la sección para cualquier otro tipo de combinación deben ser calculadas a partir de los grosores de las chapas utilizadas con el procedimiento ahí descrito.

1804.2 Orientación de los esfuerzos. Las placas de madera contrachapada son un material ortotrópico y, por lo tanto, las propiedades efectivas de la sección usadas en los cálculos deben ser las correspondientes a la orientación de la fibra de las chapas exteriores prevista en el diseño.

1804.3 Resistencia a carga axial. La resistencia a carga axial de los elementos estructurales de madera debe considerar lo indicado en esta sección.

1804.3.1 Resistencia a tensión. La resistencia de diseño, T_R , a tensión paralela al canto de una placa de madera contrachapada se calculará como

$$T_R = F_R f_{tu} A_1$$

donde

$$f_{tu} = f_{tu}' K_h K_d \text{ (Ver Secciones 1801.4 y 1801.4.1);}$$

A_1 área efectiva de la sección transversal en la dirección considerada (Anexo 7); y

F_R se toma igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

1804.3.2 Resistencia a compresión. La resistencia de diseño, P_R , a compresión paralela al canto de una placa de madera contrachapada restringida contra el pandeo se debe calcular como

$$P_R = F_R f_{cu} A_1$$

donde

$$f_{cu} = f_{cu}' K_h K_d \text{ (secciones 2.4 y 2.4.1).}$$

A_1 área efectiva de la sección transversal en la dirección considerada (Anexo 7); y

F_R se tomará igual a 0.7 (tabla 2.4).

1804.3.3 Resistencia a tensión o compresión a un ángulo θ con la fibra de las chapas exteriores.

Los valores especificados de resistencia a tensión o compresión para esfuerzos aplicados a 45° con respecto a la fibra de las chapas exteriores deben ser los de la Tabla 1801.3. Para los cálculos se utilizará el grosor neto, t , de la placa.

Para ángulos entre 0° y 45° grados con respecto a la orientación de la fibra en las chapas exteriores debe hacerse una interpolación lineal entre el producto del área y el valor modificado de resistencia para la dirección paralela y el producto similar para el ángulo de 45° . Para ángulos entre 45° y 90° debe hacerse una interpolación lineal entre el producto del área y el valor modificado de resistencia correspondientes a 45° y el producto similar para la dirección perpendicular.

1804.4 Placas en flexión. El diseño de placas de madera en flexión, deben considerar lo siguiente.

1804.4.1 Flexión con cargas normales al plano de la placa. La resistencia de diseño, M_p , de una placa de madera contrachapada sujeta a flexión por cargas perpendiculares al plano de la placa se debe determinar con la ecuación

$$M_p = F_R f_{tu} S_1$$

donde

$$f_{tu} = f_{tu}' K_h K_d \text{ (Ver Secciones 1801.4 y 1801.4.1);}$$

S_1 módulo de sección efectivo de la placa (Anexo 7); y

F_R se toma igual a 0.9 (Ver Sección 1801.4).

1804.4.2 Flexión con cargas en el plano de la placa. La resistencia de diseño, M_Q , de una placa de madera contrachapada sujeta a flexión por cargas en su plano y que esté adecuadamente arriostrada para evitar pandeo lateral se debe calcular como

$$M_Q = F_R f_{tu} \frac{t_p d^2}{6}$$

donde

$$f_{tu} = f_{tu}' K_h K_d \text{ (Ver Secciones 1801.4 y 1801.4.1);}$$

t_p grosor efectivo de la placa de madera contrachapada (Anexo 7);

d peralte del elemento; y

F_R se toma igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

1804.5 Resistencia a cortante. La resistencia al cortante de la placa de madera contrachapada debe calcularse de acuerdo con lo siguiente.

1804.5.1 Cortante en el plano de las chapas debido a flexión. La resistencia de diseño a cortante en el plano de las chapas, V_{R1} , para placas sujetas a flexión se debe calcular como

$$V_{R1} = F_R \frac{I b}{Q} f_{ru}$$

donde

$f_{ru} = f_{ru}' K_h K_d$ (Ver Secciones 1801.4 y 1801.4.1);

$\frac{I b}{Q}$ constante para cortante por flexión (Anexo 7); y

F_R se toma igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

1804.5.2 Cortante a través del grosor. La resistencia de diseño a cortante a través del grosor, V_{R2} , de una placa de madera contrachapada se calculará como

$$V_{R2} = F_R f_{vgu} A$$

donde

$f_{vgu} = f_{vgu}' K_h K_d$ (Ver Secciones 1801.4 y 1801.4.1);

A área total de la sección transversal de la placa; y

F_R se tomará igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

1804.6 Aplastamiento. La resistencia de diseño al aplastamiento normal al plano de las chapas, $N_{R'}$ se calculará como

$$N_{R'} = F_R f_{nu} A_a$$

donde

$f_{nu} = f_{nu}' K_h K_d$ (Ver Secciones 1801.4 y 1801.4.1);

A_a área de la superficie de apoyo; y

F_R se tomará igual a 0.9 (Ver Sección 1801.4).

SECCIÓN 1805 DEFLEXIONES

1805.1 Límites. Las deflexiones calculadas tomando en cuenta los efectos a largo plazo no deben exceder de los siguientes límites:

a. Para claros menores a 3.5 m, una flecha vertical igual al claro entre 240 o el claro entre 480 cuando se afecten elementos no estructurales.

b. Para claros mayores a 3.5 m, una flecha vertical igual al claro entre 240 + 5 mm o el claro entre 480+3 mm cuando se afecten elementos no estructurales.

Las deflexiones de elementos tanto de madera maciza como de madera contrachapada deben calcularse bajo las cargas de diseño, considerando un factor de carga igual a la unidad. Como módulo de elasticidad se debe tomar el valor promedio, $E_{0.50}$. Los efectos diferidos se deben calcular multiplicando la deflexión inmediata debida a la parte de la carga que actúe en forma continua por 1.75, si la madera se instala en condición seca ($CH \leq 18\%$) y por 2.0, si se instala en condición húmeda ($CH > 18\%$).

1805.2 Madera maciza. Las deflexiones inmediatas de vigas se calcularán utilizando las fórmulas usuales de mecánica de sólidos basadas en la hipótesis de un comportamiento elástico.

1805.3 Madera contrachapada. Las deflexiones de las placas de madera contrachapada sometidas a cargas transversales a su plano, o de las vigas con alma de madera contrachapada y patines de madera maciza, deberán calcularse utilizando las fórmulas apropiadas basadas en la hipótesis de un comportamiento elástico. El módulo de elasticidad presentado en la Tabla 1801.3 debe ser usado para todas las calidades de madera contrachapada de pino que cumplan con los requisitos de la Sección 1804.1. El mismo valor es aplicable independientemente de la dirección de la fibra en las chapas exteriores.

Para las vigas con alma de madera contrachapada, la deflexión total calculada debe ser igual a la suma de las deflexiones debidas a momentos y debidas a cortante. Cuando se calcule la deflexión por cortante en forma separada de la deflexión por flexión el valor del módulo de elasticidad puede incrementarse en 10%.

En los cálculos deben utilizarse los valores de las propiedades efectivas de las placas. Estos valores se deben calcular considerando que únicamente contribuyen a resistir las cargas las chapas con la dirección de la fibra paralela al esfuerzo principal. Los valores de las propiedades efectivas, como grosor, área, módulo de sección, momento de inercia y primer momento de área de las placas de madera contrachapada para una combinación adecuada de chapas se presentan en el Anexo 7.

Cuando se use cualquier otro tipo de placa, deben calcularse los valores reales de las propiedades de la sección sin incluir las chapas con la dirección de la fibra perpendicular al esfuerzo principal, y multiplicarse estos valores por los factores C indicados en la Tabla A.1 del Anexo 7 para obtener los valores efectivos de la sección transversal.

Los efectos diferidos se deben tomar en cuenta de la misma forma que para miembros de madera maciza.

SECCIÓN 1806 ELEMENTOS DE UNIÓN

1806.1 Consideraciones generales. Para el diseño de los elementos de unión de elementos estructurales de madera se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones generales.

1806.1.1 Alcance. La Sección 1806, proporciona procedimientos para dimensionar uniones con clavos, pernos, pijas y placas dentadas o perforadas.

1806.1.2 Resistencia a cortante. Cuando un elemento de unión o un grupo de elementos de unión produzca fuerza cortante en un miembro, la resistencia a cortante de diseño determinada de acuerdo con la Sección 1803.2.4, se debe calcular con base en la dimensión d_e en lugar de d . La dimensión d_e se define como la distancia, medida perpendicularmente al eje del miembro, desde el extremo del elemento de unión o grupo de elementos de unión hasta el borde cargado del miembro.

1806.2 Clavos. Los clavos de caña lisa, como elementos de unión, deben cumplir con lo establecido en esta sección.

1806.2.1 Alcance. Los valores de resistencia dados en esta sección son aplicables únicamente a clavos de caña lisa. Los valores para clavos de otras características deben ser aprobados por la autoridad competente.

1806.2.2 Configuración de las uniones. La configuración de las uniones de madera mediante clavos, debe cumplir con lo siguiente:

- Las uniones clavadas deben tener como mínimo dos clavos.
- Los espaciamientos entre clavos deben ser tales que se evite que la madera forme grietas entre dos clavos próximos, entre sí, o de cualquiera de los clavos a los bordes o extremos de la unión.
- La longitud de penetración en el miembro principal debe ser igual a por lo menos la mitad de la longitud del clavo.
- El grosor de la pieza lateral, t_l , debe ser igual a por lo menos un sexto de la longitud del clavo, reduciendo la resistencia de la unión de acuerdo con el factor J_{gc} .

1806.2.3 Dimensionamiento de uniones clavadas con madera maciza. La resistencia lateral de diseño de clavos hincados perpendicularmente a la fibra deberá calcularse de acuerdo con la Sección 1806.2.3.1.

La resistencia a la extracción de clavos se debe considerar nula en todos los casos, exceptuando lo indicado en la Sección 1806.2.3.2.

1806.2.3.1 Resistencia lateral. La resistencia lateral de diseño de una unión clavada, N_{ru} , debe ser mayor que o igual a la carga actuante de diseño, y se debe obtener por medio de la expresión.

$$N_{ru} = F_R N_u n$$

donde

$$N_u = N_u' J_h J_d J_{gc} J_a J_{dp} J_p J_{di} \text{ (Ver Sección 1801.4.2);}$$

N_u' valor especificado de resistencia por clavo (Ver Tabla 1806.1);

n número de clavos; y

F_R se tomará igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

6.2.3.2 Resistencia a extracción de clavos lanceros

La resistencia a la extracción de clavos lanceros, T_R , se debe calcular con la expresión

$$T_R = 0.10N_{ru}$$

donde

N_{ru} debe ser calculada de acuerdo con la sección 6.2.4.

1806.2.4 Dimensionamiento de uniones clavadas con madera contrachapada. La resistencia de diseño bajo cargas laterales de una unión clavada con piezas laterales de madera contrachapada, N_{ru} , debe calcularse de acuerdo con lo indicado en la Sección 1806.2.3.1 utilizando el valor de N_u' especificado en la Tabla 1806.2.

1806.3 Pernos y pijas.

1806.3.1 Requisitos comunes.

1806.3.1.1 Contacto entre las piezas unidas. Las uniones con pernos y pijas deberán realizarse de manera que exista contacto efectivo entre las piezas unidas. Si el contenido de humedad es superior a 18 por ciento,

al efectuarse el montaje de la estructura en cuestión deberán hacerse inspecciones a intervalos no superiores a seis meses hasta verificar que los movimientos por contracciones han dejado de ser significativos. En cada inspección deberán apretarse los elementos de unión hasta lograr un contacto efectivo entre las caras de las piezas unidas.

1806.3.1.2 Agujeros. Los agujeros deberán localizarse con precisión. Cuando se utilicen piezas metálicas de unión, los agujeros deberán localizarse de manera que queden correctamente alineados con los agujeros correspondientes en las piezas de madera.

1806.3.1.3 Grupos de elementos de unión. Un grupo de elementos de unión está constituido por una o más hileras de elementos de unión del mismo tipo y tamaño, dispuestas simétricamente con respecto al eje de la carga.

Una hilera de elementos de unión se constituye por:

- a. Uno o más pernos del mismo diámetro, bajo

cortante simple o múltiple, colocados paralelamente a la dirección de la carga; o

- b. Una o más pijas de las mismas características, bajo cortante simple, colocadas paralelamente a la dirección de la carga.

Cuando los elementos de unión se coloquen en tresbolillo y la separación entre hileras adyacentes sea menor que la cuarta parte de la distancia entre los elementos más próximos de hileras adyacentes, medida paralelamente a las hileras, las hileras adyacentes se deben considerar como una sola hilera en relación con la determinación de la resistencia del grupo. Para grupos con un número par de hileras, esta regla se aplicará a cada pareja de hileras. Para grupos con un número non de hileras, se debe aplicar el criterio que resulte más conservador.

1806.3.1.4 Rondanas. Se debe colocar una rondana entre la cabeza o la tuerca del elemento de unión y la madera, con las características generales dadas en la Tabla 1806.3. Las rondanas deben omitirse cuando la cabeza o la tuerca

TABLA 1806.1
RESISTENCIA LATERAL ESPECIFICADA PARA CLAVOS DE ALAMBRE, N_u'

a) Estilo delgado (comunes)			N _u ', N (kg)				
Longitud, l		Diámetro, D	Coníferas	Latifoliadas			
mm	pulg.			Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
38	1 ½	2.0	235 (24)	353 (36)	314 (32)	294 (30)	186 (19)
45	1 ¾	2.3	245 (25)	451 (46)	402 (41)	373 (38)	245 (25)
51	2	2.7	343 (35)	618 (63)	559 (57)	510 (52)	343 (35)
64	2 ½	3.1	471 (48)	814 (83)	736 (75)	657 (67)	441 (45)
76	3	3.4	589 (60)	981 (100)	883 (90)	775 (79)	520 (53)
89	3 ½	3.8	746 (76)	1226 (125)	1109 (113)	942 (96)	628 (64)
102	4	4.5	1050 (107)	1616 (165)	1550 (158)	1265 (129)	844 (86)
114	4 ½	4.5	1050 (107)	1616 (165)	1550 (158)	1265 (129)	844 (86)
127	5	4.9	1246 (127)	2031 (207)	1695 (183)	1472 (150)	981 (100)
140	5 ½	4.9	1246 (127)	2031 (207)	1695 (183)	1472 (150)	981 (100)
152	6	5.3	1462 (149)	2374 (242)	2060 (210)	1687 (162)	1128 (115)
b) Estilo grueso (americano)							
38	1 ½	2.2	275 (28)	412 (42)	373 (38)	343 (35)	216 (22)
45	1 ¾	2.7	392 (40)	618 (63)	559 (57)	510 (52)	314 (32)
51	2	3.1	500 (51)	814 (83)	736 (75)	657 (67)	422 (43)
64	2 ½	3.4	589 (60)	981 (100)	883 (90)	775 (79)	520 (53)
76	3	3.8	716 (73)	1226 (125)	1109 (113)	942 (96)	628 (64)
89	3 ½	4.1	814 (83)	1422 (145)	1285 (131)	1079 (110)	716 (73)
102	4	4.9	1109 (113)	2031 (207)	1695 (183)	1472 (150)	981 (100)
114	4 ½	5.3	1275 (130)	2374 (242)	2060 (210)	1687 (162)	1128 (115)
127	5	5.7	1452 (148)	2747 (280)	2345 (239)	1913 (195)	1275 (130)
140	5 ½	6.2	1678 (161)	3257 (332)	2716 (277)	2216 (226)	1481 (151)
152	6	6.7	1923 (196)	3796 (387)	3110 (316)	2541 (259)	1697 (163)
168	7	7.2	2168 (222)	4385 (447)	3522 (359)	2884 (294)	1923 (196)
203	8	7.8	2511 (256)	5150 (525)	4052 (413)	3316 (338)	2207 (225)

TABLA 1806.2 RESISTENCIA LATERAL ESPECIFICADA PARA UNIONES CON PIEZAS LATERALES DE MADERA CONTRACHAPADA, N_u'

Grosor del contrachapado	Longitud del clavo, l		N_u' N (kg)
	mm	pulg.	
a) Clavo de alambre estilo delgado (comunes)			
9	51	2	392 (40)
13, 16	64	2 ½	491 (50)
19, 21	76	3	589 (60)
b) Clavo de alambre estilo grueso (americano)			
9	51	2	441 (45)
13, 16	64	2 ½	540 (55)
19, 21	76	3	638 (65)

ca del elemento se apoyen directamente sobre una placa de acero. El área de las rondanas de pernos que estén sujetos a tensión debe ser tal que el esfuerzo de aplastamiento no sea superior a la resistencia de diseño en compresión perpendicular a la fibra de la madera calculada según la Sección 1803.5. Si se utilizan rondanas de acero, su grosor no debe ser inferior a 1/10 del diámetro de rondanas circulares, ni inferior a 1/10 de la dimensión mayor de dispositivos de forma rectangular.

1806.3.2 Requisitos particulares para pernos.

1806.3.2.1 Consideraciones generales. Los datos de capacidad de pernos de las siguientes secciones son aplicables únicamente si los materiales empleados son aceros de bajo carbono especificados en la norma NMX-H-047-1988.

Los valores tabulados de capacidades corresponden a un solo plano de cortante.

Los agujeros para alojar los pernos deben taladrarse de manera que su diámetro no exceda al del perno en más de 2mm, ni sea menor que el diámetro del perno más 1 mm.

1806.3.2.2 Grosos efectivos de las piezas.

a. Piezas laterales de madera

1. En uniones en cortante simple se tomará como grosor efectivo el menor valor del grosor de las piezas.
2. En uniones en cortante doble se tomará como grosor efectivo el menor valor de dos veces el grosor de la pieza lateral más delgada o el grosor de la pieza central.

3. La capacidad de uniones de cuatro o más miembros se determinará considerando la unión como una combinación de uniones de dos miembros.

b. Piezas laterales metálicas

Las piezas laterales metálicas deben tener un espesor mínimo de 3 mm. Se deben dimensionar de manera que sean capaces de resistir las cargas que transmiten.

1806.3.2.3 Espaciamiento entre pernos.

a. Espaciamiento entre pernos de una hilera. En hileras de pernos paralelas a la dirección de la carga, los espaciamientos mínimos, medidos desde los centros de los pernos, deben ser:

1. Para cargas paralelas a la fibra, 4 veces el diámetro de los pernos.
2. Para cargas perpendiculares a la fibra, el espaciamiento paralelo a la carga entre pernos de una hilera debe depender de los requisitos de espaciamiento de la pieza o piezas unidas, pero no debe ser inferior a 3 diámetros.

b. Espaciamiento entre hileras de pernos

1. Para cargas paralelas a la fibra, el espaciamiento mínimo debe ser igual a 2 veces el diámetro del perno.
2. Para cargas perpendiculares a la fibra, el espaciamiento debe ser por lo menos 2.5 veces el diámetro del perno para relaciones entre grosores de los miembros unidos iguales a 2, y 5 veces el diámetro del perno, para relaciones iguales a seis. Para relaciones entre dos y seis puede interpolarse linealmente.
3. No deberá usarse una pieza de empalme única cuando la separación entre hileras de pernos paralelas a la dirección de la fibra sea superior a 125 mm.

c. Distancia a los extremos. La distancia a los extremos no debe ser inferior a:

1. 7 veces el diámetro del perno para miembros de maderas latifoliadas de los grupos III y IV y de coníferas en tensión.
2. 5 veces el diámetro del perno para miembros de maderas latifoliadas de los grupos I y II en tensión.
3. El valor mayor de 4 veces el diámetro del perno o 50 mm, para miembros en compresión, y para miembros cargados perpendicularmente a la fibra, de maderas de cualquier grupo.

TABLA 1806.3
DIMENSIONES MÍNIMAS DE RONDANAS PARA UNIONES CON PERNOS Y PIJAS

Tipo de rondana	Uso	Diámetro del perno o pija D, mm	Diámetro o lado de la rondana D _o , mm	Grosor t _o , mm
Rondana circular delgada de acero	No utilizable para aplicar cargas a tensión al perno o pija.	12.7	35	3
		15.9	45	4
		19.1	50	4
		22.2	60	4
		25.4	65	4
Rondana cuadrada de placa de acero	Utilizable para aplicar cargas de tensión o en uniones soldadas	12.7	65	5
		15.9	70	6
		19.1	75	6
		22.2	85	8
		25.4	90	10
Rondana circular de placa de acero	Para cualquier uso, salvo casos en que cargas de tensión produzca esfuerzos de aplastamiento excesivos en la madera.	12.7	65	5
		19.1	70	6
		22.2	85	8
Rondana de hierro fundido con perfil de cimacio	Para casos en que se requiera rigidez	12.7	65	13
		15.9	75	16
		19.1	90	19
		22.2	100	22
		25.4	100	25

d. Distancia a los bordes

Para miembros cargados perpendicularmente a las fibras, la distancia al borde cargado debe ser igual a por lo menos cuatro veces el diámetro del perno y la distancia al borde no cargado será igual a por lo menos el menor de los valores siguientes: 1.5 veces el diámetro del perno, o la mitad de la distancia entre hileras de pernos.

1806.3.3 Resistencia de uniones con pernos.

1806.3.3.1 Resistencia lateral. La resistencia lateral de diseño de una unión con pernos, P_{ru}' Q_{ru} o N_{ru}' debe ser mayor o igual a la carga actuante de diseño y se debe obtener por medio de las siguientes expresiones:

Para carga paralela a la fibra

$$P_{ru} = F_R n_p P_{pu} n$$

Para carga perpendicular a la fibra

$$Q_{ru} = F_R n_p Q_{pu} n$$

Para cargas a un ángulo θ con respecto a las fibras

$$N_{ru} = \frac{P_{ru} Q_{ru}}{P_{ru} \sin^2 \theta + Q_{ru} \cos^2 \theta}$$

donde

n_p número de planos de cortante;

$$P_{pu} = P_{pu}' J_h J_g J_d \text{ (Ver Sección 1801.4.2);}$$

$$Q_{pu} = Q_{pu}' J_h J_g J_d \text{ (Ver Sección 1801.4.2);}$$

P_{pu}' resistencia especificada por perno para cargas paralelas a la fibra (Ver Tabla 1806.4);

Q_{pu}' resistencia especificada por perno para cargas perpendiculares a la fibra (Ver Tabla 1806.5);

n= número de pernos en un grupo; y

F_R se toma igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

1806.3.3.2 Resistencia a cargas laterales y axiales combinadas. Las resistencias tabuladas corresponden a cargas que actúan perpendicularmente al eje del perno. Si el perno está sujeto a una componente paralela a su eje, debe considerarse esta componente en su dimensionamiento. Además, deben instalarse rondanas capaces de resistir dicha componente.

1806.3.4 Requisitos particulares para pijas.

1806.3.4.1 Consideraciones generales. Los datos de capacidad de pijas de las siguientes sec-

ciones son aplicables únicamente si los materiales empleados son aceros de bajo carbono especificados en la norma NMX-H-023-1976.

Los valores tabulados de capacidades corresponden a una sola pija en extracción o en cortante simple.

1806.3.4.2 Colocación de las pijas en las uniones.

a. Taladros para alojar las pijas

Los taladros para alojar las pijas deben satisfacer los siguientes requisitos:

1) El taladro guía para la caña debe tener el mismo diámetro que la caña y su profundidad debe ser igual a la longitud del tramo liso de ésta.

2) El taladro guía para el tramo con rosca debe tener un diámetro entre 65% y 85% del diámetro de la caña para maderas latifoliadas del grupo I, a 60% a 75% del diámetro de la caña para maderas latifoliadas del grupo II, y a 40% a 70% del diámetro de la caña para maderas de los grupos III y IV y coníferas. En cada grupo los porcentajes mayores se deben aplicar a las pijas de mayor diámetro. La longitud del taladro guía debe ser por lo menos igual a la del tramo con rosca.

b. Inserción de la pija

El tramo roscado deberá insertarse en su taladro guía haciendo girar a la pija con una llave. Para facilitar la inserción podrá recurrirse a jabón o algún otro lubricante, siempre que éste no sea a base de petróleo.

c. Espaciamientos

Los espaciamientos y las distancias a los bordes y los extremos para uniones con pijas deberán ser iguales a los especificados en la sección 1706.3.2.3 para pernos con un diámetro igual al diámetro de la caña de la pija en cuestión.

1806.3.4.3 Penetración de las pijas. En la determinación de la longitud de penetración de una pija en un miembro deberá deducirse del tramo roscado la porción correspondiente a la punta.

1806.3.5 Resistencia de uniones con pijas.

1806.3.5.1 Resistencia a la extracción.

a. Resistencia a tensión de la pija. La resistencia de las pijas determinadas con base en la sec-

ción correspondiente a la raíz de la rosca debe ser igual o mayor que la carga de diseño.

b. Resistencia de pijas hincadas perpendicularmente a la fibra. La resistencia a la extracción de diseño de un grupo de pijas hincadas perpendicularmente a la fibra o determinada con la siguiente ecuación, debe ser igual o mayor que la carga de diseño.

$$P_{re} = F_R Y_e l_p n$$

donde

$$Y_e = Y_e' J_h J_d J_{gp} \text{ (Ver Sección 1801.4.2);}$$

Y_e' resistencia especificada de extracción por unidad de longitud de penetración (Ver Tabla 1806.6);

l_p longitud efectiva de penetración de la parte roscada de la pija en el miembro que recibe la punta;

n número de pijas en el grupo; y

F_R se toma igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

c) Resistencia de pijas hincadas paralelamente a la fibra.

La resistencia de pijas hincadas paralelamente a la fibra debe tomarse igual a la mitad de la correspondiente a las pijas hincadas perpendicularmente a la fibra.

1806.3.5.2 Resistencia lateral.

a) Longitud de penetración, l_p , para el cálculo de resistencia lateral.

Las longitudes máximas de penetración utilizadas en la determinación de la resistencia lateral, P_{ru} y Q_{ru} de pijas, no deben exceder los valores dados en la Tabla 1806.7.

b) Pijas hincadas perpendicularmente a la fibra.

La resistencia lateral de diseño de un grupo de pijas, P_{ru} , Q_{ru} o N_{ru} , debe ser igual o mayor que el efecto de las cargas de diseño y se deben calcular de acuerdo con las siguientes expresiones:

Para carga paralela a la fibra

$$P_{ru} = F_R A_1 n Y_u$$

Para carga perpendicular a la fibra

$$Q_{ru} = P_{ru} J_n$$

TABLA 1806.4 VALORES DE P_{pu} POR PLANO DE CORTANTE PARA CARGAS PARALELAS A LA FIBRA CON PIEZAS LATERALES DE MADERA EN UNIONES CON PERNOS, N (kg)

Diámetro perno mm	Grosor efectivo mm	Coníferas	Latifoliadas			
			Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
6.4	38	1432 (146)	2001 (204)	1685 (182)	1167 (120)	981 (100)
	64	1815 (185)	2305 (235)	2119 (216)	1462 (149)	1167 (119)
	87	1815 (185)	2305 (235)	2119 (216)	1560 (159)	1344 (137)
	mayor que 140	1815 (185)	2305 (235)	2119 (216)	1560 (159)	1344 (137)
9.5	38	2727 (278)	3816 (389)	3463 (353)	2021 (206)	1501 (153)
	64	3306 (337)	4719 (481)	4169 (425)	2688 (274)	2227 (227)
	87	3875 (395)	5072 (516)	4679 (477)	3071 (313)	2472 (252)
	mayor que 140	3993 (407)	5072 (516)	4679 (477)	3443 (351)	2972 (303)
12.7	38	3640 (371)	5866 (598)	4993 (509)	2698 (275)	2011 (205)
	64	5366 (547)	7348 (749)	6583 (671)	4483 (457)	3384 (345)
	87	5955 (607)	8518 (868)	7514 (766)	4836 (493)	4002 (408)
	140	7142 (728)	9064 (924)	8358 (852)	6092 (621)	4827 (492)
	mayor que 190	7142 (728)	906z (924)	8358 (852)	6151 (627)	5307 (541)
15.9	38	4562 (465)	7348 (749)	6249 (637)	3384 (345)	2521 (257)
	64	7681 (783)	10713 (1092)	9702 (989)	5690 (580)	4238 (432)
	87	8603 (877)	11909 (1214)	10624 (1083)	7142 (728)	5768 (588)
	140	10595 (1080)	14205 (1448)	13096 (1335)	8416 (858)	6808 (694)
	190	11193 (1141)	14205 (1448)	13096 (1335)	9633 (982)	7916 (807)
	mayor que 240	11193 (1141)	14205 (1448)	13096 (1335)	9633 (982)	8319 (848)
19.1		5474 (558)	8819 (899)	7505 (765)	4061 (414)	3021 (308)
	38	9221 (940)	14852 (1514)	12645 (1289)	6838 (697)	5101 (520)
	64	11880 (1211)	1801. (1633)	14431 (1471)	9300 (948)	6926 (706)
	87	13881 (1415)	20061 (2045)	16638 (1698)	11213 (1143)	9212 (939)
	140	16147 (1646)	20493 (2089)	18904 (1927)	12959 (1321)	10359 (1056)
	190	16147 (1646)	20493 (2089)	18904 (1927)	13901 (1416)	11682 (1201)
	240	16147 (1646)	20493 (2089)	18904 (1927)	13901 (1416)	12007 (1224)
mayor que 290						
22.2	38	6367 (649)	10251 (1045)	8721 (889)	4719 (481)	3522 (359)
	64	10722 (1093)	16266 (1660)	14695 (1498)	7946 (810)	5925 (604)
	87	14568 (1485)	20748 (2115)	18816 (1918)	10811 (1102)	8054 (821)
	140	16589 (1693)	24868 (2535)	22033 (2246)	14411 (1469)	11998 (1223)
	190	20326 (2072)	27684 (2822)	25535 (2603)	16187 (1650)	13116 (1337)
	240	21816 (2224)	27684 (2822)	25535 (2603)	18394 (1875)	14597 (1488)
	mayor que 290	21816 (2224)	27684 (2822)	25535 (2603)	18786 (1915)	16216 (1653)
25.4	38	7279 (742)	11633 (1196)	9987 (1018)	5405 (551)	5925 (604)
	64	12263 (1250)	19757 (2014)	16814 (1614)	9094 (927)	6779 (691)
	87	16667 (1699)	26448 (2696)	22857 (2330)	12361 (1260)	9212 (939)
	140	21994 (2242)	30499 (3109)	27193 (2772)	18237 (1859)	14823 (1511)
	190	24790 (2527)	35914 (3661)	31569 (3218)	19993 (2038)	16393 (1671)
	240	28214 (2876)	36248 (3695)	33432 (3408)	22288 (2272)	16893 (1824)
	mayor que 290	28557 (2911)	36248 (3695)	33432 (3408)	24594 (2507)	19689 (2007)

TABLA 1806.5 VALORES DE Q_{pu} POR PLANO DE CORTANTE PARA CARGAS PERPENDICULARES A LA FIBRA CON PIEZAS LATERALES DE MADERA O METAL EN UNIONES CON PERNOS, N (kg)

Diámetro perno mm	Grosor efectivo mm	Coníferas	Latifoliadas			
			Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
6.4	38	804 (82)	1226(125)	1059(108)	579(59)	481(49)
	64	1226(125)	1628(166)	1501(153)	853(87)	706(72)
	87	1285(131)	1628(166)	1501(153)	1059(108)	952(97)
	mayor que 140	1285(131)	1628(166)	1501(153)	1059(108)	952(97)
9.5	38	1285 (131)	2021 (206)	1656 (169)	873(89)	706(72)
	64	1942 (198)	2992 (305)	2580 (263)	1393(142)	1167(120)
	87	2502 (255)	3581 (365)	3306 (337)	1656(169)	1452(148)
	mayor que 140	2825 (288)	3581 (365)	3306 (337)	2335(238)	2099(214)
12.7	38	1616 (165)	2757 (281)	2345 (239)	1167 (119)	952 (97)
	64	2835 (289)	4238 (432)	3689 (376)	1962 (200)	1599 (163)
	87	3522 (359)	5415 (552)	4670 (476)	2521 (257)	2119 (216)
	140	5052 (515)	6406 (653)	5906 (602)	3659 (373)	3021 (308)
	mayor que 190	5052 (515)	6406 (653)	5906 (602)	4169 (425)	3757 (383)
15.9	38	2148 (219)	3453 (352)	2943 (300)	1462 (149)	1187 (121)
	64	3610 (368)	5690 (580)	4954 (505)	2462 (251)	2001 (204)
	87	4689 (478)	7073 (721)	6131 (625)	3345 (341)	2716 (277)
	140	6759 (689)	10045 (1024)	9084 (926)	4768 (486)	3963 (404)
	190	7916 (807)	10045 (1024)	9261 (944)	6151 (627)	5062 (516)
	mayor que 240	7916 (807)	10045 (1024)	9261 (944)	6533 (666)	5062 (516)
19.1	38	2580 (263)	4150 (423)	3532 (360)	1656 (169)	1422 (145)
	64	4336 (442)	6995 (713)	5945 (606)	2953 (301)	2403 (245)
	87	5896 (601)	8916 (909)	7779 (793)	4012 (409)	3267 (333)
	140	8682 (885)	12988 (1324)	11183 (1140)	5984 (610)	5013 (511)
	190	10850 (1106)	14489 (1477)	13371 (1363)	7593 (774)	6278 (640)
	240	11419 (1164)	14489 (1477)	13371 (1363)	9280 (946)	7632 (778)
	mayor que 290	11419 (1164)	14489 (1477)	13371 (1363)	9418 (960)	8486 (865)
22.2	38	2992 (305)	4827 (492)	4110 (419)	2040 (208)	1658 (169)
	64	5042 (514)	8123 (828)	6916 (705)	3434 (350)	2796 (285)
	87	6857 (699)	10899 (1111)	9398 (958)	4670 (476)	3796 (387)
	140	10094 (1029)	15451 (1575)	13342 (1360)	7289 (743)	6102 (622)
	190	12871 (1312)	19581 (1996)	16266 (1660)	9084 (926)	7554 (770)
	240	15421 (1572)	19581 (1996)	18060 (1841)	10997 (1121)	9074 (925)
	mayor que 290	15421 (1572)	19581 (1996)	18060 (1841)	12724 (1297)	10663 (1087)
25.4	38	3424 (349)	5523 (563)	4699 (479)	2335 (238)	1893 (193)
	64	5768 (588)	9300 (948)	7907 (806)	3934 (401)	3198 (326)
	87	7848 (800)	12635 (1288)	10752 (1096)	5337 (544)	4346 (443)
	140	12016 (1225)	18149 (1850)	15745 (1605)	8594 (876)	6985 (712)
	190	15078 (1537)	23377 (2383)	20111 (2050)	10732 (1094)	8986 (916)
	240	18335 (1869)	25624 (2612)	23642 (2410)	12861 (1311)	10663 (1087)
	mayor que 290	20189 (2058)	25624 (2612)	23642 (2410)	15088 (1538)	12439 (1268)

TABLA 1806.6 RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA EXTRACCIÓN DE PIJAS, Y_e' , N/mm (kg/cm)

Diámetro perno		Coníferas	Latifoliadas			
mm	pulg		Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
6.4	1/4	34 (35)	118 (120)	69 (70)	39 (40)	14 (14)
7.9	5/16	47 (48)	146 (149)	88 (90)	54 (55)	24 (24)
9.5	3/8	61 (62)	164 (167)	108 (110)	69 (70)	33 (34)
11.1	7/16	74 (75)	201 (205)	127 (129)	82 (84)	42 (43)
12.7	1/2	86 (88)	227 (231)	144 (147)	95 (97)	52 (53)
15.8	5/8	110 (112)	275 (280)	169 (182)	121 (123)	69 (70)
19.0	3/4	132 (135)	323 (329)	211 (215)	145 (148)	85 (87)
22.2	7/8	154 (157)	368 (375)	243 (248)	169 (162)	102 (104)
25.4	1	166 (169)	412 (420)	274 (279)	191 (195)	116 (119)

TABLA 1806.7 VALORES MÁXIMOS DE LA LONGITUD DE PENETRACIÓN, I_p , PARA CÁLCULO DE RESISTENCIA LATERAL

	Coníferas	Latifoliadas			
		Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Longitud de perforación	10D	8D	9D	10D	11D

TABLA 1806.8 VALORES ESPECIFICADOS DE RESISTENCIA LATERAL PARA CARGAS PARALELAS A LA FIBRA EN PIJAS, Y_u' , MPa (kg/cm²)

Coníferas	Latifoliadas				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	
Y_u'	10D	8D	9D	10D	11D

Para carga a un ángulo θ con respecto a la fibra

$$N_{ru} = \frac{P_{ru} Q_{ru}}{P_{ru} \sin^2 \theta + Q_{ru} \cos^2 \theta}$$

donde

$$Y_u = Y_u' J_n J_d J_{gp} J_g;$$

Y_u' valor especificado;

J_n factor de modificación por carga perpendicular a la fibra;

A_1 superficie de apoyo de la pija, igual a D_{1p} ;

n número de pijas en un grupo; y

F_R se toma igual a 0.7 (Ver Sección 1801.4).

c) Pijas hincadas paralelamente a la fibra.

La resistencia lateral de pijas hincadas paralelamente a la fibra, debe tomarse igual a 0.67 de los valores correspondientes para pijas hincadas perpendicularmente a la fibra. N_o es apli-

cable el factor de incremento por pieza lateral metálica, J_{gp} .

1806.4 Uniones con placas dentadas o perforadas.

1806.4.1 Consideraciones generales. Se debe entender por uniones con placa dentadas o perforadas, a las uniones a base de placas de pequeño calibre en las que la transferencia de carga se efectúa por medio de dientes formados en las placas o por medio de clavos. Las uniones con placas dentadas o perforadas deben cumplir con lo siguiente:

- Las placas deben ser de lámina galvanizada con las propiedades mínimas indicadas en la norma NMX-B-009-1996-SCFI.
- Las uniones deben detallarse de manera que las placas en los lados opuestos de cada unión sean idénticas y estén colocadas en igual posición.
- Cuando se trate de placas clavadas debe entenderse el término "clavo" en lugar de "diente".
- Para que sean aplicables las reglas de dimensionamiento de las siguientes secciones deben satisfacerse las siguientes condiciones:
 - Que la placa no se deforme durante su instalación;
 - Que los dientes sean perpendiculares a la superficie de la madera;
 - Que la madera bajo las placas no tenga defectos ni uniones de "cola de pescado"; y
 - Que el grosor mínimo de los miembros unidos sea el doble de la penetración de los dientes.

1806.4.2 Dimensionamiento. El dimensionamiento de uniones a base de placas dentadas o perfora-

das debe efectuarse por medio de cualquiera de los siguientes procedimientos:

- a) Demostrando experimentalmente que las uniones son adecuadas, mediante pruebas de los prototipos de las estructuras en que se utilicen dichas uniones. Las pruebas deben realizarse de acuerdo con los lineamientos que establezca la autoridad competente.
- b) Determinando las características de las placas requeridas de acuerdo con las capacidades de las placas obtenidas por medio de las pruebas que especifique la autoridad competente.

CAPÍTULO 19- REVISIÓN DE ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

SECCIÓN 1901 REVISIÓN DE ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

1901.1 Desplazamientos. En las edificaciones comunes sujetas a acciones permanentes o variables, la revisión del estado límite de desplazamientos se cumple si se verifica que no exceden los valores siguientes:

Un desplazamiento vertical en el centro de trabes en el que se incluyen efectos a largo plazo, igual al claro entre 240 más 5 mm; además, en miembros en los cuales sus desplazamientos afecten a elementos no estructurales, como muros de mampostería, que no sean capaces de soportar desplazamientos apreciables, se deben considerar como estado límite a un desplazamiento vertical, medido después de colocar los elementos no estructurales, igual al claro de la trabe entre 480 más 3mm. Para elementos en voladizo los límites anteriores deben duplicarse.

Un desplazamiento horizontal relativo entre dos niveles sucesivos de la estructura, igual a la altura del entrepiso dividido entre 500, para edificaciones en las cuales se hayan unido los elementos no estructurales capaces de sufrir daños bajo pequeños desplazamientos; en otros casos, el límite será igual a la altura del entrepiso dividido entre 250. Para diseño sísmico o por viento se debe observar lo dispuesto en las secciones correspondientes.

1901.2 Vibraciones. Las amplitudes tolerables de los desplazamientos debidos a vibraciones no deben exceder los valores establecidos en la Sección 1901.1. Además, deben imponerse límites a las amplitudes máximas de las vibraciones, de acuerdo con su frecuencia, de manera de evitar condiciones que afecten seriamente la comodidad de los ocupantes o que puedan causar daños a equipo sensible a las excitaciones citadas.

TABLA 1901.2 LÍMITES MÁXIMOS PARA MOVIMIENTOS Y DEFORMACIONES ORIGINADOS EN LA CIMENTACIÓN¹

Deformaciones diferenciales en la propia estructura y sus vecinas		
Tipo de estructuras	Variable que se limita	Límite ²
Marcos de acero	Relación entre el asentamiento diferencial entre apoyos y el claro	0.006
Marcos de concreto	Relación entre el asentamiento diferencial entre apoyos y el claro	0.004
Muros de carga de tabique de barro o bloque de concreto	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.002
Muros con acabados muy sensibles, como yeso, piedra ornamental, etc	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.001
Paneles móviles o muros con acabados poco sensibles, como mampostería con juntas secas	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.004
Tuberías de concreto con juntas	Cambios de pendiente en las juntas	0.015

Se aceptan valores mayores en la medida en que la deformación ocurra antes de colocar los acabados o éstos se encuentren desligados de los muros.

¹ Comprende la suma de movimientos debidos a todas las combinaciones de carga que se especifican en el Capítulo 13. Los valores de la Tabla 1901.2 son sólo límites máximos y en cada caso se debe revisar que no se cause ninguno de los daños mencionados en la Sección 1901.

² En construcciones aisladas se acepta un valor mayor si se toma en cuenta explícitamente en el diseño estructural de los pilotes y de sus conexiones con la subestructura.

1901.3 Otros estados límite. Además de lo estipulado en las Secciones 1901.1 y 1901.2, se debe observar lo que dispongan las secciones relativas a los distintos tipos de estructuras y a los estados límite de servicio de la cimentación, ver Tabla 1901.3.

**SECCIÓN 1902
REVISIÓN DE ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO DE
ESTRUCTURAS DE ACERO**

Los valores de los parámetros que aseguran un comportamiento adecuado desde el punto de vista de servicio, como pueden ser flechas máximas o períodos de vibración, deben escogerse teniendo en cuenta el uso que se otorgue a la estructura.

Los estados límite de servicio se deben revisar utilizando las cargas de servicio, o de trabajo, que corresponden a cada uno de ellos.

1902.1 Contraflechas. Cuando haya requisitos relativos a las contraflechas de los elementos estructurales, que sean necesarios para lograr un ajuste adecuado con otros elementos de la construcción, como pueden ser canceles, muros de relleno, parapetos o recubrimientos de fachada, esos requisitos deberán indicarse en los documentos referentes al diseño y construcción.

Cuando no se especifique ninguna contraflecha en los dibujos de detalle de vigas o armaduras, éstas se deben fabricar y montar de manera que las pequeñas contraflechas debidas a laminado o armado en el taller queden hacia arriba, en la estructura montada.

1902.2 Expansiones y contracciones. Los cambios de dimensiones de las estructuras y de los elementos que las componen, producidos por variaciones de temperatura y otros efectos, deben ser tales que no perjudiquen el comportamiento de la estructura, en condiciones de servicio. Cuando sea necesario, se deben disponer juntas constructivas y se deben diseñar los elementos no estructurales de manera que puedan absorber, sin daños, esos cambios de dimensiones.

1902.3 Deflexiones, vibraciones y desplazamientos laterales. Las deformaciones de los elementos estructurales y sus combinaciones, producidas por cargas de trabajo, deben ser tales que no perjudiquen el comportamiento de la estructura, en condiciones de servicio.

a. Deflexiones. Las deflexiones transversales de elementos estructurales y sus combinaciones, incluyendo pisos, techos, muros divisorios y fachadas, producidas por cargas de trabajo, no deben exceder los valores máximos permisibles. Las Tablas

1902.3 y 1902.3 (1), contienen información adicional, relativa a edificios industriales, bodegas, y otras construcciones semejantes, con estructura de acero.

**TABLA 1902.3
DESPLAZAMIENTOS VERTICALES MÁXIMOS PERMISIBLES
EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

Elemento	Carga	Desplazamiento máximo
Miembros que soportan cubiertas de techo rígidas.	CV ¹	L/240
Miembros que soportan cubiertas de techo flexibles.	CV ¹	L/180
Trabes carril para grúas.		T. 1902.1 (1)

¹ Carga viva.

**TABLA 1902.3 (1)
DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS PERMISIBLES EN TRABES
CARRIL Y EDIFICIOS QUE SOPORTAN GRÚAS**

Elemento	Carga	Desplazamiento máximo
a) Desplazamientos verticales		
Trabe carril		
Grúa colgada o monorraíl, clase A, B o C.	Carga vertical de la grúa (sin impacto)	L/450 ¹
Grúa de puente		
Clase A, B o C	Carga vertical de la grúa (sin impacto)	L/600 L/800
Clase D Clase E		L/1000
b) Desplazamientos laterales		
Marco de acero		
Grúa operada desde el piso	Fuerza lateral de la grúa,	H/100 ¹
Grúa operada desde una cabina	viento o sismo	H/240 ≤ 50 mm ⁽²⁾
Trabe carril	Fuerza lateral de la grúa	L/400 ¹

¹ L es el claro de la trabe carril.

² H es la altura a la que se apoya la trabe carril; el desplazamiento se mide a esa altura.

Las clases de grúas que aparecen en la Tabla 1902.3 (2) son las definidas por la Asociación de Fabricantes de Grúas de América (C.M.A.A.A.), ver Tabla 1902.1 (1).

TABLA 1902.1 (2). CLASES DE GRÚA

SERVI-CIO	MANTENI-MIENTO	LIGE-RO	MEDIA-NO	PESA-DO	CÍCLI-CO
Clase	A	B	C	D	E

b. Vibraciones. Las vigas y trabes que soportan grandes áreas abiertas, sin muros divisorios ni otras fuentes de amortiguamiento, en las que las vibraciones ocasionadas por el tránsito de personas u otras actividades de éstas pueden resultar inaceptables, deben diseñarse tomando las medidas necesarias para reducir las vibraciones a límites tolerables.

Las vibraciones dependen, principalmente, de las acciones que las producen y de las características dinámicas del sistema de piso, como son:

- Frecuencia natural (Hertz; ciclos por segundo).
- Amortiguamiento, expresado como un porcentaje del amortiguamiento crítico.
- Masa y rigidez.

En general, la sensibilidad de las personas es mayor ante vibraciones con frecuencias entre 2 y 8 Hz, para una aceleración del orden de 0.005g.

La revisión del estado límite de vibraciones es de especial importancia en lugares para espectáculos donde el público puede producir movimientos periódicos más o menos uniformes, como tribunas de estadios, auditorios, salones de baile y actividades aeróbicas.

Los equipos mecánicos que pueden producir vibraciones objetables deben aislarse de la estructura de una manera adecuada, para que la transmisión de las vibraciones a elementos críticos de la estructura se elimine o se reduzca a límites aceptables.

c. Desplazamientos laterales. Los desplazamientos laterales de los pisos de las construcciones, producidas por fuerzas sísmicas o de viento, no deben ocasionar colisiones con estructuras adyacentes ni afectar el correcto funcionamiento de la construcción.

1902.4 Corrosión. Los elementos de acero estructural se deben proteger contra la corrosión, para evitar que ésta ocasione disminuciones de resistencia o perjudique su comportamiento en condiciones de servicio. Cuando sea imposible protegerlos después de la fabricación de la estructura, en su diseño se deben tener en cuenta los efectos perjudiciales de la corrosión.

Antes del montaje, todos los elementos se deben proteger adecuadamente, con pinturas u otros productos que retrasen el proceso de corrosión, excepto cuando en los dibujos de fabricación o montaje se indique que algunas partes de la estructura no deben pintarse.

Se deben tomar precauciones especiales cuando las estructuras estén expuestas a humedades, humos, vapores industriales u otros agentes altamente corrosivos.

1902.5 Fuego y explosiones. Las estructuras deben protegerse contra el fuego, para evitar pérdidas de resistencia ocasionadas por las altas temperaturas. El tipo y las propiedades de la protección utilizada depende de las características de la estructura, de su uso y del contenido de material combustible.

En casos especiales se deben tomar precauciones contra los efectos de explosiones, buscando restringirlos a zonas que no pongan en peligro la estabilidad de la estructura.

1902.6 Efectos de cargas variables repetidas (fatiga). Pocos son los miembros o conexiones de edificios convencionales que requieren un diseño por fatiga, puesto que las variaciones de cargas en esas estructuras ocurren, en general, un número pequeño de veces, o producen sólo pequeñas fluctuaciones en los valores de los esfuerzos.

Las cargas de diseño por viento o por sismo son poco frecuentes, por lo que no se justifica tener en cuenta consideraciones de fatiga. Sin embargo, hay algunos casos, de los que son típicos las trabes que soportan grúas viajeras y algunos elementos que soportan maquinaria y equipo, en los que las estructuras están sujetas a condiciones de carga que pueden ocasionar fallas por fatiga.

En general, el diseño de elementos estructurales y conexiones que queden sometidos a la acción de cargas variables, repetidas un número elevado de veces durante su vida útil, debe hacerse de manera que se tenga un factor de seguridad adecuado contra la posibilidad de falla por fatiga.

1902.7 Falla frágil. Los procedimientos de diseño de estas disposiciones son válidos para aceros y elementos estructurales que tengan un comportamiento dúctil; por tanto, deben evitarse todas las condiciones que puedan ocasionar una falla frágil, tales como el empleo de aceros con altos contenidos de carbono, la operación de las estructuras a temperaturas muy bajas, la aplicación de cargas que produzcan impacto importante, la presencia excesiva de discontinuidades en forma de muescas en la estructura y las condiciones de carga que produzcan un estado triaxial de esfuerzos en el que la relación entre el cortante máximo y la tensión máxima sea muy

pequeña, y sobre todo debe evitarse la presencia simultánea de varias de esas condiciones.

En los casos, poco frecuentes, en que las condiciones de trabajo puedan provocar fallas de tipo frágil, se deben emplear materiales de alta ductilidad que puedan fluir ampliamente en puntos de concentración de esfuerzos, a la temperatura de trabajo más baja, o la estructura se deb diseñar de manera que los esfuerzos que se presenten en las zonas críticas sean suficientemente bajos para evitar la propagación de las grietas que caracterizan las fallas frágiles.

1902.8 Otros metales. El diseño de estructuras formadas por metales que no sean acero se debe realizar de manera que la estructura terminada tenga características por lo menos tan satisfactorias como una de acero que cumpla con los requisitos del Capítulo 14 en lo que respecta a estados límite de falla y de servicio. Para ello se deben tomar en cuenta las características propias del material en cuestión; algunas de las más importantes son:

- a. Propiedades mecánicas y curva esfuerzo-deformación;
- b. Efectos de cargas de larga duración;
- c. Efectos de repetición de cargas;
- d. Ductilidad y sensibilidad a concentraciones de esfuerzos;
- e. Efectos de soldadura en caso de emplearla; y
- f. Posibilidad de corrosión.

La lista anterior no es limitativa, por lo que deben conocerse todas las propiedades necesarias, del elemento estructural, para resolver cada problema.

CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO PARTE
5
CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA 2017

CAPÍTULO 20 - TRABAJOS PRELIMINARES

SECCIÓN 2001 CONSIDERACIONES GENERALES

2001.1 Documentación. Durante la ejecución de una obra debe conservarse en el lugar de la misma una copia de los planos registrados y del permiso o licencia de construcción. Esta documentación debe estar a disposición de la autoridad competente.

2001.2 Accesibilidad en la vía pública. Durante la ejecución de una obra se deben tomar las medidas necesarias para no alterar la accesibilidad y el funcionamiento de las edificaciones e instalaciones en predios colindantes o en la vía pública.

2001.3 Uso de la vía pública. En ningún caso las obras, reparaciones u ocupación de la vía pública deben ser obstáculo para el libre desplazamiento de personas. Para la expedición de permisos para realizar trabajos en la vía pública, la autoridad local debe emitir las disposiciones correspondientes.

2001.4 Carga y descarga de material. Los vehículos que carguen o descarguen materiales para una obra deben realizar sus maniobras en la vía pública durante los horarios que autorice la autoridad local, los que deben estar visibles en la señalización de la obra y de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Tránsito de la localidad.

2001.5 Escombros. Los escombros, excavaciones y cualquier otro obstáculo para el tránsito en la vía pública, originados por las obras públicas o privadas, deben estar protegidos con barreras, cambio de textura o borde en piso, a una distancia mínima de 1.0 m, para ser percibidos por los invidentes y señalados con banderas y letreros durante el día y con señales luminosas claramente visibles durante la noche y de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Tránsito de la localidad.

2001.6 Reparación de guarniciones y banquetas. Los propietarios o poseedores de las obras están obligados a reparar por su cuenta las banquetas y guarniciones que se hayan deteriorado con motivo de la ejecución de la obra. En su defecto, la autoridad local debe ordenar los trabajos de reparación o reposición con cargo a los propietarios o poseedores. En las esquinas, las rampas peatonales se deben realizar de acuerdo con lo establecido en la Sección 902.3

2001.7 Equipos provisionales. Los equipos eléctricos en instalaciones provisionales, utilizados durante la obra, deben cumplir con la normatividad correspondiente.

2001.8 Suspensión provisional. Los propietarios o poseedores de las obras cuya construcción sea suspendida por cualquier causa por más de 60 días naturales, deben dar aviso a las autoridades competentes, limitar sus predios con la vía pública por medio de cercas o bardas y clausurar los vanos que fuere necesario, a fin de impedir el acceso a la construcción.

SECCIÓN 2002 OBRAS DE PROTECCIÓN

2002.1 Tapiales Fijos. En las obras que se ejecuten en un predio a una distancia menor de 10 m de la vía pública, se deben colocar tapiales fijos que cubran todo el frente de la misma a una altura mínima de 2.40 m. Deben ser de madera, lámina, concreto, mampostería o de otro material que ofrezca garantías de seguridad. No deben tener más claros que los de las puertas, las cuales, mientras no haya acceso de personas inherentes a la obra ni de vehículos, deben mantenerse cerradas.

Cuando la fachada quede al paño del alineamiento, el tapial puede abarcar una franja anexa hasta de 0.50 m sobre la banqueteta y debe ajustarse a lo indicado por el proyecto ejecutivo, a las especificaciones de diseño de tapiales, a las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas, a lo establecido en los reglamentos locales vigentes y al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

2002.2 Tapiales de barrera. Se deben utilizar tapiales de barrera cuando se ejecuten obras de pintura, limpieza o similares y se deben remover al suspenderse el trabajo diario. Estas barreras deben estar pintadas y tener leyendas de precaución. Se deben construir de manera que no obstruyan o impidan la vista de las señales de tránsito, de las placas de nomenclatura o de los aparatos y accesorios de los servicios públicos. En caso necesario, se debe solicitar a la autoridad local el cambio provisional de esta señalización a otro lugar.

2002.3 Tapiales de marquesina. Cuando los trabajos se ejecuten a más de un piso de altura, se deben colocar marquesinas que protejan suficientemente la zona inferior de las obras, de la caída de materiales de demolición o de construcción, tanto sobre la banqueteta como sobre los predios colindantes.

SECCIÓN 2003 TRABAJOS PRELIMINARES

2003.1 Limpieza del terreno. Los trabajos de limpieza se deben ejecutar en toda el área. La limpieza del terreno natural inicia con el retiro de basura, escombros y desperdicios que existan en el predio. El desmonte o desyerbe se debe realizar para el retiro de maleza, plantas de campo, cactus y en general toda la vegetación, sin incluir árboles, que exista en los terrenos destinados a la construcción de los edificios.

2003.2 Cuidado de árboles. Previo al desmonte, se deben identificar los árboles que se respetan conforme al proyecto, tomando las provisiones necesarias para no dañarlos o para trasplantarlos. Si el proyecto contempla la tala o cambio de posición de árboles, se debe obtener el permiso respectivo de la SEMARNAT en la localidad y respetar las medidas que se determinen en el mismo.

2003.3 Retiro de pasto. El pasto existente se debe levantar con la capa de tierra adherida a éste con un espesor promedio de 5 cm. La capa de tierra vegetal de áreas verdes se debe levantar hasta una profundidad suficiente para retirar el material orgánico.

2003.4 Despalme. Se debe despaldar el terreno que por sus características mecánicas no es adecuado para el desplante de los edificios. El despaldar debe ejecutarse en terrenos que contengan material tipo I o II. El espesor de la capa a despaldar debe ser aproximadamente de 20 cm o el que especifique el proyecto.

2003.5 Extracción de los tocones. La extracción de los tocones debe hacerse mediante la excavación alrededor de los mismos, a la profundidad que permita su extracción.

2003.6 Contaminación. Si se detecta cualquier tipo de contaminación superficial debe darse aviso de inmediato a la SEMARNAT, acatando las recomendaciones que se dicten en su resolutivo.

2003.7 Acarreos. El material producto de la limpieza del terreno se debe acarrear fuera del predio al sitio autorizado por la autoridad local. En ningún caso se permite la quema del material producto de estos trabajos. Los volúmenes acarreados y el destino de los mismos deben quedar anotados en la bitácora de obra.

2003.8 Rellenos. Los rellenos con material producto de la excavación se pueden realizar sólo si están contemplados en el proyecto ejecutivo, compactando como se especifica en el mismo proyecto y con apoyo en los estudios de campo.

2003.9 Terrazas. La formación de terrazas se debe realizar de acuerdo con lo que establezca el proyecto ejecutivo y con apoyo en los estudios de campo.

2003.10 Hallazgos arqueológicos. Si durante los trabajos de despaldar y excavación se descubren vestigios y piezas de carácter arqueológico o piezas con valor histórico, el propietario o Director Responsable de Obra de la edificación debe notificarlo inmediatamente al Instituto Nacional de Antropología e Historia, a fin de que se tomen las medidas conducentes para la conservación y protección del patrimonio histórico.

SECCIÓN 2004 MEDICIONES Y TRAZOS

2004.1 Alineamiento. Antes de iniciar una construcción debe verificarse el trazo del alineamiento del predio con base en la constancia de alineamiento y número oficial, y las medidas de la poligonal del perímetro, así como la situación del predio en relación con los colindantes, la cual debe coincidir con los datos correspondientes del título de propiedad.

2004.2 Trazo y nivelación. El trazo y nivelación se deben realizar con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, de acuerdo con el proyecto ejecutivo y las dimensiones y condiciones particulares del terreno.

2004.3 Bancos de nivel. En las edificaciones en que de acuerdo al proyecto ejecutivo se requiera llevar registro de posibles movimientos verticales, así como en aquellas en que las autoridades competentes lo ordenen, se deben instalar referencias o bancos de nivel, alejados de la cimentación o estructura para no ser afectados por los movimientos de las mismas o de otras cargas cercanas y a éstos deben referirse las nivelaciones que se hagan.

Durante el proceso de la obra también se deben efectuar nivelaciones a las edificaciones ubicadas en los predios colindantes a la construcción con objeto de observar su comportamiento. En caso de anomalías por afectaciones a terceros se deben tomar las medidas de acción para corregir el problema inmediatamente.

2004.4 Referencias de obra. El trazo de los ejes principales de las obras, los linderos amojonados del terreno, un banco de nivel general, así como las referencias y los bancos de nivel secundarios, ejes de los edificios y de obras exteriores se deben mantener constante y permanentemente intactos y protegidos, libres de productos de la excavación o materiales de construcción hasta la recepción final de la obra. Estas referencias deben quedar asentadas en la bitácora de obra.

SECCIÓN 2005 SEGURIDAD Y SANIDAD EN LA OBRA

2005.1 Condiciones de seguridad. Los trabajadores de la obra deben usar los equipos de protección personal en cumplimiento a la NOM-017-STPS-2008. En donde exista la posibilidad de caída de los trabajadores de las edificaciones, se deben usar redes de seguridad, cuando no puedan usarse cinturones de seguridad, de amarre o andamios con barandales.

Las obras de edificación de vivienda deben cumplir con la NOM-031-STPS-2011 en materia de condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

2005.2 Materiales peligrosos. Desde el inicio de la obra, se debe notificar al Director Responsable de Obra de las cantidades de material peligroso, combustibles, inflamables, sustancias corrosivas, explosivas y radioactivas, que se almacenen en la obra, a fin de que sean asentadas en la bitácora y se tomen todas las medidas preventivas conducentes.

2005.3 Sanidad. En las obras deben proporcionarse a los trabajadores servicios provisionales de agua potable y un sanitario portátil, excusado o letrina por cada 25 trabajadores o fracción excedente de 15, diferenciados para su uso por género. Se debe mantener permanentemente un botiquín con los medicamentos e instrumentales de curación necesarios para proporcionar primeros auxilios.

CAPÍTULO 21 - MATERIALES

SECCIÓN 2101 CONSIDERACIONES GENERALES

2101.1 Resistencia y calidad de los materiales. La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, deben ser las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados. Se deben realizar las pruebas de verificación de calidad que señalen las normas NOM y NMX correspondientes. En caso de duda en la interpretación de los resultados, debe ser la autoridad competente la que decida sobre el particular.

La autoridad local o el órgano competente pueden exigir los muestreos y las pruebas necesarias para verificar la calidad y resistencia especificadas de los materiales, aún en las obras terminadas.

2101.2 Materiales almacenados en las obras. Los materiales de construcción, como se indica en la NOM-006-STPS-2014, deben estar almacenados en las obras de tal manera que se evite su deterioro y la intrusión de materiales extraños que afecten sus propiedades y características.

2101.3 Vigilancia. El DRO debe prestar principal atención a las propiedades mecánicas de los materiales; a las tolerancias en las dimensiones de los elementos estructurales, como medidas de claros, secciones de las piezas, áreas y distribución del acero y espesores de recubrimientos al nivel y alineamiento de los elementos estructurales; y a las cargas muertas y vivas en la estructura, incluyendo las que se originen por la colocación de materiales durante la ejecución de la obra.

2101.4 Consideraciones especiales. Los elementos estructurales que se encuentren en ambiente corrosivo o sujetos a la acción de agentes físicos, químicos o biológicos que puedan hacer disminuir su resistencia, deben ser de material resistente a dichos efectos, o estar recubiertos con materiales o sustancias protectoras y recibir el mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento dentro de las condiciones previstas en el proyecto ejecutivo. En los paramentos exteriores de los muros se debe impedir el paso de la humedad; el mortero de las juntas debe resistir el intemperismo.

SECCIÓN 2102 CEMENTANTES

2102.1 Cemento hidráulico. En la elaboración del concreto y morteros se debe emplear cualquier tipo de cemento hidráulico que cumpla con los requisitos especificados en la norma NMX-C-414-ONNCCE-2014. (Ver Sección 1301.3.1)

2102.2 Cemento de albañilería. En la elaboración de morteros se debe usar cemento para albañilería que cumpla con los requisitos especificados en la norma NMX-C-021-ONNCCE-2015. (Ver Sección 1301.3.1)

2102.3 Cal hidratada. En la elaboración de morteros se debe usar cal hidratada que cumpla con los requisitos especificados en la norma NMX-C-003-ONNCCE-2015.

SECCIÓN 2103 AGREGADOS PÉTREOS

2103.1 Agregados pétreos. Los agregados deben cumplir con las especificaciones de la norma NMX-C-111-ONNCCE-2014.

SECCIÓN 2104 AGUA DE MEZCLADO

2104.1 Agua de mezclado. El agua para el mezclado del mortero o del concreto debe cumplir con las especificaciones de la norma NMX-C-122-ONNCCE-2004. El agua se debe almacenar en depósitos limpios y cubiertos.

SECCIÓN 2105 ADITIVOS

2105.1 Aditivos. En la elaboración de concretos, concretos de relleno y morteros de relleno se pueden usar aditivos que mejoren el manejo y desempeño de dichos materiales, y que cumplan con los requisitos especificados en la norma NMX-C-255 ONNCCE-2013. (Ver Sección 1301.3.3)

**SECCIÓN 2106
ACERO**

2106.1 Acero. Como refuerzo ordinario para concreto pueden usarse barras de acero y malla de alambre soldado. Las barras deben ser corrugadas, con la salvedad que se indica adelante, y deben cumplir con las normas NMX-C-407-ONNCCE-2001, NMX-B-294-1986 o NMX-B-457-CANACERO-2013; se deben tomar en cuenta las restricciones al uso de algunos de estos aceros incluidas en las presentes normas. La malla debe cumplir con la norma NMX-B-290-CANACERO-2013. Se permite el uso de barra lisa de 6.4 mm de diámetro (número 2) para estribos donde así se indique en el texto de estas normas, conectores de elementos compuestos y como refuerzo para fuerza cortante por fricción. El acero de preesfuerzo debe cumplir con las normas NMX-B-292-CANACERO-2011 o NMX-B-293-CANACERO-2012. Ver Sección 1301.3.4

El refuerzo que se emplee en castillos, dalas, elementos colocados en el interior del muro y en el exterior del muro, debe estar constituido por barras corrugadas, por malla de acero, por alambres corrugados laminados en frío, o por armaduras soldadas por resistencia eléctrica de alambre de acero para castillos y dalas, que cumplan con las normas mexicanas correspondientes.

Se admite el uso de barras lisas, como el alambroón, únicamente en estribos, en mallas de alambre soldado o en conectores. El diámetro mínimo del alambroón para ser usado en estribos es de 5.5 mm.

Se pueden utilizar otros tipos de acero siempre y cuando se demuestre a satisfacción de la autoridad competente su eficiencia como refuerzo estructural.

Para elementos secundarios y losas apoyadas en su perímetro, se permite el uso de barras que cumplan con las normas NMX-B-18-1988, NMX-B-32-1988 y NMX-B-072-CANACERO-2013.

El módulo de elasticidad del acero de refuerzo ordinario debe ser igual a 2×10^5 MPa (2×10^6 kg/cm²) y el de torones de preesfuerzo debe ser de 1.9×10^5 MPa (1.9×10^6 kg/cm²).

En el cálculo de resistencias se deben usar los esfuerzos de fluencia mínimos (f_y), establecidos en las normas citadas.

**SECCIÓN 2107
PIEZAS DE MAMPOSTERÍA**

2107.1 Tipos de piezas. Las piezas usadas en los elementos estructurales de mampostería deben cumplir con la Norma Mexicana NMX-C-404- ONNC-

CE-2012, con excepción de lo dispuesto para el límite inferior del área neta de piezas huecas señalado en la Sección 2107.1.2. Ver Sección 2202.4

*

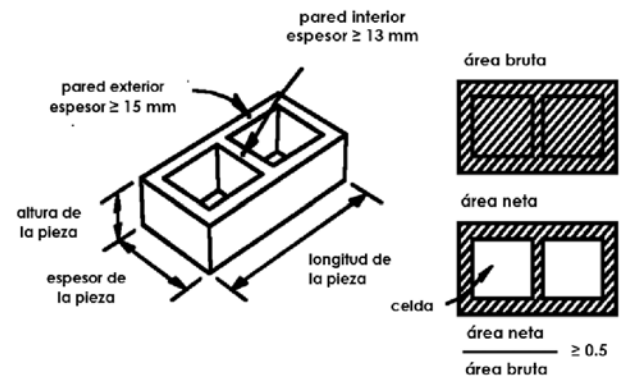
2107.1.1 Piezas macizas. Se consideran como piezas macizas aquellas que tienen en su sección transversal más desfavorable un área neta de por lo menos 75 % del área bruta, y cuyas paredes exteriores no tienen espesores menores de 20 mm.

2107.1.2 Piezas huecas. Las piezas huecas son las que tienen, en su sección transversal más desfavorable, un área neta de por lo menos 50 por ciento del área bruta; además, el espesor de sus paredes exteriores no es menor que 15 mm, según se indica en la Figura 2107, a) Piezas huecas.

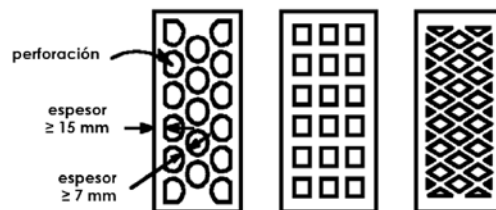
Para piezas huecas con dos hasta cuatro celdas, el espesor mínimo de las paredes interiores debe ser de 13 mm. Para piezas multiperforadas, cuyas perforaciones sean de las mismas dimensiones y con distribución uniforme, el espesor mínimo de las paredes interiores debe ser de 7 mm. Se entiende como piezas multiperforadas aquellas con más de siete perforaciones o alvéolos, según se indica en la Figura 2107, b) Ejemplos de piezas multiperforadas.

Sólo se permite usar piezas huecas con celdas o perforaciones ortogonales a la cara de apoyo.

Figura 2107 Piezas



a) Piezas huecas



b) Ejemplos de piezas multiperforadas

SECCIÓN 2108 PIEDRAS

2108.1 Piedras. Las piedras que se empleen en elementos estructurales deben satisfacer los requisitos siguientes:

- a. Su resistencia mínima a compresión en dirección normal a los planos de formación es de 15 MPa (150 kg/cm²);
- b. Su resistencia mínima a compresión en dirección paralela a los planos de formación es de 10 MPa (100 kg/cm²);
- c. La absorción máxima es de 4%; y
- d. Su resistencia al intemperismo, medida como la máxima pérdida de peso después de cinco ciclos en solución saturada de sulfato de sodio, es del 10%.

Las propiedades anteriores se deben determinar de acuerdo con los procedimientos indicados en el Capítulo CXVII de las Especificaciones Generales de Construcción, Parte Novena, Muestreo y Pruebas de Materiales, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (1971).

Las rocas no necesitan ser labradas, pero se debe evitar el empleo de rocas con formas redondeadas y de cantos rodados. Por lo menos el 70% del volumen del elemento debe estar constituido por rocas con un peso mínimo de 30 kg cada una.

CAPÍTULO 22 - CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES

SECCIÓN 2201 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

2201.1 Procedimiento constructivo de cimentaciones. A partir de la mecánica de suelos, debe especificarse un procedimiento constructivo de las cimentaciones, excavaciones y muros de contención que asegure el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la integridad y seguridad de la edificación durante y después de la construcción.

El procedimiento constructivo no debe producir daños a las estructuras e instalaciones vecinas ni a los servicios públicos durante y después de la construcción.

Cualquier cambio que modifique el procedimiento de construcción especificado debe ser congruente con las recomendaciones de la mecánica de suelos o bien se deben ejecutar nuevos estudios para sustentar dicha modificación.

2201.1.1 Cimentaciones someras. El desplante de la cimentación se debe realizar a la profundidad indicada en el estudio de mecánica de suelos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta cualquier discrepancia entre las características del suelo encontradas a esta profundidad y las consideradas en el proyecto, para que, de ser necesario, se hagan los ajustes correspondientes. Se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar que en la superficie de apoyo de la cimentación se presente alteración del suelo durante la construcción por saturación o remoldeo.

Las superficies de desplante deben estar libres de cuerpos extraños o sueltos.

En el caso de elementos de cimentación de concreto reforzado se deben aplicar procedimientos de construcción que garanticen el recubrimiento requerido para proteger el acero de refuerzo. Se deben tomar las medidas necesarias para evitar que el propio suelo o cualquier líquido o gas contenido en él puedan atacar el concreto o el acero.

Asimismo, durante el colado se debe evitar que el concreto se mezcle o contamine con partículas de suelo o con agua freática, que puedan afectar sus características de resistencia o durabilidad. Se debe prestar atención especial a la protección de los pilotes en las zonas donde el subsuelo presenta una alta salinidad.

2201.1.2 Cimentaciones con pilotes o pilas. La colocación de pilotes y pilas se debe ajustar al proyecto correspondiente, verificando que la profundidad de desplante, el número y el espaciamiento de estos elementos correspondan a lo señalado en los planos estructurales. Los procedimientos para la instalación de pilotes y pilas deben garantizar la integridad de estos elementos y que no se ocasionen daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo. Cada pilote, sus tramos y las juntas entre estos, en su caso, deben diseñarse y realizarse de modo tal que resistan las fuerzas de compresión y tensión y los momentos flexionantes que resulten del análisis.

Los pilotes de diámetro menor de 40 cm deben revisarse por pandeo verificando que la fuerza axial a la que se encuentran sometidos, con su respectivo factor de carga, no debe rebasar la fuerza crítica P_C definida por la siguiente ecuación:

$$P_C = F_R \left(\frac{N^2 \pi^2 E I + 4 K D L^2}{4 L^2 + N^2 \pi^2} \right)$$

Donde:

K es el coeficiente de reacción horizontal del suelo;

D es el diámetro del pilote;

E es el módulo de elasticidad del pilote;

I es el momento de inercia del pilote;

N es el número entero, determinado por tanteo, que genere el menor valor P_C ;

L es la longitud del pilote y

F_R debe ser igual a 0.35.

2201.1.2.1 Pilas o pilotes colados en el lugar.

Para este tipo de cimentaciones profundas, el estudio de mecánica de suelos debe definir si la perforación previa debe ser estable en forma natural o si por el contrario requiere ser estabilizada con lodo común o bentonítico o con ademe y deben realizarse conforme lo siguiente:

- Antes del colado, se debe proceder a la inspección directa o indirecta del fondo de la perforación para verificar que las características del estrato de apoyo son satisfactorias y que todos los azolves han sido removidos.
- El colado se debe realizar por procedimientos que eviten la segregación del concreto y

- la contaminación del mismo con el lodo estabilizador de la perforación o con derrumbes de las paredes de la excavación.
- c. Se debe llevar un registro de la localización de los pilotes o pilas, las dimensiones relevantes de las perforaciones, las fechas de perforación y de colado, la profundidad y los espesores de los estratos y las características del material de apoyo.
 - d. Cuando la construcción de una cimentación requiera del uso de lodo bentonítico, el constructor no puede verterlo en el drenaje urbano, por lo que debe destinar un área para recolectar dicho lodo después de usarlo y luego transportarlo a algún tiradero aprobado por la autoridad competente.
 - e. Cuando se usen pilas con ampliación de base, tipo campana, la perforación de la misma se debe hacer verticalmente en los primeros 20 cm para después formar con la horizontal un ángulo no menor de 60 grados: el peralte de la campana debe ser por lo menos de 50 cm. No deben construirse campanas bajo agua o lodos, ya que los sistemas empleados para esta operación no garantizan la colocación de concreto sano en esta zona donde se acentúa la capacidad de carga.
 - f. Otros aspectos a los que se debe prestar atención son el método y equipo para la eliminación de azolves, la duración del colado, así como el recubrimiento y la separación mínima del acero de refuerzo con relación al tamaño del agado.
 - g. Para desplantar la cimentación sobre el concreto sano de la pila, se debe dejar en la parte superior una longitud extra de concreto, equivalente al 90% del diámetro de la misma; este concreto, que acarrea las impurezas durante el proceso de colado, puede ser removido con equipo neumático hasta 20 cm arriba de la cota de desplante de la cimentación; estos últimos 20 cm se deben quitar en forma manual procurando que la herramienta de ataque no produzca fisuras en el concreto que recibirá la cimentación.
 - h. En el caso de pilas coladas en seco, la longitud adicional puede ser de 50% del diámetro de las mismas, evitando remover el concreto de esta parte en estado fresco con el propósito de que la transpiración de agua del concreto se efectúe en dicha zona. Esta parte se debe demoler siguiendo los lineamientos indicados en el punto anterior.
 - i. En cualquier tipo de pila, se debe construir un brocal antes de iniciar la perforación a fin de preservar la seguridad del personal y la calidad de la pila por construir.
 - j. No deben construirse pilas de menos de 80 cm hasta 30 m de profundidad, ni de menos de 100 cm hasta profundidades mayores. Las pilas deben ser construidas con ademe o estabilizadas con lodos a menos que el estudio del subsuelo muestre que la perforación es estable.
 - k. Respecto a la localización de las pilas se acepta una tolerancia del 10% de su diámetro.
 - l. La tolerancia en la verticalidad de una pila debe ser de 2% de su longitud hasta 25 m de profundidad y de 3% para una mayor profundidad.
- 2201.1.2.2 Pilotes hincados a percusión.** Las cimentaciones a base de pilotes hincados a percusión deben realizarse conforme lo siguiente:
- a. Para garantizar sus propiedades mecánicas y geométricas preferentemente deben provenir de una fábrica certificada para su manufactura, con los traslapes en el acero de refuerzo longitudinal correctos, así como con las marcas que indiquen los puntos de izaje para su transportación y colocación en sitio.
 - b. El estudio de mecánica de suelos debe definir si se requiere perforación previa, con o sin extracción de suelo, para facilitar la hincada o para minimizar el desplazamiento de los suelos blandos. Debe indicar en tal caso el diámetro de la perforación y su profundidad, y si es necesaria la estabilización con lodo común o bentonítico.
 - c. En pilotes de fricción el diámetro de la perforación previa para facilitar la hincada o para minimizar el desplazamiento de los suelos blandos no debe ser mayor que el 75% del diámetro o lado del pilote. Si con tal diámetro máximo de la perforación no se logra hacer pasar el pilote a través de capas duras intercaladas, exclusivamente estas deben rimarse con herramientas especiales a un diámetro igual o ligeramente mayor que el del pilote.
 - d. En caso de recurrir a perforación previa, el factor de reducción F_R de la ecuación descrita en la Sección 2201.1.2 se reduce multiplicando el valor aplicable en ausencia de perforación por la relación $1 - 0.4 D_{perf} / D_{pil}$, entendiéndose por D_{perf} al diámetro de la

perforación previa y por D_{pil} al diámetro del pilote.

- e. Antes de proceder al hincado, se debe verificar la verticalidad de los tramos de pilotes y, en su caso, la de las perforaciones previas. La desviación de la vertical del pilote no debe ser mayor de 3/100 de su longitud para pilotes con capacidad de carga por punta ni de 6/100 en los casos restantes.
- f. El equipo de hincado se debe especificar en términos de su energía en relación con la masa del pilote y del peso de la masa del martillo golpeador con relación al peso del pilote, verificando las características del equipo y la experiencia del operador.
- g. Además, se deben especificar el tipo y espesor de los materiales de amortiguamiento de la cabeza y del seguidor. El equipo de hincado también puede definirse a partir de un análisis dinámico basado en la ecuación de onda.
- h. La posición final de la cabeza de los pilotes no debe diferir respecto a la de proyecto en más de 20 cm ni de la cuarta parte del ancho del elemento estructural que se apoye en ella.
- i. Al hincar cada pilote se debe llevar un registro de su ubicación, su longitud y dimensiones transversales, la fecha de colocación, el nivel del terreno antes de la hinca y el nivel de la cabeza inmediatamente después de la hinca. Además se debe incluir el tipo de material empleado para la protección de la cabeza del pilote, el peso del martinete y su altura de caída, la energía de hincado por golpe, el número de golpes por metro de penetración a través de los estratos superiores al de apoyo y el número de golpes por cada 10 cm de penetración en el estrato de apoyo, además del número de golpes y la penetración en la última fracción de decímetro penetrada.
- j. En el caso de pilotes hincados a través de un manto compresible hasta un estrato resistente, se debe verificar para cada pilote mediante nivelaciones si se ha presentado emersión por la hinca de los pilotes adyacentes y, en caso afirmativo, los pilotes afectados se deben volver a hincar hasta la elevación especificada.
- k. Los métodos usados para hincar los pilotes deben ser tales que no mermen la capacidad estructural de éstos. Si un pilote de punta se rompe o daña estructuralmente durante su

hincado, o si por excesiva resistencia a la penetración, queda a una profundidad menor que la especificada y en ella no se pueda garantizar la capacidad de carga requerida, se debe extraer la parte superior del mismo, de modo que la distancia entre el nivel de desplante de la subestructura y el nivel superior del pilote abandonado sea por lo menos de 3 m. En tal caso, se debe revisar el diseño de la subestructura y se deben instalar pilotes sustitutos.

- l. En caso de que un pilote de fricción se rechace por daños estructurales durante su hincado, se debe extraer totalmente y rellenar el hueco formado con otro pilote de mayor dimensión o bien con un material cuya resistencia y grado de compresión sea del mismo orden de magnitud que las del suelo que reemplaza; en este caso, también deben revisarse el diseño de la subestructura y el comportamiento del sistema de cimentación.

2201.1.2.3 Pruebas de carga en pilotes o pilas.

En caso de que se realicen pruebas de carga, se debe llevar un registro de, por lo menos, los datos siguientes:

- a. Condiciones del subsuelo en el lugar de la prueba,
- b. Descripción del pilote o pila y datos obtenidos durante la instalación,
- c. Descripción del sistema de carga y del método de prueba,
- d. Tabla de cargas y deformaciones durante las etapas de carga y descarga del pilote o pila,
- e. Representación gráfica de la curva asentamiento - tiempo para cada incremento de carga y
- f. Observaciones e incidentes durante la instalación del pilote o pila y la prueba.

2201.2 Cimientos de mampostería. En cimientos de piedra brasa la relación de la pendiente de las caras inclinadas o en escarpio, medida desde la arista de la dala o muro, no debe ser menor de 1.5 verticalmente al horizontalmente. Ver Figura 2201.2.

En cimientos de mampostería de forma trapecial con un talud vertical y el otro inclinado, tales como cimientos de lindero, debe verificarse la estabilidad del cimiento a torsión. De no efectuarse esta verificación, deben existir cimientos perpendiculares con separaciones no mayores de las que señala la Tabla 2201.2.

En todo cimiento de mampostería deben colocarse dalas de concreto reforzado, tanto sobre los cimien-

tos sujetos a momento de volteo como sobre los perpendiculares a ellos. Los castillos deben empotrarse en los cimientos no menos de 40 cm.

En el diseño se deben considerar ajustes debido a la pérdida de área en los cruces de cimientos.

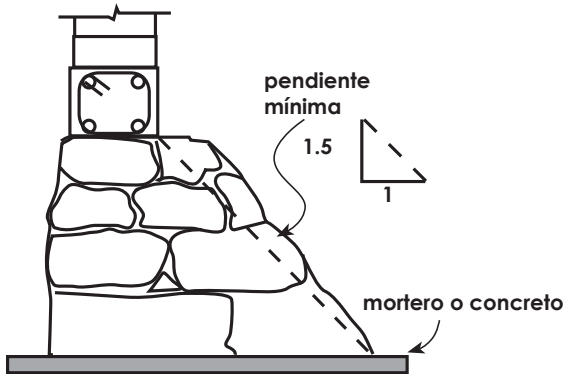


FIGURA 2201.2 CIMIENTO DE MAMPOSTERÍA

TABLA 2201.2
SEPARACIÓN MÁXIMA DE CIMIENTOS
PERPENDICULARES A CIMIENTOS DONDE NO SE REVISE
LA ESTABILIDAD A TORSIÓN

Presión de contacto con el terreno kPa (kg/m ²)	Claro máximo m
Menos de 20 (2,000)	10.0
Más de 20 (2,000) hasta 25 (2,500)	9.0
Más de 25 (2,500) hasta 30 (3,000)	7.5
Más de 30 (3,000) hasta 40 (4,000)	6.0
Más de 40 (4,000) hasta 50 (5,000)	4.5

**SECCIÓN 2202
EXCAVACIONES**

2202.1 Consideraciones generales. Cuando la separación entre la obra de edificación y los predios colindantes lo permitan, las excavaciones pueden delimitarse con taludes perimetrales cuya pendiente se debe evaluar a partir de un análisis de estabilidad de acuerdo con la normatividad correspondiente, tomando en cuenta las cargas que puedan afectar la vía pública y otras zonas próximas a la excavación.

Si el subsuelo no presenta condiciones aceptables de resistencia o existe presencia de humedad excesiva o restricciones de espacio entre colindancias, se debe utilizar un sistema de soporte a base de ademes, tablaestacas o muros colados en el sitio apuntalados o retenidos con anclas firmes y estables.

En todos los casos debe preverse el drenado del agua de lluvia para evitar el encharcamiento, inundación y derrumbe de las excavaciones.

2202.2 Control del flujo de agua. Cuando la construcción de la cimentación lo requiera, se debe controlar el flujo del agua en el subsuelo del predio mediante bombeo, tomando precauciones para limitar los efectos indeseables del mismo en el propio predio y en los colindantes de acuerdo con lo siguiente:

- a. Se debe escoger el sistema de bombeo más adecuado a partir de un estudio de los volúmenes máximos de precipitación pluvial prevista durante la ejecución de la obra y la capacidad de infiltración del suelo.
- b. En el caso de materiales compresibles, se debe tomar en cuenta la sobrecarga inducida en el terreno por las fuerzas de filtración y se deben calcular los asentamientos correspondientes. Si los asentamientos calculados resultan excesivos, se debe recurrir a procedimientos alternos que minimicen el abatimiento piezométrico.
- c. Si las condiciones lo permiten debe considerarse la conveniencia de reinyectar el agua bombeada en la periferia de la excavación evitando su regreso con pantallas impermeables.
- d. Cualquiera que sea el tipo de instalación de bombeo que se elija, su capacidad debe garantizar la extracción de un gasto de por lo menos 1.5 veces superior al estimado. Además, se debe asegurar el funcionamiento continuo de todo el sistema.
- e. El agua bombeada arrojada al sistema pluvial de drenaje público debe estar libre de sedimentos y residuos sólidos.

2202.3 Tablaestacas y muros colados en el lugar.

Para reducir los problemas de filtraciones de agua hacia la excavación y los daños a construcciones vecinas, se pueden usar tablaestacas hincadas en la periferia de la excavación o muros colados in situ o prefabricados. Las tablaestacas o muros deben prolongarse hasta una profundidad suficiente para interceptar el flujo debido a los principales estratos permeables que pueden dificultar la realización de la excavación. Los empujes sobre los puntales que sostengan estos elementos deben ser determinados a partir de un deslizamiento general de una masa de suelo que debe incluir el elemento, por falla de fondo, y por falla estructural de los troqueles o de los elementos que éstos soportan.

La revisión de la estabilidad general se debe realizar por un método de análisis límite. Se deben evaluar el empotramiento y el momento resistente mínimo del elemento estructural, requeridos para garantizar la estabilidad. La posibilidad de falla de fondo por cortante en arcillas blandas a firmes se debe analizar verificando lo siguiente:

El sistema de apuntalamiento puede también ser constituido por anclas horizontales instaladas en suelos firmes o muros perpendiculares colados en el lugar o prefabricados.

2202.4 Secuencia de excavación. El procedimiento de excavación debe asegurar que no se rebasen los estados límite de servicio es decir movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en la zona circundante.

De ser necesario, la excavación se debe realizar por etapas, según un programa que se debe incluir en la memoria de diseño, señalando además las precauciones que deban tomarse para que no resulten afectadas las construcciones de los predios vecinos o los servicios públicos; estas precauciones se deben consignar debidamente en los planos constructivos.

Al efectuar la excavación por etapas, para limitar las expansiones del fondo a valores compatibles con el comportamiento de la propia estructura o de edificios e instalaciones colindantes, se debe adoptar una secuencia simétrica. Se restringe la excavación a zanjas de pequeñas dimensiones en planta en las que debe ser construida y lastrada la cimentación antes de excavar otras áreas. Para reducir la magnitud de las expansiones instantáneas debe ser aceptable, asimismo, recurrir a pilotes de fricción hincados previamente a la excavación y capaces de absorber los esfuerzos de tensión inducidos por el terreno.

2202.5 Protección de taludes permanentes. En el diseño de los sistemas de protección de taludes naturales o cortes artificiales permanentes se debe implementar lo siguiente:

- a. Las deformaciones del suelo protegido deben ser compatibles con las del sistema de protección empleado.
- * b. Considerar el efecto del peso del sistema de protección sobre la estabilidad general o local del talud durante y después de la construcción.
- c. Los sistemas de protección deben incluir elementos que garanticen un drenaje adecuado y eviten el desarrollo de presiones hidrostáticas que puedan afectar la estabilidad del sistema de protección y del propio talud.
- d. En caso de usar anclas temporales para el soporte de ademes el sistema estructural del ancla se debe analizar con el objetivo de asegurar su funcionamiento como elemento de anclaje. El análisis de las anclas debe considerar la posibilidad de falla por resistencia del elemento tensor, de la adherencia elemento tensor-lechada, de la adherencia lechada-terreno y de la capacidad de carga del terreno en el brocal del ancla. La instalación de anclas se debe realizar con un control de calidad estricto que incluya un número suficiente de pruebas de las mismas, de acuerdo con las prácticas aceptadas al respecto.

- e. En todos los tipos de anclaje debe demostrarse que éstos no afectan la estabilidad ni inducen deformaciones significativas en las cimentaciones vecinas o en los servicios públicos. Así mismo se deben tomar las precauciones necesarias para proteger las anclas contra la corrosión, con base en pruebas que permitan evaluar la agresividad del terreno, principalmente en cuanto a resistividad eléctrica, pH, cantidad de sulfuros, sulfatos y cloruros. Se debe prestar particular atención a la protección de los elementos que no se encuentran dentro del barreno y en especial en la zona del brocal es decir placas de apoyo, cuñas, tuercas, zona terminal del elemento tensor y otros.

CAPÍTULO 23 - CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

SECCIÓN 2301
CONSTRUCCIÓN

2301.1 Construcción. La construcción de las estructuras de mampostería debe cumplir con lo especificado en este capítulo.

2301.2 Planos de construcción. Adicionalmente a lo establecido en la legislación local vigente, los planos de construcción deben señalar, al menos:

- a. El tipo, dimensiones exteriores e interiores, en su caso, y tolerancias, resistencia a la compresión de diseño, absorción, así como el peso volumétrico máximo y mínimo de la pieza y, en su caso, el nombre y marca de la pieza.
- b. El tipo de cementantes a utilizar.
- c. Características y tamaño de los agregados.
- d. Proporción y resistencia a la compresión de diseño del mortero para pegar piezas. La proporción debe expresarse en volumen y así se debe indicar en los planos. Si aplica, se debe incluir en los mismos la retención, fluidez, y el consumo de mortero.
- e. Procedimiento de mezclado y remezclado del mortero.
- f. Si aplica, proporción, resistencia a la compresión y revenimiento de morteros y concretos de relleno. La proporción debe expresarse en volumen. Si se usan aditivos, como superfluidificantes, se debe señalar el tipo y su proporción.
- g. Tipo, diámetro y grado de las barras de acero de refuerzo.
- h. Resistencias a la compresión y a la compresión diagonal de diseño de la mampostería.
- i. Si aplica, o si se analiza la estructura ante cargas laterales mediante métodos estáticos o dinámicos, indicar el módulo de elasticidad y de cortante de diseño de la mampostería.
- j. Los detalles del refuerzo mediante figuras y notas, que incluyan colocación, anclaje, traslape, dobles y demás indicaciones.
- k. Detalles de intersecciones entre muros y anclajes de elementos de fachada.
- l. Tolerancias de construcción.

m. Si aplica, el tipo y frecuencia de muestreo de mortero y mampostería indicados en la Sección 2309.2.

SECCIÓN 2302
MORTEROS

2302.1 Resistencia a la compresión. La resistencia a la compresión del mortero, sea para pegar piezas o para relleno, se debe determinar de acuerdo con el ensayo especificado en la norma NMX-C-061-ONNCCE-2015.

La resistencia a la compresión del concreto de relleno se debe determinar a partir del ensayo de cilindros elaborados, curados y probados de acuerdo con las normas NMX-C-159-ONNCCE-2016 y NMX-C-083-ONNCCE-2014.

Para el cálculo de diseño, se debe emplear un valor de la resistencia, f_f^* , alcanzado por al menos el 98% de las muestras. La resistencia de diseño se debe calcular a partir de muestras del mortero para pegar piezas o para relleno, o del concreto para relleno.

En caso de mortero, se deben obtener como mínimo tres muestras, cada una de al menos tres probetas cúbicas. Las nueve probetas se deben ensayar siguiendo la norma NMX-C-061-ONNCCE-2015.

En caso de concreto para relleno, se deben obtener al menos tres probetas cilíndricas. Las probetas se deben elaborar, curar y probar de acuerdo con las normas citadas anteriormente.

La resistencia de diseño debe ser indicada por la siguiente ecuación:

$$f_f^* = \frac{\bar{f}_f}{1 + 2.5 c_j}$$

Donde:

- \bar{f}_f media de la resistencia a compresión de cubos de mortero o de cilindro de concreto relleno y
- c_j coeficiente de variación de la resistencia a compresión del mortero o del concreto de relleno que en ningún caso se tomará menor que 0.2

2302.2 Mortero para pegar piezas. Los morteros que se empleen en elementos estructurales de mampostería deben cumplir con los requisitos siguientes:

- a. Su resistencia a compresión debe ser por lo menos de 4 MPa (40 kg/cm²).
- b. Siempre deben contener cemento en la cantidad mínima indicada en la Tabla 2302.2.
- c. La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes se establece entre 2.25 y 3. El volumen de arena se debe medir en estado suelto.
- d. Se debe emplear la mínima cantidad de agua que dé como resultado un mortero que se trabaje y coloque de manera óptima.
- e. Si el mortero incluye cemento de albañilería, la cantidad máxima de éste, a usar en combinación con cemento, debe ser la indicada en la Tabla 2302.2.

f. En la Tabla 2303 (2) se muestran las relaciones volumétricas recomendadas del mortero y concreto para relleno.

TABLA 2303 (1) REVENIMIENTO PERMISIBLE PARA LOS MORTEROS Y CONCRETOS DE RELLENO EN FUNCIÓN DE LA ABSORCIÓN DE LA PIEZA

Absorción de la pieza, (%)	Revenimiento nominal ¹ , (mm)
8 a 10	150
10 a 15	175
15 a 20	200

¹Se aceptan los revenimientos con una tolerancia de ±25 mm

TABLA 2303 (2) PROPORCIONAMIENTOS, EN VOLÚMEN, RECOMENDADOS PARA MORTEROS Y CONCRETOS PARA RELLENO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Tipo	Partes de cal hidráulico	Partes de cal hidratada	Partes de arena ¹	Partes de grava
Mortero	1	0 a 0.25	2.25 a 3	—
Concreto	1	0 a 0.1	2.25 a 3	1 a 2

¹ El volumen de arena se medirá en estado suelto.

TABLA 2302.2

PROPORCIONAMIENTOS EN VOLUMEN RECOMENDADO PARA MORTERO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Tipo de mortero	Partes cemento hidráulico	Partes cemento de albanilería	Partes cal hidratada	Partes arena ¹	Resistencia nominal en compresión f _j [*] , MPa (kg/cm ²)
I	1	---	0 a 1/4	No menos de 2.25 ni más de 3 veces la suma de cementantes en volumen	12.5 (125)
	1	0 a 1/2	---		
II	1	---	1/4 a		7.5 (75)
	1	1/2 a 1	1/2		
III	1	---	1/2 a 1		4.0 (40)
			1/4		

¹El volumen de arena se medirá en estado suelto.

2302.3 Morteros y concretos de relleno. Los morteros y concretos de relleno que se emplean en elementos estructurales de mampostería para rellenar celdas de piezas huecas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Su resistencia a la compresión debe ser por lo menos de 12.5 MPa (125 kg/cm²).
- b. El tamaño máximo del agregado no debe exceder de 10 mm.
- c. Se debe emplear la mínima cantidad de agua que permita que la mezcla sea lo suficientemente fluida para rellenar las celdas y cubrir completamente las barras de refuerzo vertical, en su caso.
- d. Se permite el uso de aditivos que mejoren el desempeño y manejo de los morteros.
- e. En la Tabla 2303 (1) se incluyen los revenimientos nominales recomendados para morteros y concretos de relleno según la absorción de las piezas.

2302.4 Piezas. Las fórmulas y procedimientos de cálculo especificados en el Capítulo 23 se aplican en muros construidos con un mismo tipo de pieza.

Si se combinan diferentes tipos de pieza, como arcilla, concreto o rocas, se debe calcular el comportamiento de los muros a partir de ensayos en escala real.

Las piezas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Condición de las piezas. Las piezas empleadas deben estar limpias y sin rajaduras.
- b. Humedecimiento de las piezas. Todas las piezas de arcilla deben saturarse de agua al menos 2 horas antes de su colocación. Las piezas a base de cemento deben estar secas al colocarse, sin embargo se recomienda un rociado moderado de agua sobre las superficies donde se coloque el mortero.
- c. Orientación de piezas huecas. Las piezas huecas se deben colocar de modo que las celdas y perforaciones sean ortogonales a la cara de apoyo, según lo indicado en la Sección 2107.1.2.

2302.5 Morteros. Los morteros deben cumplir con lo siguiente:

- a. Mezclado del mortero. Se permite el mezclado en seco de los sólidos hasta alcanzar un color ho-

mogéneo de la mezcla, la cual sólo debe usarse dentro de un lapso de 24 horas. Los materiales deben mezclarse en un recipiente no absorbente, preferentemente de manera mecánica. El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor de 4 minutos, ni del necesario para alcanzar 120 revoluciones. La consistencia del mortero se debe ajustar tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación.

- b. Remezclado. Si el mortero empieza a endurecerse, puede remezclarse hasta que vuelva a tomar la consistencia deseada agregándole un poco de agua si es necesario. Sólo se permite un remezclado por mortero fabricado.
- c. Los morteros a base de cemento portland ordinario deben usarse dentro de un lapso de 2.5 horas a partir del mezclado inicial.
- d. Revenimiento de morteros y concretos para relleno. Los morteros y concretos para relleno se deben proporcionar de modo que alcancen el revenimiento señalado en los planos de construcción, Así mismo se deben satisfacer los revenimientos y las tolerancias de la Sección 2302.3.

2302.6 Concreto. Los concretos para el colado de elementos de refuerzo, interiores o exteriores al muro, deben tener la cantidad de agua que asegure una consistencia líquida sin la segregación de los materiales componentes. A menor cantidad de agua mayor resistencia del concreto, la cual se logra con una proporción agua-cemento de 1:4 que es igual al 25% de agua por masa de cemento, pero, para trabajar el concreto adecuadamente, la proporción debe ser del 40% al 45% como máximo. Se acepta el uso de aditivos que mejoren el desempeño y manejo del concreto. El tamaño máximo del agregado grueso debe ser de 12.7 mm a 9.5 mm y la resistencia la indicada en el proyecto ejecutivo.

SECCIÓN 2303 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

2303.1 Juntas de mortero. El mortero en las juntas debe cubrir totalmente las caras horizontales y verticales de la pieza. Su espesor debe ser el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de las piezas. Si se usan piezas de fabricación mecanizada, el espesor de las juntas horizontales no debe exceder de 12 mm si se coloca refuerzo horizontal en las juntas, ni de 10 mm si no se coloca refuerzo horizontal. Si se usan piezas de fabricación artesanal, el espesor de las juntas no debe exceder de 15 mm. El espesor mínimo debe ser de 6 mm.

2303.2 Aparejo. La unión vertical de la mampostería con los castillos exteriores debe detallarse para transmitir las fuerzas de corte. Se permite que la mampostería se deje dentada o bien, que se coloquen conectores metálicos o refuerzo horizontal. El colado del castillo se hace una vez construido el muro o la parte del mismo que corresponda. Las fórmulas y procedimientos de cálculo especificados en el Capítulo 23 son aplicables sólo si las piezas se colocan en forma cuatrapeada; para otros tipos de aparejo, el comportamiento de los muros debe calcularse mediante ensayos a escala real.

2303.3 Concreto y mortero de relleno. Los huecos deben estar libres de materiales extraños y de mortero de la junta. En castillos y huecos interiores se coloca el concreto o mortero de relleno de manera que se obtenga un llenado completo de los huecos. Se permite la compactación del concreto y del mortero, sin hacer vibrar excesivamente el refuerzo.

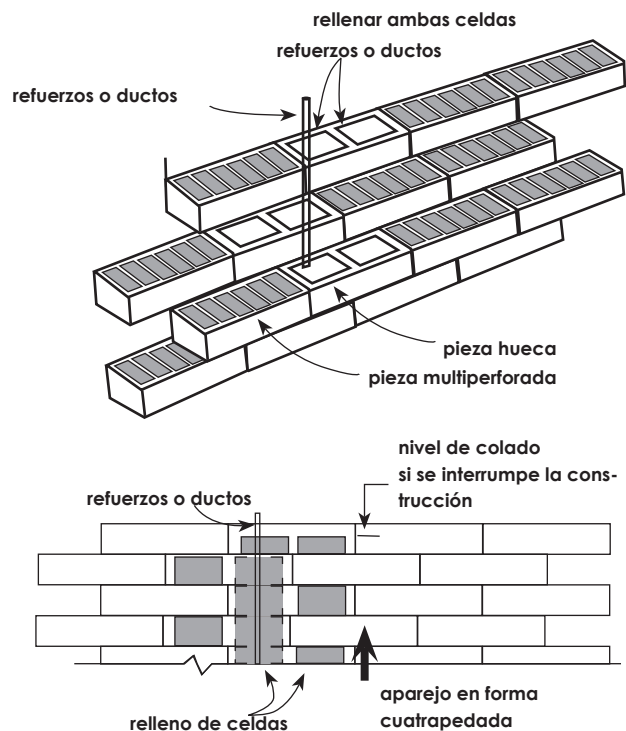


FIGURA 2303.3 RELLENO DE PIEZAS

El colado de elementos interiores verticales se efectúa en tramos no mayores de:

- a. 500 mm, si el área de la celda es de hasta 8000 mm²; o
- b. 1.5 m, si el área de la celda es mayor que 8000 mm².

Si se interrumpe la construcción del muro, el concreto o mortero de relleno debe alcanzar hasta la mitad de la altura de la pieza de la última hilada, ver. Figura 2303.3.

No es necesario rellenar el total de las perforaciones de las piezas multiperforadas.

En muros con piezas huecas y multiperforadas sólo se rellenan las celdas de las primeras piezas, ver no se permite doblar el refuerzo una vez iniciada la colocación del mortero o del concreto.

2303.4 Refuerzo. El refuerzo se debe colocar de manera que se mantenga fijo durante el colado. El recubrimiento, separación y traslapes mínimos así como el refuerzo horizontal colocado en las juntas deben ser los que se especifican de la Sección 2303.4.1 a la 2303.4.3. No se permite el traslape de barras de refuerzo colocadas en juntas horizontales, ni traslape de mallas de alambre soldado en una sección vertical del muro, ni de refuerzo vertical en muros de mampostería reforzada interiormente en la altura calculada de la articulación plástica por flexión.

2303.4.1 Tamaño del acero de refuerzo. El tamaño del acero de refuerzo se especifica de la Sección 2303.4.1.1 a la 2303.4.1.2

2303.4.1.1 Diámetro del acero de refuerzo longitudinal. El diámetro de la barra más gruesa no debe exceder de la mitad de la menor dimensión libre de una celda. En castillos y dallas, el diámetro de la barra más gruesa no debe exceder de un sexto de la menor dimensión, ver Figura 2303.4.

2303.4.1.2 Diámetro del acero de refuerzo horizontal. El diámetro del refuerzo horizontal no debe ser menor que 3.5 mm ni mayor que tres cuartas partes del espesor de la junta, ver Sección 2303.1 y Figura 2303.4.

2303.4.2 Colocación y separación del acero de refuerzo longitudinal. Las disposiciones de esta

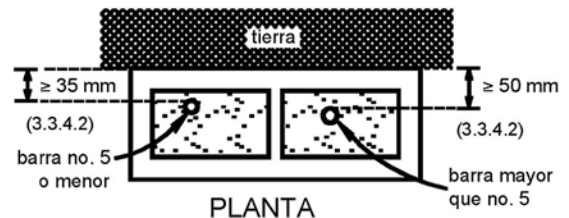
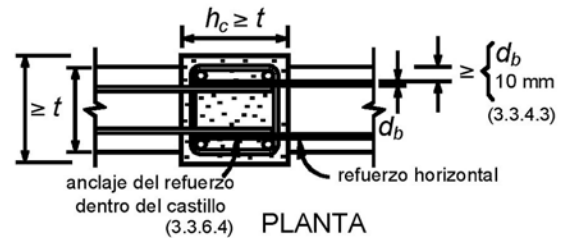
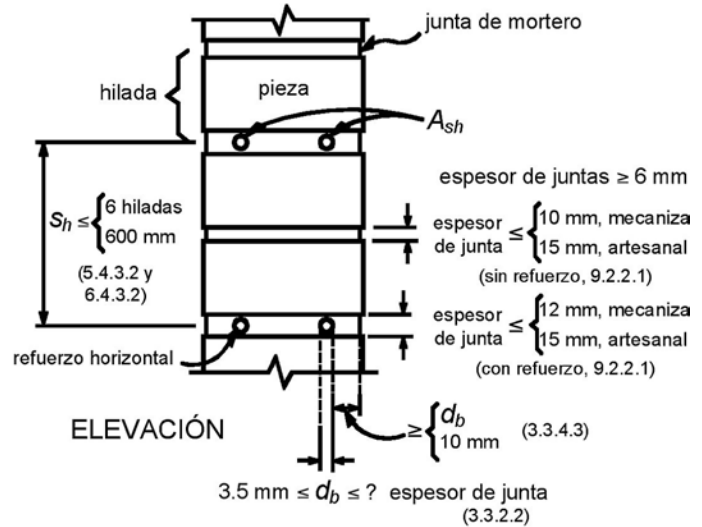
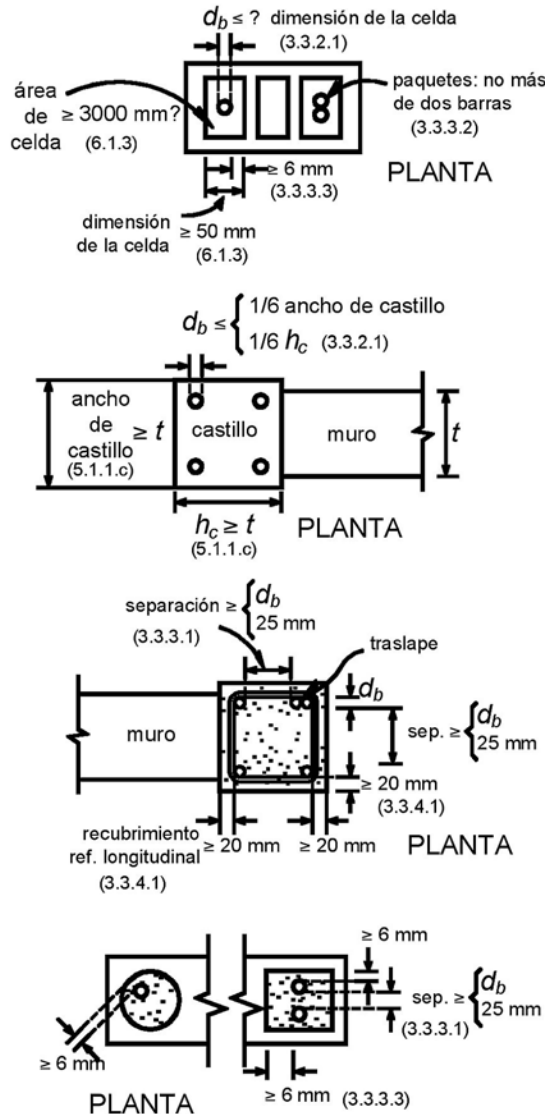


FIGURA 2303.4 ACERO DE REFUERZO

sección se describen de la Sección 2303.4.2.1 a la Sección 2303.4.2.3.

2303.4.2.1 Distancia libre entre barras. La distancia libre entre barras paralelas, empalmes de barras, o entre barras y empalmes, no debe ser menor que el diámetro nominal de la barra más gruesa, ni que 25 mm, ver Figura 2303.4.

2303.4.2.2 Paquetes de barras. Se aceptan paquetes de dos barras como máximo.

2303.4.2.3 Espesor de mortero de relleno y refuerzo. El espesor del concreto o mortero de relleno, entre las barras o empalmes y la pared de la pieza debe ser al menos de 6 mm, ver Figura 2303.4.

2303.4.3 Protección del acero de refuerzo. La protección del acero de refuerzo se especifica de la Sección 2303.4.3.1 a la Sección 2303.4.3.3.

2303.4.3.1 Recubrimiento en castillos exteriores y dalas. En muros confinados con castillos exteriores, las barras de refuerzo longitudinal de castillos y dalas deben tener un recubrimiento mínimo de concreto de 20 mm, ver Figura 2303.4.

2303.4.3.2 Recubrimiento en castillos interiores y en muros con refuerzo interior. Si la cara del muro está expuesta a tierra, el recubrimiento debe ser de 35 mm para barras no mayores del número 5 (15.9 mm de diámetro) o de 50 mm para barras más gruesas, ver Figura 2303.4.

2303.4.3.3 Recubrimiento de refuerzo horizontal. La distancia libre mínima entre una barra de refuerzo horizontal o malla de alambre soldado y el exterior del muro debe ser menor de 10 mm o una vez el diámetro de la barra, ver Figura 2303.4.

2303.4.4 Dobles del refuerzo. El radio interior de un doblé debe ser el especificado para concreto reforzado.

2303.4.4.1 En barras rectas. Las barras a tensión pueden terminar con un doblé a 90° o 180°. El tramo recto después del doblé no debe ser menor que 12 db para dobleces a 90°, ni menor que 4 db para dobleces a 180°, donde db es el diámetro de la barra, ver Figura 2303.4.4.

2303.4.4.2 En estribos. Los estribos deben ser cerrados, de una pieza, y deben rematar en una esquina con dobleces de 135 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de $6d_b$ ni de 35 mm de largo, ver Figura 2303.4.4.

2303.4.4.3 En grapas. Las grapas deben rematarse con dobleces a 180°, seguidos de tramos rectos de no menos de $6d_b$ ni de 35 mm de largo, ver Figura 2303.4.4.

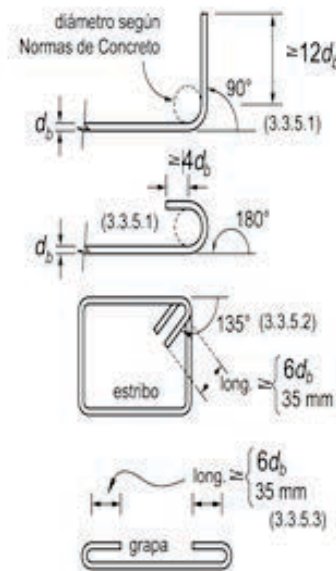


FIGURA 2303.4.4 DOBLES DEL REFUERZO

2303.4.5 Anclaje.

2303.4.5.1 Requisitos generales. La fuerza de tensión o compresión que actúa en el acero de refuerzo en toda sección debe desarrollarse a cada lado de la sección considerada por medio de adherencia en una longitud suficiente de barra.

2303.4.5.2 Barras rectas a tensión. La longitud de desarrollo, L_d , en la cual se considera que una barra de tensión se ancla de modo que alcance su esfuerzo especificado de fluencia, debe ser la requerida para concreto reforzado.

2303.4.5.3 Barras a tensión con dobleces a 90 o 180 grados. La revisión del anclaje de barras a tensión con dobleces a 90 o 180 grados se debe hacer siguiendo lo indicado para concreto reforzado

2303.4.5.4 Refuerzo horizontal en juntas de mortero. El refuerzo horizontal colocado en juntas de mortero debe ser continuo a lo largo del muro, entre dos castillos si se trata de mampostería confinada, o entre dos celdas rellenas y reforzadas con barras verticales en muros reforzados interiormente. Si se requiere, se pueden anclar dos o más barras o alambres en el mismo castillo o celda que refuercen muros colineales o transversales. No se admite el traslape de alambres o barras de refuerzo horizontal en ningún tramo.

El refuerzo horizontal debe anclarse en los castillos, ya sea exteriores o interiores, o en las celdas rellenas reforzadas, ver Figura 2303.4.5.4. Se debe anclar mediante dobleces a 90 ° colocados dentro de los castillos o celdas. El doblez del gancho se coloca verticalmente dentro del castillo o celda rellena lo más alejado posible de la cara del castillo o de la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería.

Para fines de revisar la longitud de desarrollo, la sección crítica debe ser la cara del castillo o la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería, ver Figura 2303.4.5.4.

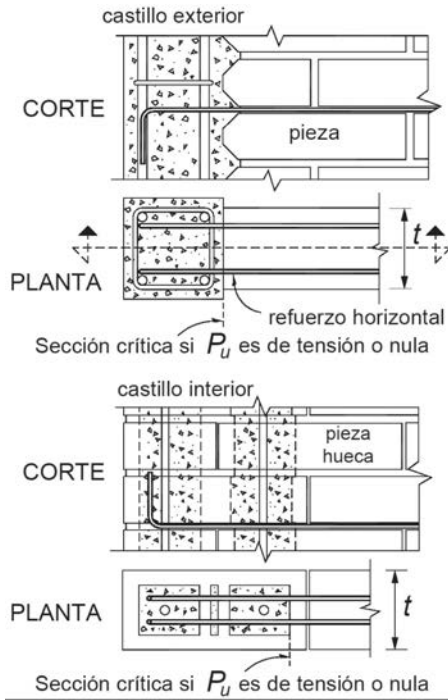


FIGURA 2303.4.5.4 REFUERZO HORIZONTAL EN JUNTAS DE MORTERO.

2303.4.5.5 Mallas de alambre soldado. Las mallas de alambre soldado se deben anclar a la mampostería, así como a los castillos y dadas si existen, de manera que el alambre pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia, ver Figura 2303.4.5.5. Se permite ahogar la malla en el concreto; para ello, deben ahogarse cuando menos dos alambres perpendiculares a la dirección de análisis, distando el más próximo no menos de 5 cm de la sección considerada, ver Figura 2303.4.5.5. Si para fijar la malla de alambre soldado se usan conectores instalados a través de una carga explosiva de potencia controlada o clavos de acero, la separación máxima debe ser de 45 cm. Las mallas deben rodear los bordes verticales de muros y los bordes de las aberturas. Si la malla se coloca sobre una cara del muro, la porción de malla que rodea los bordes debe extenderse al menos

dos veces la separación entre alambres transversales. Esta porción de malla se debe anclar de modo que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia. Si el diámetro de los alambres de la malla no permite doblarla alrededor de bordes verticales de muros y los bordes de aberturas, se acepta colocar un refuerzo en forma de letra C hecho con malla de calibre no inferior al 10 (3.43 mm de diámetro) que se traslape con la malla principal según lo indicado en la Sección 2303.4.5.6. Se permite que la malla se fije en contacto con la mampostería.

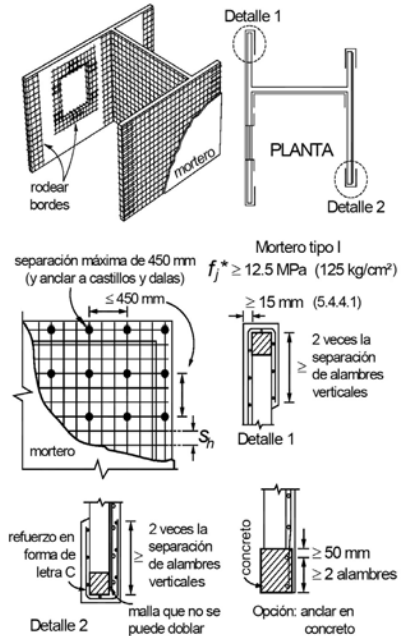


FIGURA 2303.4.5.5 MALLAS DE ALAMBRE SOLDADO

2303.4.5.6 Uniones de barras. Las uniones de barras de refuerzo deben cumplir con lo siguiente:

- a. Barras sujetas a tensión. La longitud de traslapes de barras en concreto se debe determinar según lo especificado para concreto reforzado. No se aceptan uniones soldadas. Si las barras se traslapan en el interior de piezas huecas, la longitud del traslape debe ser al menos igual a 50 db en barras con esfuerzo especificado de fluencia de hasta 412 MPa (4 200 kg/cm²) y al menos igual a 60 db en barras o alambres con esfuerzo especificado de fluencia mayor; db es el diámetro de la barra más gruesa del traslape. El traslape se debe ubicar en el tercio medio de la altura del muro. No se aceptan traslapes de más del 50 % del acero longitudinal del elemento, ejemplo castillo, dala o muro, en una misma sección. No se permiten traslapes en los extremos de los castillos, ya sean éstos exteriores o interiores, de planta

baja a lo largo de la longitud H_o . Cuando la resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería, v_m^* , sea superior a 0.6 MPa (6 kg/cm²), se debe suministrar refuerzo transversal con una separación no mayor que una hilada dentro de una longitud H_o en cada extremo de los castillos. H_o se debe tomar como el mayor de $H/6$, $2h_c$ y 40 cm. No se permiten traslapes en el refuerzo vertical en la base de muros de mampostería reforzada interiormente a lo largo de la altura calculada de la articulación plástica por flexión.

- b. Mallas de alambre soldado. Las mallas de alambre soldado deben ser continuas, sin traslape, a lo largo del muro. Si la altura del muro así lo demanda, se permite unir las mallas. El traslape se debe colocar en una zona donde los esfuerzos esperados en los alambres sean bajos. El traslape medido entre los alambres transversales extremos de las hojas que se unen no debe ser menor que dos veces la separación entre alambres transversales más 5 cm.

2303.5 Tuberías y ductos. Se deben instalar sin dañar la mampostería. En mampostería de piezas macizas o huecas con relleno total se admite ranurar el muro para alojar las tuberías y ductos, siempre que:

- La profundidad de la ranura no exceda de la cuarta parte del espesor de la mampostería del muro ($t/4$);
- El recorrido sea vertical; y
- El recorrido no sea mayor que la mitad de la altura libre del muro ($H/2$).

En muros con piezas huecas no se pueden alojar tubos o ductos en celdas con refuerzo. Las celdas con tubos y ductos deben ser rellenadas con concreto o mortero de relleno. No se permite colocar tuberías y ductos en castillos que tengan función estructural, sean exteriores o interiores o en celdas reforzadas verticalmente.

2303.6 Construcción de muros. En la construcción de muros, además de los requisitos de las secciones anteriores, se debe cumplir con lo siguiente:

- La dimensión de la sección transversal de un muro que cumpla alguna función estructural o que sea de fachada no debe ser menor de 10 cm.
- Todos los muros que se toquen o crucen deben anclarse o ligarse entre sí, salvo que se tomen precauciones que garanticen su estabilidad y buen funcionamiento.
- Las superficies de las juntas de construcción deben estar limpias y rugosas. Se deben humedecer en caso de usar piezas de arcilla.

d. Los muros de fachada que reciban recubrimiento de materiales pétreos naturales o artificiales deben llevar elementos suficientes de liga y anclaje para soportar dichos recubrimientos.

e. Durante la construcción de todo muro se deben tomar las precauciones necesarias para garantizar su estabilidad en el proceso de la obra, tomando en cuenta posibles empujes horizontales, incluso viento y sismo.

f. En muros reforzados con mallas de alambre soldado y recubrimiento de mortero, la superficie debe estar saturada y libre de materiales que afecten la adherencia del mortero.

2303.7 Tolerancias. Las tolerancias en muros de mampostería deben cumplir con lo siguiente:

- En ningún punto el eje de un muro que tenga función estructural debe distar más de 2 cm del indicado en los planos.
- El desplomo de un muro no debe ser mayor que 0.004 veces su altura ni mayor que 1.5 cm.

SECCIÓN 2304 MUROS DIAFRAGMA

2304.1 Alcance. Los muros diafragma son aquellos que se encuentran rodeados por las vigas y columnas de un marco estructural al que proporcionan rigidez ante cargas laterales. Pueden ser de mampostería confinada, reforzada interiormente, no reforzada o de piedras naturales. El espesor de la mampostería de los muros no debe ser menor de 100 mm.

2304.2 Fuerzas de diseño. Las fuerzas de diseño, en el plano y perpendiculares al muro, se deben obtener del análisis ante cargas laterales afectadas por el factor de carga correspondiente.

2304.3 Fuerza cortante resistida por la mampostería. La fuerza cortante resistente de diseño de la mampostería, V_{mR} , se debe determinar como sigue:

$$V_{mR} = F_R (0.85 v_m^* A_T)$$

Donde:

A_T área bruta de la sección transversal del muro;
y

F_R se toma igual a 0.7.

2302.4 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal. Si el muro diafragma está reforzado horizontalmente, sea mediante barras corru-

gadas o alambres corrugados laminados en frío en las juntas de mortero, o bien con mallas de alambre soldado recubiertas con mortero, la fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal, V_{sR} , se debe calcular con la siguiente ecuación:

$$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T$$

donde η , p_h y f_{yh} son el factor de eficiencia, la cuantía y el esfuerzo especificado de fluencia del refuerzo horizontal, respectivamente.

El refuerzo horizontal se debe detallar como se indica en las Secciones 2303.4.1.2, 2303.4.3.3, 2303.4.4.1 y 2303.4.5.4. Las cuantías mínima y máxima, así como el valor de η deben ser los indicados en los Capítulos 5 y 6, según corresponda

2304.5 Volteo del muro diafragma. Se debe evitar la posibilidad de volteo del muro perpendicularmente a su plano. Para este efecto, se debe diseñar y detallar la unión entre el marco y el muro diafragma o bien se debe reforzar el muro con castillos o refuerzo interior, ver Figura 2304.5.

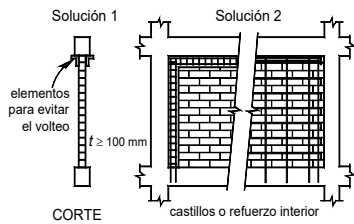


FIGURA 2304.5 DETALLADO DE MURO DIAFRAGMA

2304.6 Interacción marco-muro diafragma en el plano. Las columnas del marco deben ser capaces de resistir, cada una, en una longitud igual a una cuarta parte de su altura medida a partir del paño de la viga, una fuerza cortante igual a la mitad de la carga lateral que actúa sobre el tablero, ver Figura 2304.6. El valor de esta carga debe ser al menos igual a la resistencia a fuerza cortante en el plano del muro diafragma.

Si el muro diafragma está reforzado horizontalmente, para valuar los efectos en la columna, la fuerza cortante resistida por dicho refuerzo debe ser la calculada con la ecuación de la Sección 2304.3, pero utilizando un factor de eficiencia $\eta=1$.

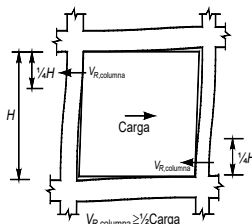


FIGURA 2304.6 INTERACCIÓN MARCO-MURO DIAFRAGMA

SECCIÓN 2305 MAMPOSTERÍA CONFINADA

2305.1 Alcance. Los muros de mampostería confinada son aquellos que están reforzados con castillos y dalas, ver Figura 2305.1. Para ser considerados como confinados, los muros deben cumplir con los requisitos señalados en las Secciones 2305.1.1 a 2305.1.4. En esta modalidad los castillos o porciones de estos se cuelan un vez construido el muro o la parte de este que corresponda.

Para diseño por sismo, se debe usar $Q=2$ cuando las piezas sean macizas y cuando se usen piezas multiperforadas con refuerzo horizontal con al menos la cuantía mínima y los muros estén confinados con castillos exteriores. Se debe usar $Q=1.5$ para cualquier otro caso.

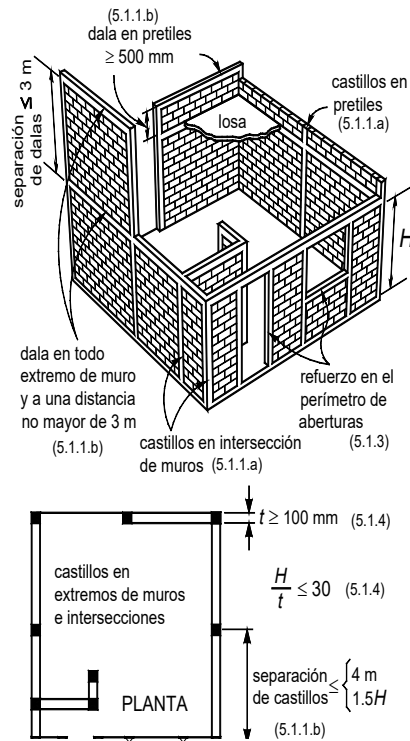


FIGURA 2305.1 REQUISITOS PARA MAMPOSTERÍA CONFINADA

2305.1.1 Castillos y dalas exteriores. Los castillos y dalas deben cumplir con lo siguiente, ver Figuras 2305.1 y 2305.1.1:

- Deben existir castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros, y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que $1.5H$ ni 4 m. Los pretiles o parapetos deben tener castillos con una separación no mayor que 4 m.
- Debe existir una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado

con un peralte mínimo de 100 mm, ver Figura 2305.1.1. Aun en este caso, se debe colocar refuerzo longitudinal y transversal como lo establecen los Incisos e y g de la Sección 2305.1. Además, deben existir dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m y en la parte superior de pretilas o parapetos cuya altura sea superior a 500 mm.

- c) Los castillos y dalas deben tener como dimensión mínima el espesor de la mampostería del muro, t .
- d) El concreto de castillos y dalas debe tener una resistencia a compresión, f'_c , no menor de 15 MPa (150 kg/cm²).
- e) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala debe dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, debe estar formado por lo menos de tres barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la siguiente ecuación:

$$A_s = 0.2 \frac{f'_c}{f_y} t^2$$

donde A_s es el área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en el castillo o en la dala.

- f) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala debe estar anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.
- g) Los castillos y dalas deben estar reforzados transversalmente por estribos cerrados y con un área, A_{sc} , al menos igual a la calculada con la siguiente ecuación:

$$A_{sc} = \frac{10000 s}{f_y h_c} ; \text{ si se usan MPa y mm}$$

$$\left(A_{sc} = \frac{1000 s}{f_y h_c} ; \text{ si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm} \right)$$

donde h_c es la dimensión del castillo o dala en el plano del muro. La separación de los estribos, s , no debe exceder de $1.5t$ ni de 200 mm.

- h) Cuando la resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería, vm^* , sea superior a 0.6 MPa (6 kg/cm²), se debe suministrar refuerzo transversal, con área igual a la calculada con la ecuación del Inciso g y con una separación no mayor que una hilada dentro de una longitud H_o en cada extremo de los castillos.

H_o se debe tomar como el mayor de $H/6$, $2h_c$ y 400 mm.

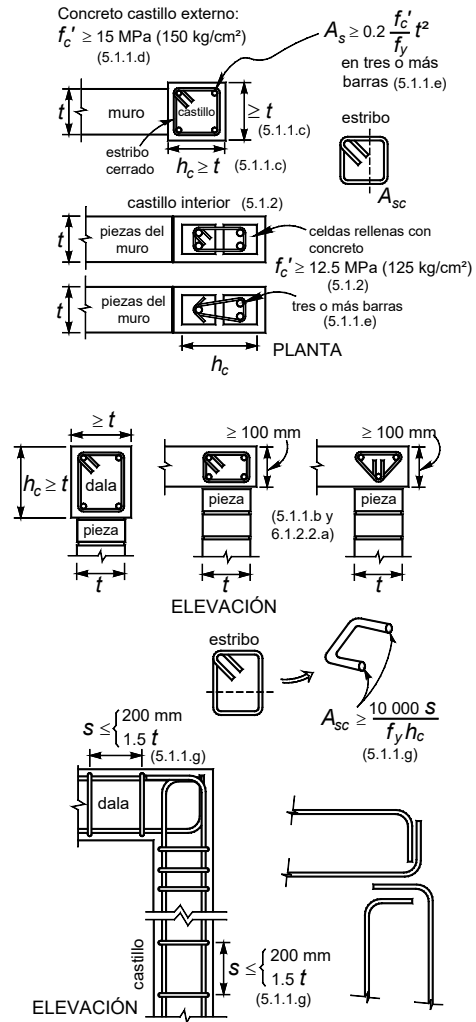


FIGURA 2305.1.1 CASTILLOS Y DALAS

2305.1.2 Muros con castillos interiores. Se acepta considerar a los muros como confinados si los castillos interiores y las dalas cumplen con todos los incisos de la Sección 2305.1.1, con excepción del Inciso c. Se acepta usar concreto de relleno como los especificados en la Sección 2302.3, con resistencia a compresión no menor de 12.5 MPa (125 kg/cm²). Se deben colocar estribos o grapas en los extremos de los castillos como se indica en el Inciso h de la Sección 2305.1.1, independientemente del valor de vm^* . Para diseño por sismo, el factor de comportamiento sísmico Q , debe ser igual a 1.5, indistintamente de la cuantía de refuerzo horizontal, ver Sección 2305.4.3, o de malla de alambre soldado, ver Sección 2305.4.4.

2305.1.3 Muros con aberturas. Deben existir elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y castillos en el perímetro de toda abertura cuyas dimensiones horizontal o vertical excedan de la cuarta parte de la longitud del mu-

ro o separación entre castillos, o de 600 mm, ver Figura 2305.1.3. También se deben colocar elementos verticales y horizontales de refuerzo en aberturas con altura igual a la del muro, ver figura 2305.1. En muros con castillos interiores, se acepta sustituir a la dala de la parte inferior de una abertura por acero de refuerzo horizontal anclado en los castillos que confinan a la abertura. El refuerzo debe consistir de barras capaces de alcanzar en conjunto una tensión a la fluencia de 29 kN (2980 kg).

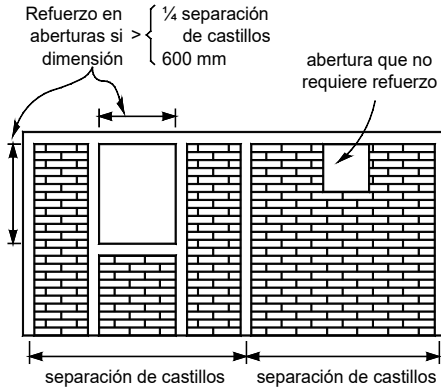


FIGURA 2305.1.3 REFUERZO EN EL PERÍMETRO DE ABERTURAS

2305.1.4 Espesor y relación altura a espesor de los muros. El espesor de la mampostería de los muros, t , no debe ser menor que 100 mm y la relación altura libre a espesor de la mampostería del muro, H/t , no debe exceder de 30.

2305.2 Fuerzas y momentos de diseño. Las fuerzas y momentos de diseño se deben obtener a partir de los análisis indicados en las secciones 3.2.2 y 3.2.3 de las NTC, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería confinada debe revisarse para el efecto de carga axial, la fuerza cortante, de momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se debe considerar la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico, la revisión ante cargas laterales debe limitarse a los efectos de la fuerza cortante. Cuando la estructura tenga más de tres niveles, adicionalmente a la fuerza cortante, se deben revisar por flexión en el plano los muros que posean una relación altura total a longitud mayor que 2.

2305.3 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro. La resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro debe cumplir con lo establecido en esta sección.

La resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2305.3.1 Resistencia a compresión de muros confinados. La carga vertical resistente, P_R , se debe calcular como:

La carga vertical resistente, P_R , se debe calcular como:

$$P_R = F_R F_E (f_m * A_T + \Sigma A_s f_y)$$

donde:

F_E se obtiene de acuerdo con la sección 3.2.2 de las NTC; y

F_R se toma igual a 0.6.

Alternativamente, P_R se puede calcular con:

$$P_R = F_R F_E (f_m * + 0.4) A_T; \text{ si se usan MPa y mm}^2$$

$$P_R = F_R F_E (f_m * + 4) A_T, \text{ si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm}^2$$

2305.3.2 Resistencia a flexocompresión en el plano del muro. La resistencia a flexocompresión en el plano del muro debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2305.3.2.1 Método general de diseño. La resistencia a flexión pura o flexocompresión en el plano de un muro confinado exterior o interiormente se debe calcular con base en las hipótesis estipuladas en la sección 3.1.6 de las NTC. La resistencia de diseño se debe obtener afectando la resistencia por el factor de resistencia indicado en la sección 3.1.4.2 de las NTC.

2305.3.2.2 Método optativo. Para muros con barras longitudinales colocadas simétricamente en sus castillos extremos, sean éstos exteriores o interiores, las fórmulas simplificadas siguientes proporcionan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento flexionante resistente de diseño.

El momento flexionante resistente de diseño de la sección, M_R , se debe calcular de acuerdo con las siguientes ecuaciones, ver Figura 2305.3.2.2:

$$M_R = F_R M_o + 0.3 P_u d; \quad \text{si } 0 \leq P_u \leq \frac{P_R}{3}$$

$$M_R = (1.5 F_R M_o + 0.15 P_R d) \left(1 - \frac{P_u}{P_R} \right) \text{ si } P_u > \frac{P_R}{3}$$

donde:

M_o $A_s f_y d'$ resistencia a flexión pura del muro;

- A_s área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos extremos del muro;
- d' distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro;
- d distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima;
- P_u carga axial de diseño a compresión, cuyo valor se toma con signo positivo en las ecuaciones anteriores; y
- F_R se toma igual a 0.8, si $P_u \leq P_R/3$ e igual a 0.6 en caso contrario.

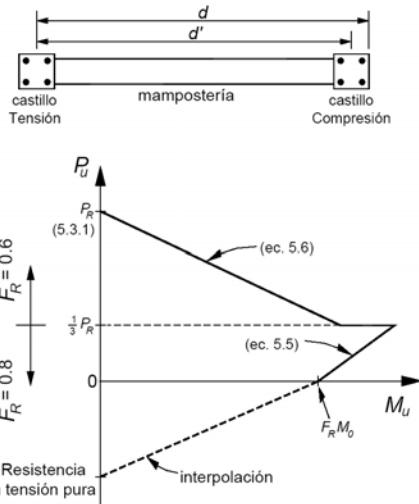


FIGURA 2305.3.2.2 DIAGRAMA DE INTERACCIÓN CARGA AXIAL-MOMENTO FLEXIONANTE RESISTENTE DE DISEÑO CON EL MÉTODO OPTATIVO.

2305.4 Resistencia a cargas laterales. La resistencia a cargas laterales debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2305.4.1 Consideraciones generales. No se considera incremento alguno de la fuerza cortante resistente por efecto de las dalas y castillos de muros confinados de acuerdo con la Sección 2305.1.

La resistencia a cargas laterales debe ser proporcionada por la mampostería, ver Sección 2305.4.2. Se acepta que parte de la fuerza cortante sea resistida por acero de refuerzo horizontal, ver Sección 2305.4.3. o por mallas de alambre soldado, ver Sección 2305.4.4. Cuando la carga vertical que obre sobre el muro sea de tensión se acepta que el acero de refuerzo horizontal o mallas de alambre soldado resistan la totalidad de la carga lateral.

Cuando se use el método simplificado de análisis, la resistencia a fuerza cortante de los muros, calculada en las Secciones 2305.4.2, 2305.4.3 y 2305.4.4, se afectará por el factor FAE definido por la ecuación 3.4 de las NTC.

El factor de resistencia, F_R , se tomará igual a 0.7.

2305.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería. La fuerza cortante resistente de diseño, V_{mR} , se debe determinar como sigue:

$$V_{mR} = F_R(0.5v_m * A_T + 0.3P) \leq 1.5F_R v_m * A_T$$

donde P se debe tomar positiva en compresión. En el área A_T se debe incluir a los castillos pero sin transformar el área transversal.

La carga vertical P que actúa sobre el muro debe considerar las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical P es de tensión, se desprecia la contribución de la mampostería V_{mR} .

La resistencia a compresión diagonal de la mampostería para diseño, vm^* , no deber exceder de 0.6 MPa (6 kg/cm²), a menos que se demuestre con ensayos que satisfagan la sección 2.8.2.1 de las NTC, que se pueden alcanzar mayores valores. En adición, se debe demostrar que se cumplen con todos los requisitos de materiales, análisis, diseño y construcción aplicables.

2305.4.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal. La fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2305.4.3.1 Tipos de acero de refuerzo. Se permite el uso de acero de refuerzo horizontal colocado en las juntas de mortero para resistir fuerza cortante. El refuerzo debe consistir de barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío que sean continuos a lo largo del muro.

No se permite el uso de armaduras planas de alambres de acero soldados por resistencia eléctrica, denominados escalerillas, para resistir fuerza cortante inducida por sismo.

El esfuerzo especificado de fluencia para diseño, f_{yh} , no debe ser mayor que 600 MPa (6000 kg/cm²).

El refuerzo horizontal se debe detallar como se indica en las Secciones 2303.4.1.2, 2303.4.3.3, 2303.4.4.1 y 2303.4.5.4.

2305.4.3.2 Separación del acero de refuerzo horizontal. La separación máxima del refuerzo horizontal, sh , no debe exceder de 6 hiladas ni de 600 mm.

2305.4.3.3 Cuantías mínima y máxima del ace-

ro de refuerzo horizontal. Si a resistir fuerza cortante, la cuantía de acero de refuerzo horizontal, p_h , no debe ser inferior a $0.3/f_{yh}$ si se usan MPa ($3/f_{yh}$ si se usan kg/cm^2) ni al valor que resulte de la expresión siguiente:

$$p_h = \frac{V_{mR}}{F_R f_{yh} A_T} \frac{f_m^*}{f_{yh}}$$

En ningún caso p_h será mayor que $0.3 f_{yh}$; ni que $1.2/f_{yh}$ para piezas macizas, ni que $0.9/f_{yh}$ para piezas huecas si se usan MPa ($12/f_{yh}$ y $9/f_{yh}$, respectivamente, si se usan kg/cm^2).

2305.4.3.4 Diseño del refuerzo horizontal.

La fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal, V_{sR} , se debe calcular con

$$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T$$

El factor de eficiencia del refuerzo horizontal, η , se determina con el criterio siguiente:

$$\eta = \begin{cases} 0.6 & ; \text{ si } p_h f_{yh} \leq 0.6 \text{ MPa (6 kg/cm}^2) \\ 0.2 & ; \text{ si } p_h f_{yh} \geq 0.9 \text{ MPa (9 kg/cm}^2) \end{cases}$$

Para valores de $p_h f_{yh}$ comprendidos entre 0.6 y 0.9 MPa (6 y 9 kg/cm^2), η se debe hacer variar linealmente, ver Figura 2305.4.3.4.

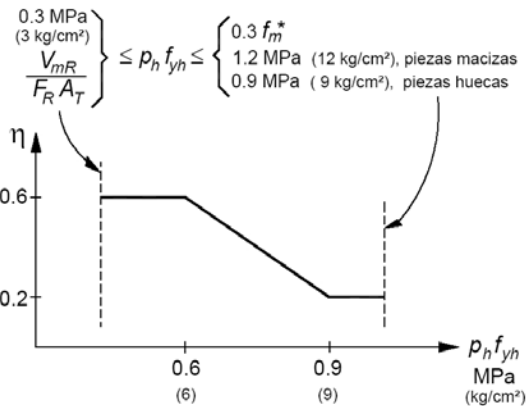


FIGURA 2305.4.3.4 FACTOR DE EFICIENCIA η

2305.4.4 Fuerza cortante resistida por malla de alambre soldado recubierta de mortero. La fuerza cortante resistida por malla de alambre soldado recubierta de mortero debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2305.4.4.1 Tipo de refuerzo y de mortero. Se permite el uso de mallas de alambre soldado para resistir la fuerza cortante. Las mallas deben tener en ambas direcciones la misma área de refuerzo por unidad de longitud.

El esfuerzo de fluencia para diseño, f_{yh} , no debe ser mayor que 500 MPa (5000 kg/cm^2).

Las mallas se deben anclar y detallar como se señala en las Secciones 2303.4.3.3, 2303.4.5.5 y 2303.4.5.6.

Las mallas deben ser recubiertas por una capa de mortero tipo I, ver Tabla 2302.2, con espesor mínimo de 15 mm.

2305.4.4.2 Cuantías mínima y máxima de refuerzo. Para fines de cálculo, sólo se debe considerar la cuantía de los alambres horizontales. Si la malla se coloca con los alambres inclinados, en el cálculo de la cuantía se deben considerar las componentes horizontales.

En el cálculo de la cuantía sólo se debe incluir el espesor de la mampostería del muro, t.

Las cuantías mínima y máxima deben ser las prescritas en la Sección 2305.4.3.3

**SECCIÓN 2306
MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE**

2306.1 Alcance. La mampostería reforzada interiormente, es aquella con muros reforzados con barras o alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, colocados en las celdas de las piezas, en ductos o en las juntas. El acero de refuerzo, tanto horizontal como vertical, se debe distribuir a lo alto y largo del muro. Para que un muro pueda considerarse como reforzado deben cumplirse los requisitos de la Secciones 2306.1.1 a 2306.1.9

Para diseño por sismo se debe usar $Q=1.5$.

2306.1.1 Cuantías de acero de refuerzo horizontal y vertical. Las cuantías de acero de refuerzo horizontal y vertical deben cumplir con lo siguiente:

a) La suma de la cuantía de acero de refuerzo horizontal, p_h , y vertical, p_v , no debe ser menor que 0.002 y ninguna de las dos cuantías debe ser menor que 0.0007, es decir:

$$p_h + p_v \geq 0.002$$

$$p_h \geq 0.0007; \quad p_v \geq 0.0007$$

donde

$$p_h = \frac{A_{sh}}{s_h t}; \quad p_v = \frac{A_{sv}}{s_v t}$$

A_{sh} = área de acero de refuerzo horizontal que se colocará a una separación vertical s_h (Figura 2306.1.6); y

A_{sv} = área de acero de refuerzo vertical que se colocará a una separación s_v

En estas ecuaciones no se debe incluir el refuerzo señalado en la Sección 2306.1.2.2.

- b) Cuando se emplee acero de refuerzo con esfuerzo de fluencia especificado mayor que 412 MPa (4200 kg/cm²), las cuantías de refuerzo calculadas en el Inciso a se pueden reducir multiplicándolas por 412/f_y, en MPa (4200/f_y, en kg/cm²).

2306.1.2 Tamaño, colocación y separación del refuerzo. El tamaño, colocación y separación de refuerzo, debe cumplir con las disposiciones aplicables de la Sección 2303.4.

2306.1.2.1 Refuerzo vertical. El refuerzo vertical en el interior del muro debe tener una separación no mayor de 6 veces el espesor del mismo ni mayor de 800 mm, ver Figura 2306.1.2.1.

2306.1.2.2 Refuerzo en los extremos de muros. El refuerzo de los extremos de muros debe cumplir con lo siguiente:

- a) Debe existir una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm. Aún en este caso, se debe colocar refuerzo longitudinal y transversal, ver Figura 2305.1.1.

El refuerzo longitudinal de la dala debe dimensionarse para resistir la componente horizontal del puntal de compresión que se desarrolle en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, debe estar formado por lo menos de 3 barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la siguiente ecuación.

$$A_s = 0.2 \frac{f_c'}{f_y} t^2$$

El refuerzo transversal de la dala debe estar formado por estribos cerrados y con un área, A_{sc} , al menos igual a la calculada con la ecuación siguiente:

$$A_{sc} = \frac{10000 s}{f_y h_c} \quad ; \text{si se usan MPa y mm}$$

$$\left(A_{sc} = \frac{1000 s}{f_y h_c} \quad ; \text{si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm} \right)$$

donde h_c es la dimensión de la dala en el plano del muro. La separación de los estribos, s , no debe exceder de 1.5t ni de 200 mm.

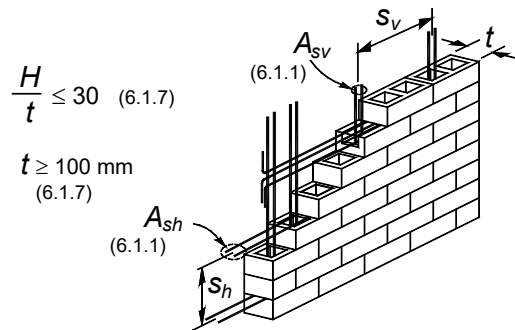
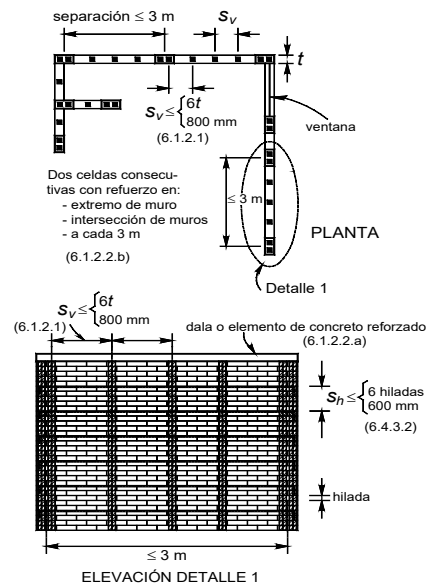


FIGURA 2306.1.2.1 REQUISITOS PARA MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTERIOR

Debe colocarse por lo menos una barra No. 3 (9.5 mm de diámetro) con esfuerzo especificado de fluencia de 412 MPa (4200 kg/cm²), o refuerzo de otras características con resistencia a tensión equivalente, en cada una de dos celdas consecutivas, en todo extremo de muros, en la intersecciones entre muros o a cada 3 m.

2306.1.3 Mortero y concreto de relleno. Para el colado de las celdas donde se aloje el refuerzo vertical podrán emplearse los morteros y concretos de relleno especificados en la Sección 2302.2, o el mismo mortero que se usa para pegar las piezas, si es del tipo I. El hueco, o celda, de las piezas debe tener una dimensión mínima mayor de 50 mm y un área no menor de 3000 mm².

2306.1.4 Anclaje del refuerzo horizontal y vertical. Las barras de refuerzo horizontal y vertical deben cumplir con la Sección 2303.4.5.

2306.1.5 Muros transversales. Cuando los muros transversales sean de carga y lleguen a tope, sin traslape de piezas, es necesario unirlos mediante

dispositivos que aseguren la continuidad de la estructura, ver Figura 2306.1.5. Los dispositivos deben ser capaces de resistir 1.33 veces la resistencia de diseño a fuerza cortante del muro transversal dividida por el factor de resistencia correspondiente. En la resistencia de diseño se debe incluir la fuerza cortante resistida por la mampostería y, si aplica, la resistida por el refuerzo horizontal.

Alternativamente, el área de acero de los dispositivos o conectores, A_{st} , colocada a una separación s en la altura del muro, se puede calcular mediante la expresión siguiente:

$$A_{st} = \frac{2.5(V_{mR} + V_{sR})}{F_R} \frac{t}{L} \frac{s}{f_y}$$

$$\left(A_{st} = \frac{V_{mR} + V_{sR}}{4F_R} \frac{t}{L} \frac{s}{f_y} \right)$$

donde A_{st} está en mm^2 (cm^2), V_{mR} y V_{sR} en N (kg), son las fuerzas cortantes resistidas por la mampostería y el refuerzo horizontal, si aplica, F_R se toma igual a 0.7, t y L son el espesor y longitud del muro transversal en mm (cm), y f_y es el refuerzo especificado de fluencia de los dispositivos o conectores, en MPa (kg/cm^2). La separación s no debe exceder de 300 mm.

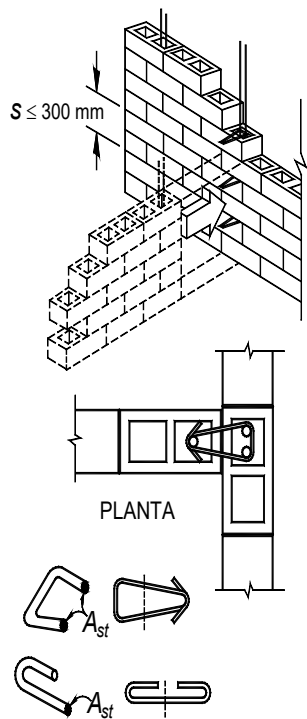


FIGURA 2306.1.5 CONECTORES ENTRE MUROS SIN TRASLAPE DE PIEZAS

2306.1.6 Muros con aberturas. Deben existir elementos de refuerzo vertical y horizontal en el perímetro de toda abertura cuya dimensión exceda de la cuarta parte de la longitud del muro, de la cuarta parte de la distancia entre intersecciones de muros o de 600 mm, o bien en aberturas con altura igual a la del muro, ver Figura 2306.1.6. Los elementos de refuerzo vertical y horizontal deben ser como los señalados en la Sección 2306.1.2

2306.1.7 Espesor y relación altura a espesor de los muros. El espesor de la mampostería de los muros, t , no será menor que 100 mm y la relación altura a espesor de la mampostería del muro, H/t , no debe exceder de 30.

2306.1.8 Pretiles. Los pretiles o parapetos deben reforzarse interiormente con barras de refuerzo vertical como las especificadas en el Inciso b de la Sección 2306.1.2.2. Se debe proporcionar refuerzo horizontal en la parte superior de pretiles o parapetos cuya altura sea superior a 500 mm de acuerdo con la Sección 2306.1.6, ver Figura 2306.1.6.

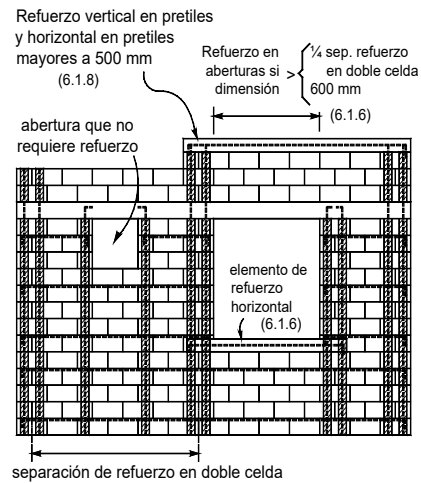


FIGURA 2306.1.6 REFUERZO EN ABERTURAS Y PRETILES

2306.1.9 Supervisión. Debe realizarse una supervisión continua y programada en la obra que asegure que el refuerzo esté colocado de acuerdo con lo indicado en planos y que las celdas en que se aloja el refuerzo sean coladas completamente.

2306.2 Fuerzas y momentos de diseño. Las fuerzas y momentos de diseño se deben obtener a partir de los análisis indicados en las secciones 3.2.2 y 3.2.3 de las NTC, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería reforzada interiormente debe revisarse para el efecto de carga axial, la fuerza cortante, de momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionan-

tes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se debe considerar la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión ante cargas verticales se debe realizar conforme a lo establecido en la sección 3.2.2 de las NTC.

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico, la revisión ante cargas laterales puede limitarse a los efectos de la fuerza cortante. Cuando la estructura tenga más de tres niveles, adicionalmente a la fuerza cortante, se deben revisar por flexión en el plano los muros que posean una relación altura total a longitud mayor que 2.

2306.3 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro. La resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2306.3.1 Resistencia a compresión de mampostería con refuerzo interior. La carga vertical resistente, P_R , se debe calcular como:

$$P_R = F_R F_E (f_m * A_T + \Sigma A_s f_y) \leq 1.25 F_R F_E f_m * A_T$$

donde

F_E se obtiene de acuerdo con la sección 3.2.2 de las NTC; y

F_R se toma igual a 0.6.

Alternativamente, P_R se podrá calcular con

$$P_R = F_R F_E (f_m * + 0.7) A_T \leq 1.25 F_R F_E f_m * A_T \text{ si se usan MPa y mm}^2$$

$$P_R = F_R F_E (f_m * + 7) A_T \leq 1.25 F_R F_E f_m * A_T \text{ si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm}^2$$

2306.3.2 Resistencia a flexocompresión en el plano del muro. La resistencia a flexocompresión en el plano del muro debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2306.3.2.1 Método general de diseño. La resistencia a flexión pura o flexocompresión en el plano de un muro confinado exterior o interiormente se debe calcular con base en las hipótesis estipuladas en la sección 3.1.6 de las NTC. La resistencia de diseño se debe obtener afectando la resistencia por el factor de resistencia indicado en la sección 3.1.4.2 de las NTC.

2306.3.2.2 Método optativo. Para muros con barras longitudinales colocadas simétricamente en sus extremos, las fórmulas simplificadas

siguientes dan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento flexionante resistente de diseño.

El momento flexionante resistente de diseño de la sección, M_R , se debe calcular de acuerdo con las siguientes ecuaciones, ver Figura 2305.3.2.2:

$$M_R = F_R M_o + 0.3 P_u d ; \text{ si } 0 \leq P_u \leq \frac{P_R}{3}$$

$$M_R = (1.5 F_R M_o + 0.15 P_R d) \left(1 - \frac{P_u}{P_R} \right) \text{ si } P_u > \frac{P_R}{3}$$

donde:

- M_o $A_s f_y d'$ resistencia a flexión pura del muro;
- A_s área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos extremos del muro;
- d' distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro;
- d distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima;
- P_u carga axial de diseño a compresión, cuyo valor se toma con signo positivo en las ecuaciones anteriores; y
- F_R se toma igual a 0.8, si $P_u \leq P_R/3$ e igual a 0.6 en caso contrario.

Para cargas axiales de tensión es válido interpolar entre la carga axial resistente a tensión pura y el momento flexionante resistente M_o , afectando el resultado por $F_R=0.8$, ver Figura 2305.3.2.2.

2306.4 Resistencia a cargas laterales. La resistencia a las cargas laterales debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2306.4.1 Consideraciones generales. La resistencia a cargas laterales debe ser proporcionada por la mampostería, ver Sección 2306.4.2. Se acepta que parte de la fuerza cortante sea resistida por acero de refuerzo horizontal, ver Sección 2306.4.3. Cuando la carga vertical que obre sobre el muro sea de tensión se permite que el acero de refuerzo horizontal resista la totalidad de la carga lateral.

Cuando se use el método simplificado de análisis, la resistencia a fuerza cortante de los muros, calculada en las Secciones 2306.4.2 y 2306.4.3, se afecta por el factor FAE definido por la ecuación 3.4 de las NTC.

El factor de resistencia, F_R , se toma igual a 0.7

2306.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería. La fuerza cortante resistente de diseño, V_{mR} , se debe determinar como sigue:

$$V_{mR} = F_R (0.5 v_m^* A_T + 0.3 P) \leq 1.5 F_R v_m^* A_T$$

donde P se debe tomar positiva en compresión. En el área A_T se debe incluir a los castillos pero sin transformar el área transversal.

La carga vertical P que actúa sobre el muro debe considerar las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical P es de tensión, se debe desprestigiar la contribución de la mampostería V_{mR} ; por lo que la totalidad de la fuerza cortante debe ser resistida por el refuerzo horizontal.

La resistencia a compresión diagonal de la mampostería para diseño, v_m^* , no debe exceder de 0.6 MPa (6 kg/cm²), a menos que se demuestre con ensayos que satisfagan la sección 2.8.2.1 de las NTC, que se pueden alcanzar mayores valores. En adición se debe demostrar que se cumplen con todos los requisitos de materiales, análisis, diseño y construcción aplicables.

2306.4.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal. La fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2306.4.3.1 Tipos de acero de refuerzo. Se permite el uso de refuerzo horizontal colocado en las juntas de mortero para resistir fuerza cortante. El refuerzo debe consistir de barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío, que sean continuos a lo largo del muro.

No se permite el uso de escalerillas para resistir fuerza cortante inducida por sismo.

El esfuerzo de fluencia para diseño, f_{yh} , no debe ser mayor que 600 MPa (6000 kg/cm²).

El refuerzo horizontal se debe detallar como se indica en las Secciones 2303.4.1.2, 2303.4.3.3, 2303.4.4.1 y 2303.4.5.4.

2306.4.3.2 Separación del acero de refuerzo horizontal. La separación máxima del refuerzo horizontal, s_h , no debe exceder de 6 hiladas o 600 mm.

2306.4.3.3 Cuantías mínima y máxima del acero de refuerzo horizontal. Si se coloca acero de refuerzo horizontal para resistir fuerza cortante, la cuantía de acero de refuerzo horizontal, p_h , no debe ser inferior a $0.3/f_{yh}$ si se usan

MPa ($3/f_{yh}$ si se usan kg/cm²) ni al valor que resulte de la expresión siguiente:

$$p_h = \frac{V_{mR}}{F_R f_{yh} A_T} \leq 0.3 \frac{f_m^*}{f_{yh}}$$

En ningún caso p_h será mayor que $0.3 \frac{f_m^*}{f_{yh}}$; ni que $1.2/f_{yh}$ para piezas macizas, ni que $0.9/f_{yh}$ para piezas huecas si se usan MPa ($12/f_{yh}$ y $9/f_{yh}$ respectivamente, si se usan kg/cm²).

2306.4.3.4 Diseño del refuerzo horizontal. La fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal, V_{sR} , se debe calcular con

$$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T$$

El factor de eficiencia del refuerzo horizontal, η , se determina con el criterio siguiente:

$$\eta = \begin{cases} 0.6 & ; \text{ si } p_h f_{yh} \leq 0.6 \text{ MPa (6 kg/cm}^2\text{)} \\ 0.2 & ; \text{ si } p_h f_{yh} \geq 0.9 \text{ MPa (9 kg/cm}^2\text{)} \end{cases}$$

Para valores de $p_h f_{yh}$ comprendidos entre 0.6 y 0.9 MPa (6 y 9 kg/cm²), η se debe hacer variar linealmente, ver Figura 2305.4.3.4.

SECCIÓN 2307 MAMPOSTERÍA NO CONFINADA NI REFORZADA

2307.1 Alcance. Se debe considerar como muros no confinados ni reforzados aquéllos que, aun contando con algún tipo de refuerzo interior o confinamiento exterior o interior, no tengan el refuerzo necesario para ser incluidos en alguna de las categorías descritas en las Secciones 2305 y 2306. El espesor de la mampostería de los muros, t , no debe ser menor de 100 mm.

Para diseño por sismo se debe usar un factor de comportamiento sísmico $Q=1$.

2307.2 Fuerzas y momentos de diseño. Las fuerzas y momentos de diseño se deben obtener a partir de los análisis indicados en las secciones 3.2.2 y 3.2.3 de las NTC, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería no reforzada debe revisarse para el efecto de carga axial, fuerza cortante, momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se debe considerar la partici-

pación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión ante cargas verticales se debe realizar conforme a lo establecido en la sección 3.2.2 de las NTC.

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico, la revisión ante cargas laterales puede limitarse a los efectos de la fuerza cortante, siempre y cuando la estructura no exceda de 3 niveles y la relación altura total a longitud del muro no exceda de 2. En caso contrario, se deben valuar los efectos de la flexión en el plano del muro y de la fuerza cortante.

2307.3 Refuerzo por integridad estructural. Con objeto de mejorar la redundancia y capacidad de deformación de la estructura, en todo muro de carga se debe disponer de refuerzo por integridad con las cuantías y características indicadas en las Secciones 2307.3.1 a 2307.3.3. El refuerzo por integridad debe estar alojado en secciones rectangulares de concreto reforzado de cuando menos 50mm de lado. No se aceptan detalles de uniones entre muros y entre muros y sistemas de piso-techo que dependan exclusivamente de cargas gravitacionales.

El refuerzo por integridad debe calcularse de modo que resista las componentes horizontal y vertical de un puntal diagonal de compresión en la mampostería que tenga una magnitud asociada a la falla de la misma.

Optativamente, se puede cumplir con lo indicado en las Secciones 2307.3.1 a 2307.3.3.

2307.3.1 Refuerzo vertical. Los muros deben ser reforzados en sus extremos, en intersección de muros y a cada 4 m con al menos 2 barras o alambres de acero de refuerzo continuos en la altura de la estructura. El área total del refuerzo vertical en el muro se debe calcular con la expresión siguiente, ver Figura 2307.3.1.

$$A_s = \frac{2 V_{mR}}{3 F_R f_y}$$

donde V_{mR} y F_R se toman de la Sección 2307.5

Las barras deben estar adecuadamente ancladas para alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia, f_y .

2307.3.2 Refuerzo horizontal. Se deben suministrar al menos dos barras o alambres de acero de refuerzo continuos en la longitud de los muros colocados en la unión de éstos con los sistemas de piso y techo. El área total se calculará con la ecuación de la Sección 2307.3.1,

multiplicando el resultado por la altura libre del muro, H , y dividiéndolo por la separación entre el refuerzo vertical, s_v .

$$A_s = \frac{2 V_{mR}}{3 F_R f_y} \frac{H}{s_v}$$

2307.3.3 Refuerzo transversal. Se debe colocar refuerzo transversal en forma de estribos o grapas, ver Figura 2307.3.1, con una separación máxima de 200 mm y con un diámetro de al menos 3.4 mm.

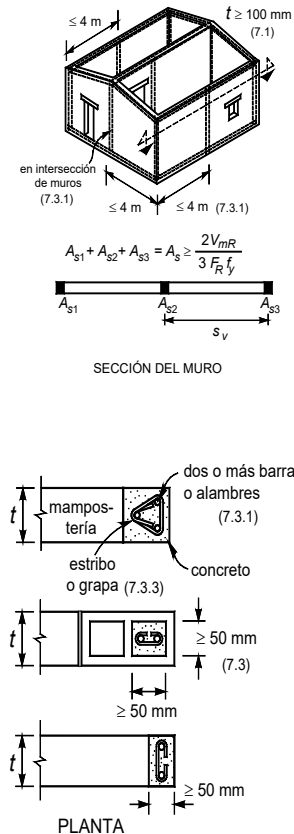


FIGURA 2307.3.1 REFUERZO POR INTEGRIDAD

2307.3.4 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro. La resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro, debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2307.4 Resistencia a compresión. La carga vertical resistente P_R se debe calcular como:

$$P_R = F_R F_E f_m * A_T$$

donde:

- F_E se obtiene de acuerdo con la sección 3.2.2 de las NTC; y
- F_R se toma igual a 0.3.

2307.4.2 Resistencia a flexocompresión. La resistencia a flexocompresión en el plano del muro se debe calcular, para muros sin refuerzo, según la teoría de resistencia de materiales, suponiendo una distribución lineal de esfuerzos en la mampostería. Se debe considerar que la mampostería no resiste tensiones y que la falla ocurre cuando aparece en la sección crítica un esfuerzo de compresión igual a f_m^* . F_R se debe tomar según la sección 3.1.4.2 de las NTC.

2307.5 Resistencia a cargas laterales. Cuando se use el método simplificado de análisis, la resistencia a fuerza cortante de los muros se debe afectar por el factor FAE definido por la ecuación 3.4 de las NTC.

La fuerza cortante resistente de diseño, V_{mR} se debe determinar como sigue:

$$V_{mR} = F_R(0.5v_m^*A_T + 0.3P) \leq 1.5F_Rv_m^*A_T$$

donde

F_R se toma igual a 0.4; y

P se debe tomar positiva en compresión.

La carga vertical P que actúa sobre el muro debe considerar las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical es de tensión, se debe tomar $V_{mR} = 0$.

SECCIÓN 2308 INSPECCIÓN DE OBRA

2308.1 Inspección. El Director Responsable de Obra debe supervisar el cumplimiento de las disposiciones constructivas señaladas en el Capítulo 22.

2308.2 Antes de la construcción de muros de mampostería. Se debe verificar que la cimentación se haya construido con las tolerancias señaladas en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, si la cimentación es de concreto, o en la Sección 2101.2, si la cimentación es de mampostería. Se debe revisar que el refuerzo longitudinal de castillos, o el vertical de muros, esté anclado y en la posición señalada en los planos estructurales. Se debe cumplir con la Sección 2303.4.5.6 a.

2308.3 Durante la construcción. Durante el proceso constructivo de los muros de mampostería se debe controlar que:

a. Las piezas sean del tipo señalado y tengan la calidad especificados en los planos de construcción.

- b. Las piezas de barro estén sumergidas en agua al menos 2 horas antes de su colocación.
- c. Las piezas de concreto estén secas y que se rocíen con agua justo antes de su colocación.
- d. Las piezas estén libres de polvo, grasa, aceite o cualquier otra sustancia o elemento que reduzca la adherencia o dificulte su colocación.
- e. Las barras de refuerzo sean del tipo, diámetro y grado indicado en los planos de construcción.
- f. El aparejo sea cuatrapeado.
- g. Los bordes verticales de muros confinados exteriormente estén dentados o que cuenten con conectores o refuerzo horizontal.
- h. El refuerzo longitudinal de castillos o el interior del muro esté libre de polvo, grasa o cualquier otra sustancia que afecte la adherencia, y que su posición de diseño esté asegurada durante el colado.
- i. No se traslape más del 50% del acero longitudinal de castillos, dadas o refuerzo vertical en una misma sección.
- j. El refuerzo horizontal sea continuo en el muro, sin traslapes, y anclado en los extremos con ganchos a 90° colocados en el plano del muro.
- k. El mortero no se fabrique en contacto con el suelo sin control de la dosificación.
- l. El relleno de los huecos verticales en piezas huecas de hasta cuatro celdas se realice a la altura máxima especificada en los planos.
- m. Las juntas verticales y horizontales estén totalmente rellenas de mortero.
- n. Si se usan tabiques multiperforados, que el mortero penetre en las perforaciones la distancia indicada en los planos, pero no menos de 1.0 cm.
- o. El espesor de las juntas no exceda el valor indicado en los planos de construcción.
- p. El desplomo del muro no exceda 0.004H ni de 1.5 cm.
- q. En castillos interiores, el concreto o mortero de relleno haya penetrado completamente, sin dejar huecos.
- r. En muros hechos con tabique multiperforado y piezas huecas, estas últimas para alojar instalaciones o castillos interiores, la pieza hueca esté llena con concreto o mortero de relleno.

- s. En muros reforzados con malla soldada de alambre, los conectores de anclaje estén firmemente instalados en la mampostería y concreto, con la separación señalada en los planos de construcción.
- t. Los muros transversales de carga que lleguen a tope estén conectados con el muro ortogonal.
- u. Las aberturas en muros, si así lo señalan los planos, estén reforzadas o confinadas en sus bordes.
- v. Los pretilos cuenten con castillos y dadas o refuerzo interior.
- d. Cada muestra debe tomarse en 3 probetas cúbicas. La elaboración, curado, ensayo y determinación de la resistencia de las probetas se debe realizar según lo especificado en la norma NMX-C-061-ONNCCE-2015.
- e. Las muestras se ensayan a los 28 días.
- f. Los ensayos deben ser realizados por una entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

SECCIÓN 2309 CONTROL DE OBRA

2309.1 Alcance. Estas disposiciones de control de obra son aplicables a cada edificación de tipo habitacional bajo la responsabilidad del propietario, promotor o DRO de dicha edificación.

Excepciones: Quedan exentos de estas disposiciones de control de obra los siguientes casos:

- a. Edificaciones de tipo habitacional unifamiliar con una superficie construida no mayor de 250m² y con no más de dos niveles, incluyendo estacionamiento.
- b. Edificaciones de tipo habitacional plurifamiliar con no más de 10 viviendas en el predio incluyendo las existentes, y no más de dos niveles, incluyendo estacionamiento. Adicionalmente cada vivienda no debe tener una superficie construida superior a 250 m².

2309.2 Muestras y ensayos. Las muestras y ensayos de materiales para el control de obra deben realizarse conforme a lo señalado de la Sección 2309.2.1 a la Sección 2309.2.4.

2309.2.1 Mortero para pegar piezas. Las muestras de mortero para muros de mampostería deben cumplir con lo siguiente:

- a. En los edificios de los conjuntos habitacionales se deben tomar como mínimo 6 muestras de mortero por cada lote de 3,000 m² o fracción de muro construido.
- b. En los edificios que no formen parte de conjuntos habitacionales, al menos se deben tomar dos muestras de la planta baja en edificaciones de 1 a 3 niveles, y al menos 2 muestras de la planta baja y del primer entrespacio en edificios de 4 y 5 niveles.
- c. Las muestras se deben tomar durante la construcción del lote indicado.

2309.2.2 Mortero y concreto de relleno. Las muestras de mortero y concreto de relleno para muros de mampostería deben cumplir con lo siguiente:

- a. En los edificios de conjuntos habitacionales se deben tomar como mínimo 3 muestras por cada lote de 3,000 m² o fracción de muro construido.
- b. En los edificios que no formen parte de conjuntos habitacionales, al menos se debe tomar una muestra de la planta baja en edificaciones de 1 a 3 niveles, y al menos una muestra de la planta baja y del primer entrespacio en edificios de 4 y 5 niveles.
- c. Las muestras se deben tomar durante la construcción del lote indicado.
- d. Cada muestra debe estar compuesta de 3 probetas cúbicas en el caso de morteros y de 3 cilindros en el caso de concretos de relleno.
- e. La elaboración, curado, ensayo y determinación de la resistencia de las probetas de mortero se debe realizar según lo especificado en la norma NMXC- 061-ONNCCE-2015.
- f. La elaboración, curado y ensayo de cilindros de concreto de relleno debe cumplir con las normas NMX-C-159-ONNCCE-2016 y NMX-C-083-ONNCCE-2014.
- g. Los ensayos deben ser realizados por una entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

2309.2.3 Mampostería. Las muestras de muros de mampostería se deben tomar de acuerdo con lo siguiente:

- a. Se deben tomar como mínimo tres muestras por cada lote de 3,000 m² o fracción de muro construido con cada tipo de pieza.
- b. En los edificios que no formen parte de conjuntos habitacionales, al menos se debe tomar una muestra de la planta baja en edificaciones de 1

- a 3 niveles, y al menos una muestra de la planta baja y del primer entrepiso en edificios de 4 y 5 niveles.
- c. Las muestras se deben tomar durante la construcción del lote indicado.
- d. Las probetas se deben elaborar con los materiales, mortero y piezas usados en la construcción del lote.
- e. Cada muestra debe estar compuesta por una pila y un murete de acuerdo.
- f. Se acepta elaborar las probetas en laboratorio usando las piezas, la mezcla en seco del mortero y la cantidad de agua empleada en la construcción del lote.
- g. La elaboración, curado, transporte, ensayo y determinación de las resistencias de las probetas se debe realizar según lo indicado en las Normas Mexicanas correspondientes.
- h. Las muestras se ensayan a los 28 días.
- i. Los ensayos deben ser realizados por una entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

2309.2.4 Penetración del mortero en piezas multiperforadas. Para este caso se acepta la aplicación de alguno de los dos procedimientos siguientes:

1. Penetración del mortero. Se debe determinar la penetración del mortero retirando una pieza multiperforada en un muro de la planta baja si el edificio tiene de 1 a 3 niveles, o de planta baja y primer entrepiso si el edificio tiene de 4 a 5 niveles.
2. Consumo de mortero. Se debe controlar el consumo de mortero que penetra en las perforaciones de las piezas, adicional al colocado en las juntas horizontal y vertical, en todos los muros de planta baja, si el edificio tiene de 1 a 3 niveles, o de planta baja y primer entrepiso si el edificio tiene de 4 a 5 niveles.

2309.3 Criterios de aceptación. Los criterios de aceptación deben realizarse de acuerdo con la Sección 2309.3.1 y la Sección 2309.3.2.

2309.3.1 Criterio de aceptación de morteros y mampostería. Este criterio estipula que la resistencia de diseño, especificada en los planos de construcción, sea alcanzada, al menos, en el 98 % de las probetas de ensayo. Es decir, se debe cumplir con la siguiente fórmula:

$$z * \geq \frac{z}{1 + 25 cz}$$

En donde:

z^* = Resistencia de diseño de interés (f_j^* del mortero o del mortero o concreto de relleno, f_m^* y v_m^* de la mampostería); media de las resistencias de las muestras obtenidas, y

cz = Coeficiente de variación de la resistencia de interés de las muestras, que en ningún caso será menor que 0.20 para la resistencia a compresión de los morteros o de los concretos de relleno y que lo indicado para pilas y muretes respectivamente

2309.3.2 Criterio de aceptación de penetración del mortero en piezas multiperforadas. Si se opta por el Inciso 1 de la Sección 2309.2.4, la penetración media del mortero, tanto en la junta superior como en la inferior de la pieza, debe ser de 10 mm, a menos que los planos de construcción especifiquen otros valores menores.

Se permite que el consumo de mortero, aplicando el Inciso 2 de la Sección 2309.2.4, tenga una variación entre 0.8 y 1.2 veces el consumo indicado en los planos de construcción.

CAPÍTULO 24 - CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

SECCIÓN 2401 CIMBRA

2401.1 Cimbra. Se conoce como cimbra aquella estructura temporal empleada para soportar el concreto fresco durante el tiempo que este tarda en alcanzar una resistencia determinada.

2401.2 Materiales. Se pueden emplear como cimbra los siguientes materiales (ver Tabla 2401.2):

- a. Madera natural.
- b. Madera contrachapada.
- c. Aglomerados de madera.
- d. Derivados industriales de la madera.
- e. Papel prensado.
- f. Cartón corrugado.
- g. Acero.
- h. Aluminio.
- i. Láminas o películas de polietileno.
- j. Plásticos.
- k. Plásticos expandidos.
- l. Plásticos vitrorreforzados.

TABLA 2401.2 MATERIALES PARA CIMBRA Y USO

MATERIAL	USO PRINCIPAL
Acero	Cimbra pesada, columnas, andamiaje, puntales
Aluminio	Paneles ligeros.
Triplay	Acabado aparente, paneles ligeros, cerchas.
Papel prensado	Columnas, losas.
Cartón corrugado	Trabes, losas.
Fibra de vidrio y plástico	Losa reticular, acabados aparentes.
Madera	Acabados y elementos diversos, andamiaje.
Aglomerados de madera	Acabados aparentes, cerchas.

2401.3 Criterios para el proyecto de cimbras. Las cimbras deben proyectarse de acuerdo con los siguientes criterios:

- a. Soportar y moldear el concreto en estado plástico, para obtener la forma, alineamientos y dimensiones de los elementos.
 - b. Resistir las acciones a las que estará sujeta durante la construcción, incluyendo las fuerzas causadas por compactación y vibrado.
 - c. Proporcionar el número de usos adecuados, conservando el acabado especificado.
 - d. Separarse del concreto sin dañarse o sin causar daño al concreto mismo.
 - e. Tomar la geometría y el perfil requerido con una cantidad mínima de mano de obra posterior al colado, para lograr el acabado final especificado.
 - f. Reducir al mínimo la diversidad de elementos y estandarizarlos el mayor número de veces posible, tanto en forma como en dimensiones, para multiplicar su uso al máximo.
 - g. Siempre que sea posible, las formas deben ser prefabricadas, bien sea en tableros integrales, o bien, en parciales que se armen en el sitio para reducir al mínimo la mano de obra necesaria en la erección y desmantelamiento de las formas.
 - h. Deben ser de dimensiones adecuadas a los medios con que se realice la colocación y el desmantelamiento de manera ágil y segura.
 - i. Cuando la colocación o el desmantelamiento se haga empleando exclusivamente mano de obra, los tableros y demás elementos no deben exceder de un peso de 35 kg por operario. Cuando se disponga de equipo de carga las formas deben ser de un tamaño compatible con el desempeño de dicho equipo.
- 2401.3.2 Elección de la cimbra.** Para la elección de la cimbra adecuada se deben tomar en consideración los siguientes factores:
- a. Disponibilidad de los materiales en la zona.
 - b. Precio de renta, en su caso.
 - c. Número de usos de la cimbra
 - d. Costos de construcción.

- e. Capacitación de personal.
- f. Programa de obra.
- g. Capacidad de producción del concreto.

2401.4 Medidas de seguridad. Como medidas de seguridad deben instalarse señales y barreras para impedir el paso a la zona de colado de personas y vehículos no autorizados. Deben colocarse andamios, barandales y/o plataformas para la seguridad del personal adscrito a la obra.

2401.5 Requisitos de ejecución. Las cimbras deben construirse conforme los planos aprobados, en los cuales deben estar claramente anotados la localización, dimensiones y niveles. Así mismo las cimbras

deben construirse de acuerdo con los requisitos de ejecución establecidos de la Sección 2401.5.1 a la Sección 2401.5.6.

2401.5.1 Contraflechas. La obra falsa debe ejecutarse con las siguientes contraflechas en el centro del claro para traveses de eje recto y losas planas:

- 1/400 del claro libre en traveses.
- 1/200 de la longitud, en el extremo de voladizos.
- 1/400 del claro corto en losas de tableros interiores.
- 1/200 del claro corto en losas de tableros de esquina.

TABLA 2401.5.6 TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

CONCEPTO		TOLERANCIA EN mm
1	Desvíos conforme a la vertical.	
1.1	En líneas y superficies de columnas, muros y en aristas.	
	• En tramos de hasta 3 m.	6
	• En tramos de hasta 6 m.	12
	• En tramos mayores de 6 m.	25
1.2	En esquinas aparentes de columnas, ranuras de juntas de control y otras líneas principales.	
	• En tramos de hasta 6 m.	6
	• En tramos mayores de 6 m.	12
2	Desvíos respecto a niveles o pendientes de proyecto.*	
2.1	En el plano inferior, o flecha, de losas y traveses.	
	• En cimbra para terminado aparente.	1/500 del claro
	• En cimbra para terminado común.	1/300 del claro
2.2	En dinteles aparentes, parapetos y ranuras horizontales.	
	• En tramos de hasta 6 m.	6
	• En tramos mayores de 6 m.	12
3	Desvíos de alineamientos respecto a la posición establecida en planta y a la posición relativa de columnas, muros y divisiones.	
	• En tramos de hasta 6 m.	12
	• En tramos mayores de 6 m.	25
4	Desvíos en la dimensión y localización de piezas de acoplamiento y aberturas en pisos y muros.	-6 y +12
5	Desvíos en la dimensión de la sección transversal de columnas y vigas y en el espesor de losas.	-6 y +12
6	Desvíos de zapatas.	
6.1	Variación de la dimensión en planta.	-12 y +50
6.2	Desplazamiento o excentricidad.	20% del ancho de la zapata en la dirección del desplazamiento sin exceder de 50 mm.

* Deben medirse antes de retirar los puntales de soporte.

2401.5.2 Hermeticidad. El espacio confinado por las cimbras debe ser estanco, de manera que durante el acomodo del concreto no se produzcan fugas de mortero ni de lechada. En concretos que requieran un recubrimiento para regularizar u ocultar las superficies coladas contra forma, pueden calafatearse las juntas cuyas aberturas no excedan de 10 mm. El calafateo debe hacerse con un material que garantice un buen sello, que resista sin deformarse o romperse al contacto con el concreto y que no produzca depresiones ni salientes en exceso de las tolerancias geométricas aplicables; las juntas que presenten aberturas mayores de 10 mm deben corregirse cambiando o ajustando las partes de cimbra que sean necesarias.

2401.5.3 Ventanas de colado. En cimbras profundas y estrechas, tales como muros y columnas, se deben habilitar ventanas de colado en las paredes de las mismas, tanto para hacer la limpieza previa al colado como para verter el concreto. No se permite la colocación de concreto a una altura mayor de 2 m.

2401.5.4 Protección de la cimbra. Las caras de la cimbra que vayan a estar en contacto con el concreto al momento del colado deben recubrirse con aceite mineral o grasa antes de cada uso. Cualquier producto que se aplique sobre la superficie de la cimbra para aumentar su durabilidad, evitar la adherencia del concreto o modificar la textura del concreto, debe ser manejado conforme las especificaciones del fabricante.

2401.5.5 Acero de refuerzo. Antes de colocar el acero de refuerzo se debe verificar la localización, niveles y dimensiones de las formas de acuerdo con las especificaciones de los planos ejecutivos.

2401.5.6 Tolerancias geométricas. Los alineamientos, niveles y dimensiones del espacio confinado dentro de las cimbras, deben corresponder a las especificaciones del proyecto. Se permiten ligeras variaciones siempre y cuando no se excedan las tolerancias indicadas en la Tabla 2401.5.6.

2401.5.7 Verificación. Antes de proceder al colado del concreto se debe verificar lo siguiente:

- a. Apoyo suficiente de los soportes verticales, de acuerdo a las condiciones del suelo.
- b. Localización, número adecuado y verticalidad de puntales. Apoyo de éstos sobre rastras y cuñas de ajuste, las cuales no deben estar sueltas.
- c. Atiesamiento lateral y diagonal de puntales y marcos. Empalmes y traslapes de pies derechos, largueros, madrinas y puntales. Firmeza de los costados por medio de yugos, separadores y barrotes.

- d. Apuntalamiento de pisos inferiores, en su caso. Los puntales de pisos superiores deben coincidir con los de los inferiores en la misma vertical, hasta llegar al suelo.
- e. Estructuración adecuada de la obra falsa para resistir presiones laterales del viento, o vibraciones por cargas móviles.
- f. Revisión de contraflechas conforme al proyecto.
- g. Colocación de chaflanes y ochavados para formar aristas de trabes, columnas, muros y pretiles así como goteros en voladizos.
- h. Alineamientos, niveles y dimensiones, de acuerdo con las tolerancias de la Tabla 2401.5.6.
- i. Limpieza y estanqueidad de las formas. Colocación de ochavamiento en las aristas, a menos que las especificaciones particulares no dispongan su colocación.
- j. Colocación de recubrimiento para desmoldado.
- k. Colocación del acero de refuerzo, ductos y tuberías de instalaciones de acuerdo con los planos ejecutivos.
- l. Humedecimiento adecuado de la cimbra, en caso de tratarse de madera o sus derivados, inmediatamente antes del colado.

2401.5.8 Colado. En los casos que se considere necesario, se debe controlar la secuencia y rapidez del colado para evitar o disminuir excentricidad de carga debidas al concreto colocado o al equipo que se utilice para su colocación. Durante y después del colado, se debe inspeccionar la cimbra para detectar deflexiones, pandeos, asentamientos o desajustes de las formas o de la obra falsa a fin de realizar las correcciones y ajustes pertinentes.

2401.5.9 Retiro de cimbra. Las estructuras deben permanecer cimbradas el tiempo necesario hasta que el concreto alcance la resistencia suficiente para soportar su peso propio y las cargas de construcción. El retiro de cimbra, o desmoldado, debe hacerse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 2401.5.8, la cual muestra el tiempo mínimo de descimbrado en condiciones medias de temperatura y curado normal. Los tiempos correspondientes a los renglones 2 y 3 de dicha tabla pueden reducirse a la mitad cuando se emplee cemento de resistencia rápida o acelerantes de fraguado. El retiro de cimbra debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- a. Después de retirar la cimbra, se deben colocar puntales que soporten el peso del con-

creto, tanto del área tributaria de carga como de las cargas vivas consideradas durante la construcción.

- b. Los puntales se deben retirar hasta que el concreto alcance su resistencia de proyecto, a menos que por las condiciones estructurales se considere que se pueden retirar cuando el concreto alcance el 90 % de su resistencia de proyecto es decir, de 20 a 22 días aproximadamente.
- c. En la construcción de cascarones y estructuras de grandes claros, no se retira la cimbra hasta que el ensayo de los cilindros de concreto representativos de la mezcla, curados bajo las mismas condiciones de la estructura, demuestren que se ha alcanzado la resistencia especificada.

**TABLA 2401.5.8
TIEMPOS MÍNIMOS DE RETIRO DE CIMBRA**

ELEMENTO		TIEMPO
1	Costados de dalas y castillos.	24 horas
2	Columnas, muros y costados de trabes.	36 horas
3	Losas y fondos de trabes.	10 a 12 días *
4	Voladizos.	14 a 16 días **

* Cuando el concreto alcanza el 65 % de su resistencia a los 20 días usando cemento normal.

** Cuando el concreto alcanza el 80 % de su resistencia a los 28 días usando cemento normal.

SECCIÓN 2402 ACERO

2402.1 Disposiciones generales. Las disposiciones generales para el acero de refuerzo deben aplicarse de acuerdo con los siguiente:

- a. El acero de refuerzo y especialmente el de presfuerzo y los ductos de postensado deben protegerse durante su transporte, manejo y almacenamiento.
- b. Inmediatamente antes de su colocación se debe revisar que el acero no haya sufrido algún daño, en especial, después de un largo período de almacenamiento. Si se juzga necesario, se deben realizar ensayos mecánicos en el acero que presente anomalías.
- c. Al efectuar el colado, el acero debe estar exento de grasa, aceites, pinturas, polvo, tierra, oxidación excesiva y cualquier sustancia que reduzca su adherencia con el concreto, a excepción del uso de recubrimientos epóxicos y lodos bentoníticos.

- d. No deben doblarse las barras parcialmente ahogadas en concreto, a menos que se tomen las medidas correctas para evitar que se dañe el concreto colindante. Todos los dobleces se deben realizar en frío, excepto cuando el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera de Corresponsable, permita dicha acción. No se admite que la temperatura del acero se eleve a más de la que corresponde a un color rojo café, aproximadamente 803 K (530 °C), si no está tratado en frío, ni a más de 673 K (400 °C) en caso contrario. No se permite que el enfriamiento sea súbito sino causado por la acción natural del medio ambiente.
- e. Los tendones de presfuerzo que presenten algún doblez concentrado no se deben tratar de enderezar, sino que deben ser rechazados.
- f. El acero debe sujetarse en su sitio con amarres de alambre, silletas y separadores, de resistencia, rigidez y en número suficiente para impedir movimientos durante el colado.
- g. Los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre.
- h. Previo a la colocación del concreto debe comprobarse que todo el acero se ha colocado en su sitio de acuerdo con los planos ejecutivos y que se encuentra correctamente sujeto.

2402.2 Control de prueba. Todo acero de refuerzo, para cada tipo de barras, debe ser sometido a los controles de prueba siguientes:

- a. De cada lote de 100 kN (10 ton) o fracción, formado por barras de una misma marca, un mismo grado, un mismo diámetro y correspondientes a una misma remesa del proveedor, se debe tomar un espécimen para ensayo de tensión y uno para ensayo de doblado, que no sean de los extremos de barras completas; las corrugaciones se pueden revisar en uno de dichos especímenes. Si algún espécimen presenta defectos superficiales de consideración, debe desecharse y sustituirse por otro.
- b. Cada lote definido según el párrafo anterior debe quedar perfectamente identificado y no debe ser utilizado en tanto no se acepte su empleo con base en resultados de los ensayos. Éstos se deben realizar de acuerdo con la norma NMX-B-172-CANACERO-2013.
- c. En sustitución del control de prueba, el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, puede admitir la garantía escrita del fabricante de que el acero cumple con la norma

correspondiente; en su caso, debe definir la forma para garantizar que se cumplan los requisitos adicionales para el acero, establecidos en el Inciso b) de la Sección 2402.2.1.

2402.2.1 Características mecánicas de los materiales.

- a. Se debe usar concreto clase 1. La resistencia especificada, f_c' del concreto no debe ser menor que 25 MPa (250 kg/cm²).
- b. Las barras de refuerzo deben ser corrugadas, con esfuerzo especificado de fluencia de 412 MPa (4 200 kg/cm²) y deben cumplir con los requisitos para acero normal o de baja aleación de la Norma Mexicana correspondiente. Además, las barras longitudinales de vigas y columnas deben tener fluencia definida, bajo un esfuerzo que no exceda al esfuerzo de fluencia especificado en más de 130 MPa (1 300 kg/cm²), y su resistencia real debe ser por lo menos igual a 1.25 veces su esfuerzo real de fluencia

2402.3 Extensiones futuras. Todo el acero de refuerzo, así como las placas y, en general, todas las preparaciones metálicas que queden expuestas a la intemperie con el fin de realizar extensiones a la construcción en el futuro, deben protegerse contra la corrosión y contra el ataque de agentes externos.

SECCIÓN 2403 CONCRETO

2403.1 Concreto. El concreto de resistencia normal empleado para fines estructurales debe clasificarse en dos clases: clase 1, con peso volumétrico en estado fresco superior a 22 kN/m³ (2.2 ton/m³) y clase 2 con peso volumétrico en estado fresco comprendido entre 19 y 22 kN/m³ (1.9 y 2.2 ton/m³).

2403.1.1 Materiales componentes para concretos clase 1 y 2. La calidad y proporciones de los materiales componentes del concreto deben ser tales que se logren la resistencia, rigidez y durabilidad necesarias y deben cumplir con lo siguiente, ver Secciones 2002.1:

1. La calidad de todos los materiales componentes del concreto debe verificarse antes del inicio de la obra y también cuando exista duda de cambios en las características de los mismos o haya cambio de las fuentes de suministro. Esta verificación de calidad se debe realizar a partir de muestras tomadas del sitio de suministro o del almacén del productor de concreto.
2. El Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se

requiera Corresponsable, en lugar de esta verificación puede admitir la garantía del fabricante del concreto de que los materiales fueron ensayados en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y que cumplen con los requisitos establecidos en la Sección 2403 y los que a continuación se indican. En cualquier caso puede ordenar la verificación de la calidad de los materiales cuando lo juzgue procedente. *

- a. Los agregados pétreos deben cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-111-ONNCCE-2014 con las modificaciones y adiciones establecidas en la Tabla 2403.1.1.
- b. El concreto clase 1 se fabrica con agregados gruesos con peso específico superior a 2.6 y el concreto clase 2 con agregados gruesos con peso específico superior a 2.3. Ver Sección 2003.1. *
- c. El agua de mezclado debe ser limpia y cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-122-ONNCCE-2004. Si contiene sustancias en solución o en suspensión que la enturbien o le produzcan olor o sabor fuera de lo común, no debe emplearse.
- d. Pueden usarse aditivos a solicitud expresa del propietario o del productor, en ambos casos con la autorización del Corresponsable en Seguridad Estructural, o del Director Responsable de Obra cuando no se requiera de Corresponsable. Los aditivos deben cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-255-ONNCCE-2013. Ver Sección 2005.1
- e. En adición a la frecuencia de verificación preestablecida para todos los materiales componentes, los requisitos especiales precedentes deben verificarse cuando menos una vez por mes para el concreto clase 1.
- f. Los límites correspondientes a estos requisitos especiales pueden modificarse si el fabricante del concreto demuestra, con pruebas realizadas en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, que con los nuevos valores se obtiene concreto que cumpla con el requisito de módulo de elasticidad establecido en la Sección 2403.4.2. En tal caso, los nuevos límites deben ser los que se apliquen en la verificación de estos requisitos para los agregados específicamente considerados en dichas pruebas.

TABLA 2403.1.1
REQUISITOS ADICIONALES PARA MATERIALES PÉTREOS

Propiedad	Concreto Clase 1	Concreto Clase 2
Coefficiente volumétrico de la grava, mínimo	0.20	-
Material más fino que la malla F 0.075 (No. 200) en la arena, porcentaje máximo en peso (NMX-C-084).	15	15
Contracción lineal de los finos (pasan la malla No. 40) de la arena y la grava, en la proporción en que éstas intervienen en el concreto, a partir del límite líquido, porcentaje máximo.	2	3

2403.2 Elaboración del concreto. Se acepta que el concreto pueda ser dosificado en una planta central y transportado a la obra en camiones revolvedores, o dosificado y mezclado en una planta central y transportado a la obra en camiones agitadores, o elaborado directamente en la obra. En todos los casos la elaboración de concreto debe cumplir con los siguientes requisitos:

- La dosificación establecida, de acuerdo con los valores de diseño, no debe alterarse, en especial el contenido de agua.
- El concreto clase 1, premezclado o hecho en obra, debe ser dosificado y mezclado de acuerdo con los requisitos de elaboración establecidos en la norma NMX-C-155-ONNCCE-2014.
- El concreto clase 2, si es premezclado, debe satisfacer los requisitos de elaboración de la norma NMX-C-155-ONNCCE-2014. Si es elaborado en obra, puede ser dosificado en peso o en volumen, pero debe ser mezclado en una revolvedora mecánica. No se permite la mezcla manual de concreto estructural.

2403.3 Requisitos y control del concreto fresco. Se deben realizar pruebas al concreto en estado fresco, antes de su colocación en las cimbras, para verificar que cumple con los requisitos de revenimiento y peso volumétrico de acuerdo con lo siguiente:

- Las pruebas se deben realizar al concreto muestreado en obra con las frecuencias de la Tabla 2403.3 (1) como mínimo.
- El revenimiento debe ser el mínimo requerido para que el concreto fluya a través de las barras de refuerzo y para que pueda bombearse en su caso.

TABLA 2403.3 (1)
FRECUENCIA MÍNIMA PARA TOMA DE MUESTRAS DE CONCRETO FRESCO

PRUEBA Y MÉTODO (NMX-C-156-ONNCCE)	CONCRETO CLASE 1	CONCRETO CLASE 2
Revenimiento	Una vez por cada entrega, si es premezclado.	Una vez por cada entrega, si es premezclado.
	Una vez por revoltura, si es hecho en obra.	Una vez por cada 5 revolturas, si es hecho en obra.
Peso volumétrico (NMX-C-162)	Una vez por cada día de colado, pero no menos de una vez por cada 20 m ³ de concreto.	Una vez por cada día de colado, pero no menos de una vez por cada 40 m ³ de concreto

- El revenimiento nominal de los concretos no debe ser mayor de 120 mm.
- Para la colocación del concreto en condiciones difíciles, o para que pueda ser bombeado, se autoriza aumentar el revenimiento nominal hasta un máximo de 180 mm, mediante el uso de aditivo superfluidificante, de manera que no se incremente el contenido unitario de agua. En tal caso, la verificación del revenimiento se debe realizar en la obra antes y después de incorporar el aditivo mencionado, comparando con los valores nominales de 120 y 180 mm, respectivamente. Las demás propiedades, incluyendo las del concreto endurecido, se deben determinar en muestras que incluyan dicho aditivo
- El responsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, puede autorizar la incorporación del aditivo superfluidificante en la planta de premezclado para cumplir con revenimientos nominales mayores de 120 mm y está facultado para inspeccionar tal operación en la planta cuando lo juzgue procedente.
- Si el concreto es premezclado y se surte con un revenimiento nominal mayor de 120 mm, debe ser entregado con un comprobante de incorporación del aditivo en planta; en la obra se debe medir el revenimiento para compararlo con el nominal máximo de 180 mm.
- Para que el concreto cumpla con el requisito de revenimiento, su valor determinado debe concordar con el nominal especificado, con las tolerancias indicadas en la Tabla 2403.3 (2).

TABLA 2403.3 (2) TOLERANCIAS PARA REVENIMIENTOS

Revenimiento nominal, mm.	Tolerancia, mm
menor de 50	± 15
50 a 100	± 25
mayor de 100	± 35

h. Las tolerancias de la Tabla 2403.3 (2) también se aplican a los valores nominales máximos de 120 mm y 180 mm. Para que el concreto cumpla con el requisito de peso volumétrico en estado fresco o endurecido, su valor determinado debe ser mayor de 22 kN/m³ (2,200 kg/m³) para el concreto clase 1, y no menor de 19 kN/m³ (1,900 kg/m³) para el concreto clase 2.

2403.4 Requisitos y control del concreto endurecido. Los requisitos y control del concreto endurecido se establecen en la Sección 2403.4.1 y Sección 2403.4.2.

2403.4.1 Resistencia a la compresión. La resistencia a la compresión del concreto endurecido debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- La calidad del concreto endurecido se debe verificar mediante pruebas de resistencia a la compresión en cilindros elaborados, curados y probados de acuerdo con las normas NMX-C-159-ONNCCE-2016 y NMX-C-083-2014, en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Cuando la mezcla de concreto se diseñe para obtener la resistencia especificada a 14 días, las pruebas anteriores se efectúan a esta edad, de lo contrario las pruebas deben efectuarse a los 28 días de edad.
- Para verificar la resistencia a la compresión de concreto de las mismas características y nivel de resistencia, se debe tomar como mínimo una muestra por cada día de colado, pero al menos una por cada 40 m³; sin embargo, si el concreto se emplea para el colado de columnas, se debe tomar por lo menos una muestra por cada 10 m³.
- De cada muestra se deben elaborar y ensayar al menos dos cilindros; entendiéndose por resistencia de una muestra el promedio de las resistencias de los cilindros que se elaboren de esta misma.
- Para el concreto clase 1, se admite que la resistencia del concreto cumple con la resistencia especificada, $f'c$, si ninguna muestra da una resistencia inferior a $f'c-3.5$ MPa ($f'c-35$ kg/cm²), y, además, si ningún promedio de resistencias de todos los conjuntos de tres muestras conse-

cutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, es menor que $f'c$.

- Para el concreto clase 2, se admite que la resistencia del concreto cumple con la resistencia especificada, $f'c$, si ninguna muestra da una resistencia inferior a $f'c-5$ MPa ($f'c-50$ kg/cm²), y, además, si ningún promedio de resistencias de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, es menor que $f'c-1.7$ MPa ($f'c-17$ kg/cm²).
- Si sólo se cuenta con dos muestras, el promedio de las resistencias de ambas no debe ser inferior a $f'c-1$ MPa ($f'c-13$ kg/cm²) para concretos clase 1, ni a $f'c-2.8$ MPa ($f'c-28$ kg/cm²), para clase 2, además de cumplir con el respectivo requisito concerniente a las muestras tomadas una por una.
- Cuando el concreto no cumpla con el requisito de resistencia, el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, debe tomar las medidas conducentes a garantizar la seguridad de la estructura. Estas medidas deben estar basadas principalmente en el buen criterio de los responsables mencionados; como factores de juicio, deben considerarse, entre otros, el tipo de elemento en que no se alcanzó el nivel de resistencia especificado, el monto del déficit de resistencia y el número de muestras o grupos de ellas que no cumplieron. Debe revisarse el proyecto estructural a fin de considerar la posibilidad de que la resistencia que se obtuvo sea suficiente.
- Si subsiste la duda sobre la seguridad de la estructura se pueden extraer y ensayar corazones, de acuerdo con la norma NMX-C-169-ONNCCE-2009, del concreto en la zona representada por los cilindros que no cumplieron. Se deben probar tres corazones por cada incumplimiento con la calidad especificada. La humedad de los corazones al probarse debe ser representativa de la que tenga la estructura en condiciones de trabajo.
- El concreto clase 1 representado por los corazones se considera adecuado si el promedio de las resistencias de los tres corazones es mayor o igual que 0.85 $f'c$ y la resistencia de ningún corazón es menor que 0.75 $f'c$.
- El concreto clase 2 representado por los corazones se considera adecuado si el promedio de las resistencias de los tres corazones es mayor o igual que 0.80 $f'c$ y la resistencia de ningún corazón es menor que 0.70 $f'c$.
- Para comprobar que los especímenes se extrajeron y ensayaron correctamente, se permite

probar nuevos corazones de las zonas representadas por aquellos que hayan dado resistencias erráticas.

- m. Si la resistencia de los corazones ensayados no cumple con el criterio de aceptación que se ha descrito, el responsable en cuestión nuevamente debe decidir a su juicio y responsabilidad las medidas que han de tomarse. Puede optar por reforzar la estructura hasta lograr la resistencia necesaria, o recurrir a realizar pruebas de carga en elementos no destinados a resistir sismo, u ordenar la demolición de la zona de resistencia escasa, entre otros.
- n. Si el concreto es provisto por una empresa, en el contrato de compraventa se deben establecer, de común acuerdo entre el fabricante y el consumidor, las responsabilidades del fabricante en caso de que el concreto no cumpla con el requisito de resistencia.

2403.4.2 Módulo de elasticidad. El concreto debe cumplir con el requisito de módulo de elasticidad especificado a continuación:

Notas: Debe cumplirse tanto el requisito relativo a una muestra cualquiera, como el que se refiere a los conjuntos de dos muestras consecutivas.

Consultar Tabla 2403.4.2.

- a. Para la verificación anterior se debe tomar una muestra por cada 100 m³, o fracción, de concreto, pero no menos de dos en una cierta obra. De cada muestra se deben fabricar y ensayar al menos tres especímenes. Se considera como módulo de elasticidad de una muestra, el promedio de los módulos de los tres especímenes elaborados con esta misma.

- b. El módulo de elasticidad se debe determinar según la norma NMX-C-128-ONNCCE-2013.
- c. El Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, no debe estar obligado a exigir la verificación del módulo de elasticidad; sin embargo, si a su criterio las condiciones de la obra lo justifican, puede requerir su verificación, o la garantía escrita del fabricante de que el concreto cumple con él. En dado caso, la verificación se debe realizar en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Cuando el concreto no cumpla con el requisito mencionado, el responsable de la obra debe evaluar las consecuencias de la falta de cumplimiento y determinar las medidas que se deben tomar.

- d. Si el concreto es provisto por una empresa, en el contrato de compraventa se deben establecer, de común acuerdo entre el fabricante y el consumidor, las responsabilidades del fabricante por incumplimiento del requisito antedicho.

2403.5 Transporte. Los métodos de transportación del concreto deben ser tales que eviten la segregación o pérdida de sus componentes.

2403.6 Colocación y compactación. La colocación y compactación del concreto se debe realizar de acuerdo con lo siguiente:

- a. Los procedimientos de colocación y compactación deben ser tales que aseguren una densidad uniforme del concreto y eviten la formación de huecos.
- b. El lugar en el que se coloca el concreto debe estar

TABLA 2403.4.2 REQUISITOS PARA EL MÓDULO DE ELASTICIDAD.

	Módulo de elasticidad a 28 días de edad, MPa (kg/cm ²), mínimo.				
	Alta resistencia		Clase 1		Clase 2
	Caliza ¹	Basalto ¹	Caliza ¹	Basalto ¹	Andesita ¹
Una muestra cualquiera	$2\,700\sqrt{f_c^*} + 8\,500$ ($8\,500\sqrt{f_c^*} + 84\,800$)	$2\,700\sqrt{f_c^*} + 3\,300$ ($8\,500\sqrt{f_c^*} + 33\,200$)	$4\,000\sqrt{f_c^*}$ ($12\,700\sqrt{f_c^*}$)	$3\,100\sqrt{f_c^*}$ ($9\,700\sqrt{f_c^*}$)	$2\,200\sqrt{f_c^*}$ ($7\,000\sqrt{f_c^*}$)
Además, promedio de todos los conjuntos de dos muestras consecutivas.	$2\,700\sqrt{f_c^*} + 10\,100$ ($8\,500\sqrt{f_c^*} + 101\,100$)	$2\,700\sqrt{f_c^*} + 4\,400$ ($8\,500\sqrt{f_c^*} + 44\,100$)	$4\,300\sqrt{f_c^*}$ ($13\,500\sqrt{f_c^*}$)	$3\,300\sqrt{f_c^*}$ ($10\,500\sqrt{f_c^*}$)	$2\,300\sqrt{f_c^*}$ ($7\,400\sqrt{f_c^*}$)

¹ Agregado grueso

libre de material suelto como partículas de roca, polvo, clavos, tornillos, tuercas, basura y demás objetos ajenos a este evento.

- c. Los moldes que reciben al concreto deben estar firmemente sujetos.
- d. Las superficies de mampostería próximas a estar en contacto con el concreto deben humedecerse previamente al colado.
- e. El acero de refuerzo debe estar completamente limpio y adecuadamente colocado y sujeto.
- f. No debe existir agua en el lugar del colado a menos que se hayan tomado las medidas necesarias para colar el concreto ante la presencia de agua.
- g. No debe permitirse la colocación de concreto contaminado con materia orgánica.
- h. El concreto se vacía en la zona del molde y se compacta con picado, vibrado o apisonado.
- i. No se permite trasladar el concreto mediante el vibrado.

2403.7 Temperatura. Cuando la temperatura ambiente durante o poco después del colado sea inferior a 278 K (5°C), se deben tomar las precauciones especiales tendientes a contrarrestar el descenso en resistencia y el retardo en endurecimiento, además de verificar que estas medidas hayan surtido el efecto deseado.

2403.8 Morteros aplicados neumáticamente. Cualquier mortero aplicado neumáticamente debe colocarse de manera perpendicular a la superficie, previamente limpia y húmeda, que lo recibe y debe satisfacer los requisitos de compactibilidad, resistencia y demás propiedades que especifique el proyecto.

2403.9 Curado. El concreto debe mantenerse en un ambiente húmedo por lo menos durante siete días en el caso de cemento ordinario y tres días si se ha empleado cemento de alta resistencia inicial. Estos lapsos se deben aumentar si la temperatura desciende a menos de 278 K (5 °C). En este caso se debe observar lo dispuesto en la Sección 2403.7.

Para acelerar la adquisición de resistencia y reducir el tiempo de curado, puede usarse el curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, calor y humedad, o algún otro proceso que sea aceptado. El proceso de curado que se aplique debe producir concreto cuya durabilidad sea por lo menos equivalente a la obtenida con curado en ambiente húmedo prescrito en el párrafo anterior.

2403.10 Juntas de colado. Las juntas de colado se ejecutan en los lugares y con la forma que indiquen los planos estructurales. Antes de iniciar un colado las superficies de contacto se limpian y saturan con

agua. Se debe tomar especial cuidado en todas las juntas de columnas y muros en lo que respecta a su limpieza y a la remoción de material suelto o poco compacto.

2403.11 Inclusión de tuberías y ductos en elementos de concreto. La inclusión de tuberías y ductos en elementos de concreto debe realizarse de acuerdo con lo siguiente.

- a. Se permite la inclusión de tuberías y ductos en los elementos de concreto, siempre y cuando estén previstos en el diseño estructural, sean de material no perjudicial para el concreto y sean aprobados por el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra cuando no se requiera Corresponsable.
- b. Se prohíbe la inclusión de tuberías y ductos de aluminio en elementos de concreto, a menos que se tengan cubiertas o protecciones especiales para evitar la reacción aluminio-concreto y la reacción electrolítica entre aluminio y acero de refuerzo.
- c. Se prohíbe la inclusión de tuberías y ductos longitudinales en columnas y en elementos de refuerzo en los extremos de muros.
- d. Las inclusiones de tuberías y ductos en los elementos de concreto no deben afectar significativamente su resistencia ni la de la construcción en general. Asimismo, no deben impedir que el concreto penetre, sin segregarse, en todos los intersticios.
- e. El diámetro exterior no debe ser mayor que 1/3 del espesor de la losa o del ancho del muro y de la trabe; *
- f. Deben estar colocados con una separación, medida centro a centro, mayor que 3 veces el diámetro de los ductos.
- g. No deben afectar significativamente la resistencia estructural de los elementos de concreto.
- h. Las tuberías y los ductos deben diseñarse para resistir los efectos del concreto, la presión y la temperatura a la que estarán expuestos al quedar incluidos en el concreto.
- i. Las tuberías no deben contener líquidos, gas, vapor ni agua a altas temperaturas ni a altas presiones, hasta que el concreto haya alcanzado completamente la resistencia de diseño.
- j. En losas, las tuberías y los ductos deben quedar incluidos entre el acero de refuerzo inferior y superior, a menos que sean para captar agua o materiales del exterior.
- k. El recubrimiento mínimo para tuberías y ductos no debe ser menor que 40 mm para elementos expuestos a la intemperie o en contacto con el te-

rreno, ni menor que 20 mm para elementos no expuestos a la intemperie y que no están en contacto con el terreno.

1. Las tuberías y ductos deben construirse y colocarse de tal manera que no se requiera cortar, doblar, ni mover de su posición original el acero de refuerzo.

2403.12 Requisitos complementarios para concreto presforzado. Se deben cumplir los requisitos complementarios para concreto presforzado indicados de la Sección 2403.12.1 a la Sección 2403.12.3.

2403.12.1 Lechada para tendones adheridos. La elaboración y manejo de lechada para tendones presforzados adheridos debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- a. La lechada para inyección debe ser de cemento portland y agua o de cemento portland, arena y agua. Para mejorar el manejo y reducir la exudación y la contracción de la lechada pueden usarse aditivos que no sean dañinos al acero, al concreto, ni a la propia lechada. En este caso no se permite el uso de cloruro de calcio.
- b. El proporcionamiento de la lechada debe basarse en alguno de los dos siguientes casos:
 1. Resultados de ensayos sobre lechada fresca y lechada endurecida realizados antes de iniciar las operaciones de inyección.
 2. Experiencia previa documentada, con materiales y equipo semejantes y en condiciones de campo comparables.
- c. El contenido de agua debe ser el mínimo necesario para que la lechada pueda bombearse adecuadamente, pero no debe ser mayor de 0.50 con relación al cementante, en peso.
- d. La lechada debe mezclarse con equipo capaz de suministrar mezclado y agitación mecánicos continuos que den lugar a una distribución uniforme de los materiales; asimismo, debe cribarse y debe bombearse de modo que llene completamente los ductos de los tendones.
- e. La temperatura del elemento presforzado, cuando se inyecte la lechada, debe ser mayor de 275 K (2 °C), y debe mantenerse por encima de este valor hasta que la resistencia de cubos de 50 mm, fabricados con la lechada y curados en la obra, llegue a 5.5 MPa (55 kg/cm²). Las características de la lechada se deben determinar de acuerdo con la norma NMX-C-061-ONNCCE-2015.
- f. Durante el mezclado y el bombeo, la temperatura de la lechada no debe exceder de 303 K (30°C).

2403.12.2 Exposición a altas temperaturas. Las labores que empleen soplete de corte y soldadura cerca del acero de presfuerzo deben realizarse si que este elemento se exponga a altas temperaturas, chispas de soldadura o corrientes eléctricas a tierra.

2403.12.3 Medición de la fuerza de presfuerzo. La medición de la fuerza de presfuerzo se debe realizar de acuerdo con lo siguiente:

- a. La fuerza de presfuerzo se debe determinar con un dinamómetro o una celda de carga, o midiendo la presión en el aceite del gato con un manómetro y, además, midiendo el alargamiento del tendón.
- b. Debe determinarse y corregirse la causa de toda discrepancia mayor de 5% entre la fuerza determinada a partir del alargamiento del tendón y la obtenida con el otro procedimiento. Para determinar a qué alargamiento corresponde una cierta fuerza de presfuerzo se deben usar las curvas medias fuerza-alargamiento de los tendones empleados.
- c. Cuando la fuerza de pretensado se transfiera al concreto cortando los tendones con soplete, la localización de los cortes y el orden en que se efectúen deben definirse de antemano con el criterio de evitar esfuerzos temporales indeseables.
- d. Los tramos largos de torones expuestos se deben cortar cerca del elemento presforzado para reducir al mínimo el impacto sobre el concreto.
- e. La pérdida total del presfuerzo debida a tendones rotos no repuestos no debe exceder de 2% del presfuerzo total.

2403.13 Requisitos complementarios para estructuras prefabricadas. Los medios de sujeción o rigidización temporales, el equipo de izado, los apoyos provisionales y otros, deben diseñarse para las fuerzas que puedan presentarse durante el montaje, incluyendo los efectos del sismo y viento, así como las deformaciones previstas que puedan ocurrir durante estas operaciones. Debe verificarse que los dispositivos y procedimientos constructivos empleados garanticen que los miembros prefabricados se mantengan correctamente en su posición mientras adquieren resistencia las conexiones coladas en el lugar.

2403.14 Tolerancias. Las tolerancias que a continuación se señalan rigen con respecto a los planos constructivos del proyecto ajustado.

- a. Las dimensiones de la sección transversal de un miembro no deben exceder de las del proyecto

- en más de $10 \text{ mm} + 0.05x$, siendo x la dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia, ni deben ser menores que las del proyecto en más de $3 \text{ mm} + 0.03x$.
- b. El espesor de zapatas, losas, muros y cascarones no debe exceder al de proyecto en más de $5 \text{ mm} + 0.05t$, siendo t el espesor de proyecto, ni debe ser menor que éste en más de $3 \text{ mm} + 0.03t$.
 - c. En cada planta se trazan los ejes de acuerdo con el proyecto ajustado, con tolerancia de 10 mm. Toda columna queda desplantada de tal manera que su eje no diste, del que se ha trazado, más de $10 \text{ mm} + 2\%$ de la dimensión transversal de la columna paralela a la desviación. Además, no debe excederse esta cantidad en la desviación del eje de la columna, con respecto al de la columna inmediata inferior.
 - d. La tolerancia en desplomo de una columna debe ser de $5 \text{ mm} + 2\%$ de la dimensión de la sección transversal de la columna paralela a la desviación.
 - e. El eje centroidal de una columna no debe distar de la recta que une los centroides de las secciones extremas, más de $5 \text{ mm} + 1\%$ de la dimensión de la columna paralela a la desviación.
 - f. La posición de los ejes de vigas con respecto a los de las columnas donde apoyan no debe diferir de la de proyecto en más de $10 \text{ mm} + 2\%$ de la dimensión de la columna paralela a la desviación, ni más de $10 \text{ mm} + 2\%$ del ancho de la viga.
 - g. El eje centroidal de una viga no debe distar de la recta que une los centroides de las secciones extremas, más de $10 \text{ mm} + 2\%$ de la dimensión de la viga paralela a la desviación.
 - h. En ningún punto la distancia medida verticalmente entre losas de pisos consecutivos, debe diferir de la de proyecto en más de 30 mm, ni la inclinación de una losa respecto a la de proyecto en más de 1 %.
 - i. La desviación angular de una línea de cualquier sección transversal de un miembro respecto a la dirección que dicha línea tendría según el proyecto, no debe exceder de 4 %.
 - j. La localización de dobleces y cortes de barras longitudinales no debe diferir en más de $10 \text{ mm} + 0.01L$ de la señalada en el proyecto, siendo L el claro, excepto en extremos discontinuos de miembros donde la tolerancia debe ser de 10 mm.
 - k. La posición de refuerzo de losas, zapatas, muros, cascarones, arcos y vigas debe ser tal que no reduzca el peralte efectivo, d , en más de $3 \text{ mm} + 0.03d$ ni reduzca el recubrimiento en más de 5 mm. En columnas rige la misma tolerancia, pero referida a la mínima dimensión de la sección transversal, en vez del peralte efectivo. La separación entre barras no debe diferir de la de proyecto más de $10 \text{ mm} + 10\%$ de dicha separación, pero en todo caso respetando el número de barras y su diámetro, y de tal manera que permita pasar al agregado grueso.
 - l. Las dimensiones del refuerzo transversal de vigas y columnas, medidas según el eje de dicho refuerzo, no debe exceder a las del proyecto en más de $10 \text{ mm} + 0.05x$, siendo x la dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia, ni deben ser menores que las de proyecto en más de $3 \text{ mm} + 0.03x$.
 - m. La separación del refuerzo transversal de vigas y columnas no debe diferir de la de proyecto más de $10 \text{ mm} + 10\%$ de dicha separación, respetando el número de elementos de refuerzo y su diámetro.
 - n. Si un miembro estructural no es claramente clasificable como columna o viga, se deben aplicar las tolerancias relativas a columnas, con las adaptaciones que procedan si el miembro en cuestión puede verse sometido a compresión axial apreciable, y las correspondientes a trabes en caso contrario. En cascarones rigen las tolerancias relativas a losas, con las adaptaciones que procedan.
 - o. Por razones ajenas al comportamiento estructural, tales como aspecto, o colocación de acabados, pueden imponerse tolerancias más estrictas que las arriba prescritas.
 - p. De no satisfacerse cualquiera de las tolerancias especificadas, el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable; debe estudiar las consecuencias que de ahí deriven y debe tomar las medidas pertinentes para garantizar la estabilidad y correcto funcionamiento de la estructura.

CAPÍTULO 25 - CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES

SECCIÓN 2501 INSTALACIONES DE GAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

2501.1 Normatividad. Las instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias, deben ejecutarse de acuerdo con lo indicado en el proyecto ejecutivo y con lo prescrito en los Capítulos del 42 al 52 y en la normatividad aplicable en cada caso.

2501.2 Almacenaje. Los tubos, conexiones y accesorios, deben almacenarse conforme a lo especificado en la NOM-006-STPS-2014.

2501.3 Equipos y dispositivos de control. Los equipos y dispositivos de control que se coloquen, deben cumplir con los requisitos y características que fije el proyecto ejecutivo y la documentación relativa a la normatividad vigente proporcionada por el fabricante.

2501.4 Instalaciones de gas. Las instalaciones de gas deben ejecutarse conforme a las especificaciones del proyecto ejecutivo y de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 41.

2501.5 Tuberías de cobre para instalaciones de gas. La instalación de tuberías de cobre debe cumplir con la NOM-002-SECRE-2010 y debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- Los tubos deben ser del tipo indicado en el proyecto ejecutivo, sin costura, estirados en frío, sin pliegues, dobleces, ondulaciones y sin daños.
- Los cortes deben ejecutarse a la medida exacta y en ángulo recto con respecto al eje longitudinal y con las herramientas adecuadas para este fin. Los elementos de apoyo o abrazaderas deben colocarse de acuerdo con el proyecto ejecutivo.
- Todos los procesos de uniones de soldadura deben realizarse de acuerdo con el proyecto ejecutivo y con las especificaciones del fabricante, empleando mano de obra especializada.

2501.5.1 Tipos de tubería. Se permite el uso de tuberías de cobre rígidas y flexibles de tipo "L" o de tipo "K", de acero negro, galvanizado, al carbón o inoxidable corrugado o de multicapa de polietileno-aluminio, según sea el tipo de gas y el tipo de presión, siempre que cumplan con los estándares de la NOM-004-SEDG-2004 y de la NMX-X-021-SCFI-2014.

Toda tubería que se pretenda instalar por debajo de pisos, banquetas o pavimentos, antes de colo-

arse, debe probarse como tramo independiente de la instalación general y debe cumplir con lo establecido en la Sección 3604 y Sección 3703.

2501.6 Instalaciones hidráulicas y sanitarias. Las instalaciones hidráulicas y sanitarias deben realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- Deben construirse y probarse conforme a las especificaciones del proyecto ejecutivo y las normas aplicables vigentes. Ver Capítulos del 42 al 47
- Las redes de tuberías instaladas deben cumplir con las pruebas de hermeticidad y se deben probar cargándolas a presión y durante el tiempo mínimo indicado en las normas correspondientes.
- Toda tubería que se pretenda instalar por debajo de pisos, banquetas o pavimentos, antes de colocarse, debe probarse como tramo independiente de la instalación general.

2501.7 Tuberías y conexiones. Las tuberías y conexiones de fierro galvanizado, de cobre, de fibrocemento, de PVC y otros materiales, deben instalarse de acuerdo con lo siguiente:

- Deben emplearse tramos enteros de tubos, nuevos, sin ondulaciones, dobleces y porosidades o grietas tanto en su superficie exterior como interior y deben presentar una sección uniforme.
- Los cortes deben ejecutarse a la medida exacta y en ángulo recto con respecto al eje longitudinal, con herramientas adecuadas para este fin. Los tubos deben instalarse a nivel y a plomo, estar paralelos entre sí, y los cambios de dirección a 45° o a 90° deben realizarse según lo especifique el proyecto.
- La separación entre tuberías debe permitir realizar fácilmente los trabajos de mantenimiento o reparación.
- Se deben realizar oportunamente las preparaciones, pasos, conexiones y demás casos similares en pisos, cubiertas y muros para preservar la integridad estructural del edificio.
- Cualquier elemento estructural con paso de instalaciones debe ser autorizado por el DRO o Corresponsable en Seguridad Estructural, en su caso.

2501.8 Asentamiento de tuberías y habilitación de registros. El asentamiento de tuberías y habilita-

ción de registros se deben realizar de acuerdo con lo siguiente:

- a. Para asentar las tuberías con mortero cemento arena, se debe preparar una cama de arena en el fondo de la excavación, con un espesor de acuerdo con el diámetro del tubo.
- b. Los registros deben ser de muros de tabique rojo recocido, asentado con mezcla cemento arena 1:5, con aplanado pulido en el interior, con tapa de 5 cm. de espesor de concreto de $f'c = 15$ MPa (150 kgf/cm²), con marco y contramarco comercial, piso de 8 cm. de espesor, armado con malla electro soldada 6-6/8-8.
- c. Se permite el uso de registros prefabricados aprobados y certificados para este fin.

SECCIÓN 2502 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

2502.1 Normatividad. La construcción de instalaciones eléctricas, los equipos y dispositivos que se coloquen, deben cumplir con los requisitos, especificaciones y características indicados en el proyecto ejecutivo, en la Parte 9 y en la NOM- 001-SEDE-2012.

2502.2 Supervisión. El supervisor asignado por la autoridad competente debe constatar que la capacidad, dimensiones y demás características de las unidades de iluminación, equipos, accesorios, controles, arrancadores, centros de carga, interruptores termomagnéticos e interruptor de navaja, canalizaciones y cableado que se utilicen cumplan con las especificaciones indicadas en el proyecto y estén de acuerdo con la normatividad aplicable para cada producto.

2502.3 Canalizaciones. Las canalizaciones, ductos, tubos y mangueras para alojar los conductores deben cumplir con la Sección 2502.1. Queda prohibido el uso de mangueras para unir tramos de tubería.

2502.4 Continuidad. Toda instalación eléctrica debe asegurar la continuidad mecánica y eléctrica del sistema de canalización de acuerdo con lo siguiente:

- a. La ampliación de espacios de alumbrado en concentraciones de medidores, tableros de distribución o de control, o en puntos similares, en instalaciones de no más de 600 V entre conductores, debe estar soportada por colgadores a intervalos según lo establezca el proyecto ejecutivo y la normatividad vigente.
- b. Los conductores deben estar totalmente cubiertos con un espesor mínimo de lámina de 1.59 mm, calibre 16 y no deben contener interruptores,

arrancadores u otros dispositivos de protección o control.

- c. Deben llevar ménsulas en su interior a cada 60 cm en las que deben apoyarse los conductores, debiendo conservar éstos la misma posición relativa dentro y a lo largo del ducto. El espacio ocupado por los conductores no debe ser mayor del 40% de la sección interior del ducto.
- d. Deben llevar preparaciones para hacer derivaciones o conexiones de tubería conduit a interruptores o arrancadores, así como tapas que los hagan fácilmente registrables.
- e. Cuando atraviesen muros o pisos, deben pasar en tramos completos sin uniones, se deben utilizar las conexiones especiales que requieran en sus uniones entre tramo y tramo, bajadas y cambios de dirección.

SECCIÓN 2503 INSTALACIONES ESPECIALES

2503.1 Normatividad. Los sistemas de red de teléfonos, intercomunicaciones y sonido, el sistema de aire acondicionado, sistema hidroneumático y elevadores instalados en un edificio, deben ajustarse a los lineamientos que estipule el proyecto ejecutivo y a las especificaciones que establecen la normatividad y las demás disposiciones aplicables, en particular las subestaciones y plantas de emergencia y el sistema de agua y aire caliente. Ver Capítulos del 32 al 38 y Capítulo 52.

2503.2 Maniobra. La carga, transporte, descarga y almacenamiento de los materiales, dispositivos y equipos que intervengan en la obra, además de cumplir con la NOM-006-STPS-2014, debe cumplir con lo siguiente:

- a. Debe hacerse de manera tal que se garantice su integridad y buen estado al momento de ser utilizados.
- b. Debe vigilarse que conserven su empaque, etiquetado y embalaje con el que fueron enviados de origen.
- c. Su almacenamiento debe ser en lugares seguros, limpios y libres de humedad, contaminantes y otros materiales inapropiados que pudieran afectarlos.

2503.3 Equipos. Los equipos se deben instalar tal como lo indique el proyecto y de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

2503.4 Requisitos de ejecución. Las instalaciones especiales se deben realizar en su oportunidad de

acuerdo con el programa, para evitar romper pisos, recubrimientos, muros y en general cualquier elemento del edificio. La mano de obra que se utilice debe ser especializada para este tipo de instalaciones.

2503.5 Pruebas. Las verificaciones de las instalaciones especiales deben realizarse conforme las especificaciones del fabricante lo indiquen y con el visto bueno del DRO.

2503.6 Red telefónica. El proyecto e instalación de la red telefónica debe ser previamente autorizado por la compañía proveedora del servicio y aprobado por el DRO; además de cumplir con lo siguiente:

- a. Debe instalarse de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 52.
- b. Los conductores se deben alojar en los ductos o tuberías destinados específicamente para la red telefónica. En ningún caso se deben colocar en ductos o tuberías destinadas a instalaciones de alumbrado o fuerza.
- c. La instalación de los equipos y redes de intercomunicación y sonido se debe ejecutar de acuerdo con las recomendaciones propuestas por el fabricante, previamente aprobadas por la compañía suministradora del servicio y por el DRO.

El montaje de los equipos de intercomunicación y sonido se debe ejecutar de acuerdo con las recomendaciones propuestas por el fabricante, previamente aprobadas por la compañía suministradora del servicio y por el DRO.

2503.7 Equipos Mecánicos. Los equipos mecánicos deben instalarse de acuerdo con los procedimientos indicados en la Parte 7; específicamente dentro de las siguientes capítulos:

- Capítulo 34: Equipos de calefacción y enfriamiento.
- Capítulo 35: Sistemas de extracción.
- Capítulo 36: Sistemas de ductos.
- Capítulo 37: Aire para combustión.
- Capítulo 38: Chimeneas y respiraderos

2503.7.1 Diseño e instalación de ductos. El diseño e instalación de ductos debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- a. Los ductos para suministro de aire acondicionado y los de recirculación o ventilación, deben ser de lámina galvanizada engargolada.
- b. El calibre de lámina debe seleccionarse de acuer-

do con la dimensión del lado mayor del ducto de lámina galvanizada:

- Hasta 30 cm: # 26
- De 31 cm a 76 cm: # 24
- De 77 cm a 137 cm: # 22
- De 138 cm a 214 cm: # 20
- Mayores de 214 cm: # 18

- c. Los ductos se deben sujetar a la losa y elementos estructurales por medio de cinchos de lámina galvanizada y tirantes de alambre, que se anclan a los elementos de sujeción previamente colocados.
- d. Los ductos suministradores de aire colocados en el interior deben recubrirse con aislamiento térmico de fibra de vidrio de 25 mm de espesor, revestidos con papel de aluminio.
- e. Los ductos de aire recirculado deben recubrirse únicamente cuando pasen por los locales no acondicionados. Los ductos exteriores, expuestos a la intemperie, deben recubrirse con aislamiento térmico a base de fibra de vidrio de 50 mm de espesor, revestidos con papel de aluminio, y protegidos con aplanado sobre metal desplegado o paneles montados sobre una estructura, en ambos casos, independiente de los ductos.
- f. La inyección de aire a los locales acondicionados debe hacerse a través de difusores provistos de deflectores para la corrección del flujo, o de compuertas para el control del volumen.
- g. En las salidas de extracción o retorno deben colocarse difusores o rejillas con las características indicadas en el proyecto.

2503.7.2 Almacén. Se debe disponer de un local apropiado para almacenar la lámina galvanizada e instalar las prensas dobladoras del contratista, para la fabricación de los ductos. Asimismo, se deben almacenar apropiadamente los equipos y accesorios.

Se deben las líneas de energía eléctrica, agua, desagües y demás instalaciones auxiliares que sirven, de acuerdo proyecto ejecutivo.

2503.7.3 Trayectoria de los ductos. La trayectoria de los ductos debe cumplir con las condiciones del proyecto y no debe interferir con otras canalizaciones de servicio. Si por necesidades de obra se requiere cambiar la sección de los ductos, se debe consultar previamente al técnico responsable del proyecto así como al DRO. Los planos de

instalación de ductos se deben cotejar con los planos arquitectónicos y los estructurales.

2503.7.4 Amortiguamiento de ruidos. Para el amortiguamiento de ruidos producidos por los equipos y ductos se debe realizar lo siguiente:

- a. Todos los motores y ventiladores integrales deben instalarse sobre bases de neopreno con objeto de aislar las vibraciones y disminuir el ruido que transmiten.
- b. Las unidades, paquetes o manejadoras que se instalen en azoteas, se deben colocar sobre bases firmes como bastidores de ángulo de acero o concreto, de preferencia sobre tacones de neopreno.
- c. Los ductos no deben hacer contacto con otros elementos que puedan producir ruido.
- d. La colocación del aislante térmico indicado en el proyecto también funciona como amortiguador de ruido.
- e. El tramo de ducto entre el ventilador y los ductos metálicos debe ser de lona flexible e impermeable y por lo menos de 15 cm de longitud.

2503.7.5 Protección contra fugas. Cuando se proyecte un falso plafón para que opere como un ducto de cámara plena, éste debe construirse herméticamente, cuidando de manera especial los lugares donde se ubican las lámparas, ya que cualquier fuga de aire puede provocar manchas en plafones y paredes, además de disminuir el desempeño del sistema.

2503.7.6 Guías mecánicas y habilitamiento. Los equipos mecánicos deben cumplir con las especificaciones de proyecto, además de lo siguiente:

- a. El contratista debe entregar las guías mecánicas de los equipos las cuales deben indicar las dimensiones de las máquinas y sus bases, ubicación y forma de los apoyos, así como los requerimientos de energía eléctrica, agua y desagüe entre otros.
- b. Se deben habilitar las líneas de energía eléctrica, agua, desagües y demás instalaciones auxiliares que sirven a los equipos de acuerdo con el proyecto ejecutivo.
- c. El calibre de los conductores de alimentación eléctrica de los equipos debe corresponder con las especificaciones del proyecto.

2503.7.7 Pruebas parciales. En adición a la prueba general de los equipos mecánicos, las líneas

eléctricas e hidráulicas auxiliares se deben someter a las pruebas de funcionamiento parciales requeridas.

2503.7.8 Protección, mantenimiento y reemplazo. Los equipos deben estar protegidos con fusibles o pastillas termomagnéticas cuyo amperaje debe estar determinado por el consumo que indique la placa del motor. Se deben instalar válvulas de corte e interruptores de corriente en cada equipo para que puedan ser desconectados en caso de requerir mantenimiento o reemplazo, sin alterar el funcionamiento general de las redes.

2503.7.9 Llaves de purga. Las llaves de purga de las líneas que conducen vapor deben estar colocadas en sitios accesibles para facilitar su mantenimiento y operación.

2503.7.10 Prueba general de funcionamiento. Previa a la entrega y recepción de los equipos mecánicos, se debe realizar la prueba general de funcionamiento en presencia del responsable técnico y el DRO a satisfacción del propietario y de la autoridad competente.

La instalación de equipos y ductos debe funcionar satisfactoriamente observando el balanceo entre locales de presión positiva y negativa, así como las velocidades de aire en las salidas de ductos de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

CAPÍTULO 26 - CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO

SECCIÓN 2601 ESTRUCTURAS DE ACERO

2601.1 Generalidades. Las disposiciones de la Sección 2601 se deben complementar con las correspondientes de la última edición del Código de Prácticas Generales del Manual de Construcción en Acero del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, A.C. (I.M.C.A.) o del Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges, publicado por el Instituto Americano de la Construcción en Acero (A.I.S.C.).

2601.2 Planos y dibujos. Se deben elaborar planos de anclas, de fabricación y de montaje. En los planos de anclas se deben indicar todos los elementos que deben quedar ahogados en la cimentación o en la estructura de concreto en la que se apoye la estructura metálica, y que son necesarios para transmitir las acciones que cada una de ellas ejerce sobre la otra.

En los planos de fabricación, también conocidos como planos de taller o de detalle, se debe proporcionar toda la información necesaria para la ejecución de la estructura en el taller, y en los de montaje se debe indicar la posición de los diversos elementos que componen la estructura y se deben señalar las juntas de campo entre ellos, con indicaciones precisas para su elaboración. Los planos de fabricación se deben preparar antes de iniciar la fabricación de la estructura.

Tanto en los planos de fabricación y de montaje como en los dibujos y esquemas de las memorias de cálculo deben indicarse las soldaduras por medio de símbolos que representen claramente, y sin ambigüedades, su posición, dimensiones, características, preparaciones en el metal base y otros. Cuando sea necesario, esos símbolos se deben complementar con notas en el plano. En todos los casos deben indicarse, con toda claridad, los remaches, tornillos o soldaduras que se coloquen en el taller y aquellos que deben instalarse en la obra.

Los dibujos de taller se deben hacer siguiendo la práctica más moderna y en su elaboración se tendrán en cuenta los factores de rapidez y economía en fabricación y montaje que sean significativos en cada caso.

2601.2 Fabricación. La fabricación de estructuras metálicas, debe cumplir con las indicaciones establecidas en esta sección.

2601.3.1 Enderezado. Todo el material que se utilice en estructuras de acero debe enderezarse

previamente, excepto en los casos en que por las condiciones del proyecto tenga forma curva. El enderezado se debe hacer de preferencia en frío, por medios mecánicos, pero puede aplicarse también calor, en zonas locales. La temperatura de las zonas calentadas, medida por medio de procedimientos adecuados, no debe sobrepasar 923 K (650°C).

Los procedimientos de enderezado pueden utilizarse también para dar contraflecha a elementos estructurales que la requieran.

2601.3.2 Cortes. Los cortes pueden hacerse con cizalla, sierra o soplete; estos últimos se deben hacer, de preferencia, a máquina. Los cortes con soplete requieren un acabado correcto, libre de rebabas. Se admiten muescas o depresiones ocasionales de no más de 5mm de profundidad, pero todas las que tengan profundidades mayores deben eliminarse con esmeril o repararse con soldadura. Los cortes en ángulo deben hacerse con el mayor radio posible, nunca menor de 25 mm, para proporcionar una transición continua y suave. Si se requiere un contorno específico, se debe indicar en los planos de fabricación.

Las preparaciones de los bordes de piezas en los que se vaya a depositar soldadura pueden efectuarse con soplete.

Los extremos de piezas que transmiten compresión por contacto directo tienen que prepararse adecuadamente por medio de cortes muy cuidadosos, cepillado u otros medios que proporcionen un acabado semejante.

2601.3.3 Estructuras soldadas. Las técnicas de soldadura, mano de obra, apariencia y calidad de las soldaduras y los métodos utilizados para corregir defectos, deben estar de acuerdo con la última versión de Structural Welding Code-Steel, AWS D1.1, de la Sociedad Americana de la Soldadura (**American Welding Society**). En esta sección se señalan sólo algunos de los aspectos principales.

2601.3.3.1 Preparación del material. Las superficies en que se vaya a depositar la soldadura deben estar libres de costras, escoria, óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño, debiendo quedar tersas, uniformes y libres de rebabas, y no presentar desgarraduras, grietas u otros defectos que puedan disminuir la eficiencia de la junta soldada; se permite que haya costras de laminado que resistan

un cepillado vigoroso con cepillo de alambre, un recubrimiento anticorrosivo delgado, o un compuesto para evitar las salpicaduras de soldadura. Siempre que sea posible, la preparación de bordes por medio de soplete oxiacetilénico se debe efectuar con sopletes guiados mecánicamente.

2601.3.3.2 Armado. Las piezas entre las que se van a colocar soldaduras de filete deben ponerse en contacto; cuando esto no sea posible, su separación no debe exceder de 5 mm. Si la separación es de 1.5mm, o mayor, el tamaño de la soldadura de filete se debe aumentar en una cantidad igual a la separación. La separación entre las superficies en contacto de juntas traslapadas, así como entre las placas de juntas a tope y la placa de respaldo, no debe exceder de 1.5 mm.

En zonas de la estructura expuestas a la intemperie, que no puedan pintarse por el interior, el ajuste de las juntas que no estén selladas por soldaduras en toda su longitud debe ser tal que, una vez pintadas, no pueda introducirse el agua.

Las partes que se vayan a soldar a tope deben alinearse cuidadosamente, corrigiendo faltas en el alineamiento mayores que 1/10 del grueso de la parte más delgada, y también las mayores de 3 mm.

Siempre que sea posible, las piezas por soldar se deben colocar de manera que la soldadura se deposite en posición plana.

Las partes por soldar se deben mantener en su posición correcta hasta terminar el proceso de soldadura, mediante el empleo de pernos, prensas, cuñas, tirantes, puntales u otros dispositivos adecuados, o por medio de puntos provisionales de soldadura. En todos los casos se deben tener en cuenta las deformaciones producidas por la soldadura durante su colocación.

Los puntos provisionales de soldadura deben cumplir los mismos requisitos de las soldaduras finales; si se incorporan en éstas, se deben hacer con los mismos electrodos que ellas, y se deben limpiar cuidadosamente; en caso contrario, se deben remover con un esmeril hasta emparejar la superficie original del metal base.

Al armar y unir partes de una estructura o de miembros compuestos se deben seguir procedimientos y secuencias en la colocación de las soldaduras que eliminen distorsiones innecesarias y minimicen los esfuerzos de contracción. Cuando no sea posible evitar esfuerzos residuales altos al cerrar soldaduras en conjuntos

rígidos, el cierre se debe hacer en elementos que trabajen en compresión.

Al fabricar vigas con cubreplacas y miembros compuestos por varias placas o perfiles, deben hacerse las uniones de taller en cada una de las partes que las componen antes de unir las diferentes partes entre sí. Las vigas armadas largas pueden hacerse soldando varios subconjuntos, cada uno de ellos fabricado como se indica en el párrafo anterior.

2601.3.3.3 Soldaduras de penetración completa. Deben biselarse los extremos de las placas entre las que va a colocarse la soldadura para permitir el acceso del electrodo, y utilizarse placa de respaldo o, de no ser así, debe quitarse con un cincel o con otro medio adecuado la capa inicial de la raíz de la soldadura, hasta descubrir material sano y antes de colocar la soldadura por el segundo lado, para lograr fusión completa en toda la sección transversal. En placas delgadas a tope el bisel puede no ser necesario.

Cuando se use placa de respaldo de material igual al metal base, debe quedar fundida con la primera capa de metal de aportación. Excepto en los casos en que se indique lo contrario en los planos de fabricación o montaje, no es necesario quitar la placa de respaldo, pero puede hacerse si se desea, tomando las precauciones necesarias para no dañar ni el metal base ni el depositado.

Los extremos de las soldaduras de penetración completa deben terminarse de una manera que asegure su sanidad; para ello se deben usar, siempre que sea posible, placas de extensión, las que se deben remover después de terminar la soldadura, dejando los extremos de ésta lisos y alineados con las partes unidas.

En soldaduras depositadas en varios pasos debe quitarse la escoria de cada uno de ellos antes de colocar el siguiente.

2601.3.3.4 Precalentamiento. Antes de depositar la soldadura, el metal base debe precalentarse a una temperatura suficiente para evitar la formación de grietas. Esa temperatura debe conservarse durante todo el proceso de colocación de la soldadura, en una distancia cuando menos igual al espesor de la parte soldada más gruesa, pero no menor de 75 mm, en todas las direcciones, alrededor del punto en el que se está depositando el metal de aportación.

Se exceptúan los puntos de soldadura colocados durante el armado de la estructura que se vuelvan a fundir y queden incorporados en sol-

daduras continuas, realizadas por el proceso de arco sumergido.

En la Tabla 2601.3.3.4 se indican las temperaturas mínimas de precalentamiento para algunos aceros usuales.

Cuando el metal base esté a una temperatura inferior a 273 K (0°C) debe precalentarse a 293 K (20°C) como mínimo, o a la temperatura de precalentamiento, si ésta es mayor, antes de efectuar cualquier soldadura, aun puntos para armado.

2601.3.3.5 Inspección. Todas las soldaduras, incluyendo los puntos provisionales, debe sern realizadas por personal calificado.

Antes de depositar la soldadura deben revisarse los bordes de las piezas en los que se debe colocar, para cerciorarse de que los biseles, holguras y otros, son correctos y están de acuerdo con los planos.

Una vez realizadas, las uniones soldadas deben inspeccionarse ocularmente, y se deben reparar todas las que presenten defectos aparentes de importancia, tales como tamaño insuficiente, cráteres o socavaciones del metal base. Toda soldadura agrietada debe rechazarse.

Cuando haya dudas, y en juntas importantes de penetración completa, la revisión se debe complementar por medio de ensayos no destructivos. En cada caso se debe hacer un número de pruebas no destructivas de soldaduras de taller suficiente para abarcar los diferentes tipos que haya en la estructura para formarse una idea general de su calidad. En soldaduras de campo se debe aumentar el número de pruebas, y éstas se deben efectuar en todas las soldaduras de penetración en material de más de 20 mm de

grueso y en un porcentaje elevado de las soldaduras efectuadas sobre cabeza.

2601.3.4 Estructuras remachadas o atornilladas. El uso de los tornillos de alta resistencia se debe hacer de acuerdo con la última versión de las Especificaciones para Uniones Estructurales con Tornillos ASTM A325 o A490 del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, A.C., o de *Load and Resistance Factor Design Specification For Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts*, del Consejo de Investigación sobre Conexiones Estructurales (RCSC).

2601.3.4.1 Armado. Todas las partes de miembros que estén en proceso de colocación de remaches o tornillos se deben mantener en contacto entre sí rígidamente, por medio de tornillos provisionales. Durante la colocación de las partes que se unan entre sí no debe distorsionarse el metal ni agrandarse los agujeros. Una concordancia pobre entre agujeros es motivo de rechazo.

Las superficies de partes unidas con tornillos de alta resistencia que estén en contacto con la cabeza del tornillo o con la tuerca deben tener una pendiente no mayor que 1:20 con respecto a un plano normal al eje del tornillo. Si la pendiente es mayor se deben utilizar roldanas endurecidas para compensar la falta de paralelismo. Las partes unidas con tornillos de alta resistencia deben ajustarse perfectamente, sin que haya ningún material compresible entre ellas. Todas las superficies de las juntas, incluyendo las adyacentes a las roldanas, deben estar libres de costras de laminado, exceptuando las que resistan un cepillado vigoroso hecho con cepillo de alambre, así como de basura, escoria o cualquier otro defecto que impida que las partes se asienten perfectamente. Las superficies de contacto en conexiones por fricción deben estar li-

TABLA 2601.3.3.4 TEMPERATURA MÍNIMA DE PRECALENTAMIENTO, EN GRADOS K (°C) ¹

GRUESO MÁXIMO DEL METAL BASE EN EL PUNTO DE COLOCACIÓN DE LA SOLDADURA, mm (pulgadas)	PROCESO DE SOLDADURA	
	Arco eléctrico con electrodo recubierto que no sea de bajo contenido de hidrógeno Aceros B254 (A36) y B99 (A529)	Arco eléctrico con electrodo recubierto de bajo contenido de hidrógeno, arco sumergido, arco eléctrico protegido con gases inertes, arco eléctrico con electrodo con corazón de fundente Aceros B254 (A36), B284 (A572), Gr. 42 y 50, y B99 (A529)
menor o igual que 19 (≤ 3/4)	Ninguna	Ninguna
más de 19 hasta 38 (3/4 a 1 1/2)	343 (70)	283 (10)
más de 38 hasta 64 (1 1/2 a 2 1/2)	383 (110)	343 (70)
mayor que 64 (> 2 1/2)	423 (150)	383 (110)

¹ Para aceros que no aparezcan en esta tabla, ver AWS D1.1, en su última versión.

bres de aceite, pintura y otros recubrimientos, excepto en los casos en que se cuente con información sobre el comportamiento de conexiones entre partes con superficies de características especiales.

Dependiendo del tipo de conexión, puede requerirse que a los tornillos A325 y A490 se les imprima una tensión de apriete por el método de la vuelta de la tuerca, con un indicador directo de tensión, o con una llave de tuercas calibrada, o se deben utilizar tornillos cuyo diseño permita conocer la tensión a la que están sometidos. Cuando se emplea el método de la vuelta de la tuerca no se requieren roldanas endurecidas, excepto cuando se usan tornillos A490 para conectar material que tenga un límite de fluencia especificado menor que 275 MPa (2800 kg/cm²); en ese caso se deben colocar roldanas endurecidas bajo la tuerca y la cabeza del tornillo.

2601.3.4.2 Colocación de remaches y tornillos ordinarios A307. Los remaches deben colocarse por medio de remachadoras de compresión u operadas manualmente, neumáticas, hidráulicas o eléctricas. Una vez colocados, deben llenar totalmente el agujero y quedar apretados, con sus cabezas en contacto completo con la superficie.

Los remaches se colocan en caliente; sus cabezas terminadas deben tener una forma aproximadamente semiesférica, entera, bien acabada y concéntrica con los agujeros, de tamaño uniforme para un mismo diámetro. Antes de colocarlos se calientan uniformemente a una temperatura no mayor de 1273 K (1000°C), la que debe mantenerse a no menos de 813 K (540°C) durante la colocación.

Antes de colocar los remaches o tornillos se deben revisar la posición, alineamiento y diámetro de los agujeros, y posteriormente se debe comprobar que sus cabezas estén formadas correctamente y se deben revisar por medios acústicos y, en el caso de tornillos, se debe verificar que las tuercas estén correctamente apretadas y que se hayan colocado las roldanas, cuando se haya especificado su uso. La rosca del tornillo debe sobresalir de la tuerca no menos de 3 mm.

2601.3.4.3 Agujeros para construcción atornillada o remachada. Los tipos de agujeros reconocidos por esta sección son los estándar, los sobredimensionados, los alargados cortos y los alargados largos.

Los agujeros debe ser estándar, excepto en los casos en que el diseñador apruebe, en conexiones atornilladas, el uso de agujeros de algún otro tipo.

Los agujeros pueden punzonarse en material de grueso no mayor que el diámetro nominal de los remaches o tornillos más 3 mm ($\frac{1}{8}$ pulg.), pero deben taladrarse o punzonarse a un diámetro menor, y después rimarse, cuando el material es más grueso. El dado para todos los agujeros subpunzonados, y el taladro para los subtaladrados, debe ser cuando menos 1.5 mm ($\frac{1}{16}$ pulg.) menor que el diámetro nominal del remache o tornillo.

2601.3.5 Tolerancias en las dimensiones. Las piezas terminadas en taller deben estar libres de torceduras y dobleces locales, y sus juntas deben quedar acabadas correctamente. En miembros que trabajen en compresión en la estructura terminada no se permiten desviaciones, con respecto a la línea recta que une sus extremos, mayores de un milésimo de la distancia entre puntos que deben estar soportados lateralmente en la estructura terminada.

La distancia máxima, con respecto a la longitud teórica, que se permite en miembros que tengan sus dos extremos cepillados para trabajar por contacto directo, es un milímetro. En piezas no cepilladas, de longitud no mayor de diez metros, se permite una discrepancia de 1.5 mm, la que aumenta a 3 mm, cuando la longitud de la pieza es mayor que la indicada.

2601.3.6 Acabado de bases de columnas. Las bases de columnas y las placas de base cumplirán los requisitos siguientes:

- a. No es necesario cepillar las placas de base de grueso no mayor de 51 mm (2 pulg.), siempre que se obtenga un contacto satisfactorio. Las placas de grueso comprendido entre más de 51 mm (2 pulg.) y 102 mm (4 pulg.) pueden enderezarse por medio de prensas o, si no se cuenta con las prensas adecuadas, pueden cepillarse todas las superficies necesarias para obtener un contacto satisfactorio, con las excepciones indicadas en los Incisos b y c. Si el grueso de las placas es mayor que 102 mm (4 pulg.) se deben cepillar todas las superficies en contacto, excepto en los casos que se indican en los Incisos b y c.
- b. No es necesario cepillar las superficies inferiores de las placas de base cuando se inyecte bajo ellas un mortero de resistencia adecuada que asegure un contacto completo con la cimentación.
- c. No es necesario cepillar las superficies superiores de las placas de base ni las inferiores de las columnas cuando la unión entre ambas se haga por medio de soldaduras de penetración completa.

2601.3.7 Pintura. Después de inspeccionadas y aprobadas, y antes de salir del taller, todas las pie-

zas que deben pintarse se limpian cepillándolas vigorosamente, a mano, con cepillo de alambre, o con chorro de arena, para eliminar escamas de laminado, óxido, escoria de soldadura, basura y, en general, toda materia extraña. Los depósitos de aceite y grasa se deben remover por medio de solventes.

Las piezas que no requieran pintura de taller se deben limpiar también, siguiendo procedimientos análogos a los indicados en el párrafo anterior.

A menos que se especifique otra cosa, las piezas de acero que vayan a quedar cubiertas por acabados interiores del edificio no necesitan pintarse, y las que vayan a quedar ahogadas en concreto no deben pintarse. Todo el material restante debe recibir en el taller una mano de pintura anticorrosiva, aplicada cuidadosa y uniformemente sobre superficies secas y limpias, por medio de brocha, pistola de aire, rodillo o por inmersión.

El objeto de la pintura de taller es proteger el acero durante un período de tiempo corto, y puede servir como base para la pintura final, que se debe efectuar en obra.

Las superficies que sean inaccesibles después del armado de las piezas deben pintarse antes.

Todas las superficies que se encuentren a no más de 50 mm de distancia de las zonas en que se depositen soldaduras de taller o de campo deben estar libres de materiales que dificulten la obtención de soldaduras sanas o que produzcan humos perjudiciales.

Cuando un elemento estructural esté expuesto a los agentes atmosféricos, todas las partes que lo componen deben ser accesibles de manera que puedan limpiarse y pintarse.

2601.4 Montaje. Los procedimientos de montaje deben realizarse, en su caso, de acuerdo con lo indicado en esta sección.

2601.4.1 Condiciones generales. El montaje debe efectuarse con equipo apropiado, que ofrezca la mayor seguridad posible. Durante la carga, transporte y descarga del material, y durante el montaje, se adoptarán las precauciones necesarias para no producir deformaciones ni esfuerzos excesivos. Si a pesar de ello algunas de las piezas se maltratan y deforman, deben ser enderezadas o repuestas, según el caso, antes de montarlas, permitiéndose las mismas tolerancias que en trabajos de taller.

2601.4.2 Anclajes. Antes de iniciar el montaje de la estructura se revisará la posición de las anclas, que habrán sido colocadas previamente, y en ca-

so de que haya discrepancias, en planta o en elevación, con respecto a las posiciones mostradas en planos, se tomarán las providencias necesarias para corregirlas o compensarlas.

2601.4.3 Conexiones provisionales. Durante el montaje, los diversos elementos que constituyen la estructura deben sostenerse individualmente, o ligarse entre sí por medio de tornillos, pernos o soldaduras provisionales que proporcionen la resistencia requerida en esta sección, bajo la acción de cargas muertas y esfuerzos de montaje, viento o sismo. Así mismo, deben tenerse en cuenta los efectos de cargas producidas por materiales, equipo de montaje y otros. Cuando sea necesario, se debe colocar en la estructura los atiesadores y contravientos provisionales requeridos para resistir los efectos mencionados.

2601.4.4 Tolerancias. Se debe considerar que cada una de las piezas que componen una estructura está correctamente plomeada, nivelada y alineada, si la tangente del ángulo que forma la recta que une los extremos de la pieza con el eje de proyecto no excede de 1/500. En vigas teóricamente horizontales es suficiente revisar que las proyecciones vertical y horizontal de su eje satisfacen la condición anterior. Deben cumplirse, además las condiciones siguientes:

- a. El desplazamiento del eje de columnas adyacentes a cubos de elevadores, medido con respecto al eje teórico, no debe ser mayor de 25 mm en ningún punto en los primeros 20 pisos.
- b. El desplazamiento del eje de columnas exteriores, medido con respecto al eje teórico, no es mayor de 25mm hacia fuera del edificio, ni 50 mm hacia dentro, en ningún punto en los primeros 20 pisos.

2601.3.5 Alineado y plomeado. No se deben colocar remaches, pernos ni soldadura permanente, hasta que la parte de la estructura que quede rigidizada por ellos esté alineada y plomeada.

2601.3.6 Ajuste de juntas de compresión en columnas. Se aceptan faltas de contacto por apoyo directo, independientemente del tipo de unión empleado (soldadura de penetración parcial, remaches o tornillos), siempre que la separación entre las partes no exceda de 1.5 mm. Si la separación es mayor de 1.5 mm, pero menor de 6 mm, y una investigación ingenieril muestra que no hay suficiente área de contacto, el espacio entre las dos partes debe llenarse con láminas de acero de grueso constante. Las láminas de relleno pueden ser de acero dulce, cualquiera que sea el tipo del material principal.

CAPÍTULO 27- CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE SECCIÓN COMPUESTA

SECCIÓN 2701 ESTRUCTURAS DE SECCIÓN COMPUESTA

2701.1 Generalidades. La construcción de estructuras de sección compuesta se debe de ejecutar de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 26.

CAPÍTULO 28 - CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS

SECCIÓN 2801 ESTRUCTURAS PREFABRICADAS

2801.1 Generalidades. Se conoce como prefabricación al sistema constructivo basado en el diseño y producción de componentes elaborados en una fábrica (unidades de producción fijas o móviles), o a pie de obra, antes de su colocación definitiva tras una fase de montaje simple y precisa, para conformar el todo o una parte del edificio.

2801.2 Preliminares. Previo a la prefabricación de los elementos estructurales del edificio el proyecto ejecutivo debe contar con la siguiente información mínima:

- a. Plano de ubicación general de la obra.
- b. Planos estructurales.
- c. Planos de modulación de plantas, secciones y elevaciones.
- d. Relación y especificaciones de los elementos prefabricados.
- e. En caso de que la producción se realice en el sitio, deben proveerse los planos detallados de los elementos prefabricados.

Adicionalmente, se debe realizar lo siguiente:

- a. Analizar las características y particularidades del sitio de la obra.
- b. Zonificación de áreas para la instalación temporal de naves o áreas de fabricación en sitio, almacenes fijos o itinerantes, patios de maniobra, accesos y rutas de transportación.

El proyecto de programación de obra debe considerar todos los aspectos relacionados con el montaje, desde las diferentes posiciones posibles de las grúas hasta las áreas de almacenamiento de los elementos y las diferentes fases del montaje.

2801.3 Prefabricación sustentable. Las etapas de construcción con elementos prefabricados deben regirse por los principios sustentables de estandarización, economía, disminución de tiempos, ahorro energético, seguridad general y desempeño del personal obrero y técnico que convergen en las etapas de fabricación, almacenamiento, transporte y montaje de acuerdo con lo siguiente:

- a. Fabricación. Asegurar que la unidad de prefabricación esté próxima o inmediata a la zona de almacenaje y la línea de montaje.

- b. Almacenamiento. Instalación de almacenes itinerantes que acompañen la línea de montaje.
- c. Transporte. Disminución máxima de las distancias de recorrido entre la fábrica, el almacén y la línea de montaje.
- d. Montaje. Asegurar el mayor número de montajes de forma manual y disminuir al máximo el uso de equipos mecánicos de izaje semipesado y pesado.

2801.4 Modulación reticular. En toda edificación de producción en serie, a base de elementos prefabricados, se debe emplear un sistema geométrico de modulación reticular tridimensional para estandarizar la fabricación, almacenamiento, transportación y montaje de piezas. Se acepta que la modulación reticular sea de diferentes tamaños, siempre que se efectúe en múltiplos estándares del módulo base de diseño, o máximo común divisor, empleando el sistema métrico decimal o bien el sistema inglés, según convenga.

2801.5 Clasificación de elementos prefabricados. La clasificación de los elementos estructurales prefabricados se debe especificar según el peso y dimensiones, la forma que tengan y los materiales de los que estén elaborados, ver Tabla 2801.5:

**TABLA 2801.5
CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS**

CARACTERÍSTICAS	CLASIFICACIÓN
Peso y dimensiones	Prefabricados livianos. Peso igual o menor a 50 kg. Montaje manual, poleas y tecles.
	Prefabricados semipesados. Peso igual o menor a 500 kg. Montaje mecánico con unidades fijas y móviles de izaje ligero y semipesado.
	Prefabricados pesados. Con peso mayor a 500 kg. Montaje mecánico con grúas móviles, fijas o viajeras de izaje pesado.

-continúa-

TABLA 2801.5
CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS
-continuación-

CARACTERÍSTICAS	CLASIFICACIÓN
Forma	Dados y candeleros de cimentación.
	Paneles estructurales
	Placas estructurales
	Elementos lineales como pilotes, columnas y trabes.
	Sistemas de piso a base de vigueta y bovedilla, losas extruidas o alveoladas y placas precoladas.
Materiales	Concreto armado, pretensado o postensado.
	Elementos híbridos

2801.6 Modo de prefabricación de elementos. Para determinar el modo de prefabricación, en planta o in situ, de los elementos, se debe cumplir con lo siguiente:

- a. De preferencia producir en planta los elementos prefabricados de carácter típico y repetitivo que tengan un peso no mayor de 5 ton.
- b. Siempre que los elementos prefabricados requieran del uso de tecnologías especiales, como, pretensado, concretos especiales o formas especiales, es recomendable su producción industrializada en planta.
- c. Cuando los elementos son demasiado pesados y no típicos ni repetitivos, se debe evaluar su producción a pie de obra, in situ, con el fin de evitar complicaciones de traslado hacia la línea de obra, pero siempre evaluando la viabilidad técnica y económica para llevarla a cabo.

2801.7 Montaje. La etapa de montaje de la cimentación, estructura portante y sistema de pisos prefabricados del edificio, debe cumplir con lo establecido en esta sección.

2801.7.1 Preliminares de montaje. Antes del arranque de la etapa de montaje, se deben realizar los siguientes trabajos preliminares:

- a. Inventario de elementos prefabricados.
 - i. Cantidad y codificación de los elementos prefabricados.
 - ii. Peso de los elementos.
 - iii. Tecnología de producción.

iv. Observaciones.

b. Determinación del tipo de grúa y equipos auxiliares.

- i. Grúa telescópica con rodado de neumáticos.
- ii. Grúa con rodado de oruga.
- iii. Grúa de tipo torre.
- iv. Grúa especial de pórtico, mástiles y otros.

c. Medios de almacenamiento y re-almacenamiento.

- i. Transporte.
- ii. Accesos.
- iii. Almacenamiento.
- iv. Re-almacenamiento.
- v. Elaboración a pie de obra (in situ).

d. Sistema de izaje.

- i. Izaje de elementos livianos y semipesados.
- ii. Izaje de elementos pesados.
- iii. Izaje especial.

e. Elaboración de planos y documentos.

- i. Sucesión de montaje: dados, candeleros, columnas, vigas, sistemas de piso y otros.
- ii. División del edificio en partes.
- iii. Posiciones y recorridos de grúas.
- iv. Cronogramas de montaje.
- v. Instalaciones provisionales.
- vi. Evaluación de necesidades de energía eléctrica.

2801.7.2 Selección de la grúa y equipos auxiliares. La selección de la grúa y los equipos o útiles auxiliares de montaje, como etapa importante y decisiva por su influencia en el resto de las etapas de montaje y en los resultados finales de la calidad del trabajo, debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a. Determinar las dimensiones de los elementos más pesados, para seleccionar la grúa de mejor desempeño en función de los parámetros de costos, radio, giros y alcance de la pluma de los puntos de almacenamiento hacia la línea de montaje.
- b. Precisar los parámetros de operación requeridos como longitud de pluma, altura, capaci-

dad máxima de carga, radios máximos y mínimos de alcance y otros.

- c. Elaborar un esquema para evaluar el comportamiento paramétrico de la grúa frente al esquema modular de la estructura del edificio.
- d. Realizar un análisis de los puntos críticos y condiciones especiales de la obra, tales como líneas aéreas de energía eléctrica, construcciones existentes, infraestructura, árboles u obstáculos verticales entre otros.
- e. Determinar, desde el punto de vista de la rapidez en el montaje, el mayor tiempo que la grúa pueda operar sin el empleo de los apoyos hidráulicos y con una longitud de pluma constante; pero sin descuidar la necesaria estabilidad de la grúa y la máxima seguridad durante su uso y operación.
- f. Seleccionar los equipos auxiliares de montaje tales como unidades de transporte, sistema de suministro de energía eléctrica, poleas, tecles, malacates, cables, cadenas, ganchos, pasadores, estribos y otros.

2801.7.3 Modo de transporte. Los elementos prefabricados comunes y ligeros, se deben trasladar por medios de transporte convencionales como unidades ligeras de arrastre telescópico, camiones de plataforma y semirremolques de plataforma. Los elementos prefabricados semipesados y pesados o de grandes dimensiones, o aquellos de formas especiales, se deben trasladar en unidades especiales de transporte, tales como, tractocamiones con portapaneles, semirremolques o dollies, unidades pesadas de arrastre telescópico y otros. Para evitar sobrecostos de obra por concepto de traslado e inventarios, se deben reducir al máximo los tiempos de almacenamiento y re-almacenamiento de los elementos prefabricados.

2801.7.3.1 Accesos. El suministro de los elementos prefabricados debe ser continuo, según el ritmo y planificación del montaje, y seguro. Por tal motivo, los caminos o vías de acceso a la obra deben estar situados paralelos al área de almacenamiento, área de prefabricación in situ y línea de montaje de los elementos prefabricados.

2801.7.4 Modo de izaje. El modo de izaje debe determinarse mediante el uso de medios auxiliares, para el montaje de los elementos prefabricados, tales como:

- a. Ganchos de izaje.
- b. Pasadores.
- c. Estribos especiales.
- d. Cadenas y cables.

Para los elementos pesados y de grandes dimensiones, debe elegirse con especial cuidado el modo de izaje apropiado. Aquellos elementos que no pueden izarse de acuerdo a su función estática, deben ser recalculados estructuralmente, a fin de que puedan resistir los esfuerzos a los que van a estar sometidos durante las maniobras de traslado, almacenamiento y montaje.

2801.7.4.1 Condiciones de izaje. Las condiciones de izaje, además de cumplir con las especificaciones de señalamiento y seguridad indicadas en el proyecto ejecutivo, deben cumplir con las siguientes condiciones:

- a. Se prohíbe realizar tiros oblicuos, transportar elementos por encima del personal, mover las cargas y realizar maniobras con vientos que afecten el correcto comportamiento de izaje.
- b. Todos los puntos de izaje deben estar asegurados con grilletes o ganchos. Se prohíbe asegurarlos directamente con cables.
- c. Se prohíbe emplear los mismos eslabones de la cadena portante en las eslingas de los ganchos.
- d. Los empalmes del cable deben estar asegurados, como mínimo, con tres nudos o perros de acero, a partir del punto muerto.
- e. Las eslingas de los ganchos deben colocarse hacia afuera de los puntos de sujeción del elemento.
- f. Las cargas deben estar equilibradas en cada tramo del cable o cadena de acero, para evitar sobreesfuerzos de tensión y ruptura del cable o de la cadena.

2801.7.5 Condiciones para el montaje. Antes de iniciar los trabajos de montaje de los elementos prefabricados se debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a. Debe verificarse los elementos de la cimentación hayan alcanzado la resistencia especificada en el proyecto ejecutivo.
- b. Deben estar ejecutadas y probadas todas las instalaciones subterráneas de la obra.
- c. Deben estar habilitadas todas las áreas para facilitar el montaje, tales como accesos, rutas de transportación, áreas de maniobras, áreas de almacenamiento y otras.
- d. Debe asegurarse el suministro continuo y completo de los elementos prefabricados.
- e. Debe asegurarse que los elementos prefabricados estén en perfecto estado y que presenten la

máxima exactitud de las dimensiones prestables en el proyecto ejecutivo.

- f. Deben verificarse las características y buen funcionamiento de los medios auxiliares de montaje y de los equipos complementarios, de forma que garanticen el máximo desempeño y seguridad de montaje.
- g. Debe asegurarse el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene de la obra, y en especial las referidas a la seguridad de uso y operación de la grúa y de los medios auxiliares de montaje.

2801.7.6 Secuencia de Montaje. El orden y secuencia de montaje de los elementos prefabricados debe ejecutarse de acuerdo con lo siguiente:

- a. Montaje de elementos prefabricados de cimentación, en su caso.
- b. Montaje de elementos prefabricados verticales como columnas, paneles y placas.
- c. Montaje de elementos prefabricados de sistemas de piso como losas de entepiso y losas de azotea.
- d. Montaje de elementos prefabricados secundarios, no estructurales, como frontones de fachada, escaleras, aleros y envolventes del edificio como paneles, placas y muros cortina.

El montaje debe hacerse, según su caso, por niveles o pisos, evitando al máximo los movimientos de la grúa y de los equipos auxiliares.

Debe facilitarse la visibilidad directa de los operadores sobre el área de almacenamiento y el área de colocación de los elementos. Cuando la visibilidad directa no sea posible, es necesario que la señalización sea simple, es decir, directa entre el operador de la grúa y el responsable del montaje. El código de transmisión de señales debe ser preciso, claro y de perfecto dominio del personal técnico participante en el proceso de montaje.

2801.7.7 Montaje de elementos prefabricados de cimentación. La etapa de cimentación debe realizarse a través de las especificaciones de diseño y construcción prestables en el proyecto ejecutivo, sea ésta mediante zapatas, traveses o losas de cimentación coladas en el sitio o bien dados, candeleros o pilotes de cimentación prefabricados. La cimentación del edificio debe cumplir con lo siguiente:

- a. Trazo, nivelación y colocación de acuerdo con el sistema de modulación reticular prestablecido en el proyecto ejecutivo.

- b. Asegurar la precisión de los ejes horizontales X y Y, de acuerdo con la modulación prestablecida en el proyecto ejecutivo.
- c. Asegurar la precisión de la alineación vertical en el eje Z, de acuerdo con la modulación prestablecida en el proyecto ejecutivo.
- d. Asegurar la no rotación del elemento de cimentación ante cualquier circunstancia.
- e. Provisión de puntos de unión para asegurar la colocación y montaje de elementos prefabricados tales como columnas y muros a base de paneles y placas.

2801.7.8 Montaje de los elementos prefabricados verticales. La nivelación del plano de apoyo para su total correspondencia con la base del elemento vertical, debe favorecer la máxima verticalidad y correcta alineación de los componentes. Cuando esto no suceda, es necesario recalzar los elementos y nivelar, con la mayor precisión, las alineaciones en sus tres ejes, cumpliendo con lo siguiente:

- a. Garantizar sobre la cara superior de la copa del elemento de cimentación, estén debidamente marcados los ejes X y Y para hacerlos coincidir con los del elemento vertical colocado sobre la cimentación.
- b. Antes de colocar el elemento vertical, debe limpiarse el área de fondo y verter una capa suficiente de mortero fino y fluido que sirva para garantizar un contacto perfecto entre la columna y el fondo de la copa.
- c. Una vez que el elemento vertical esté colocado sobre la copa, se debe ajustar por medio de cuñas de madera, alineándolo según los ejes marcados en la copa y aplomándola verticalmente.
- d. El elemento vertical debe arriostrarse al menos en dos sentidos para asegurar su correcto posicionamiento. Para fijar la posición prestablecida como correcta, se debe rellenar con concreto el espacio libre entre la copa de la cimentación y el elemento vertical, asegurando que durante el vertido no se desplace el elemento.
- e. Cuando el concreto fragüe, deben retirarse las cuñas de madera y debe rellenarse con concreto, completamente, el espacio dejado por las cuñas.

2801.7.9 Montaje de elementos prefabricados de los sistemas de piso. Los elementos prefabricados de los sistemas de piso (entrepisos y losas de azotea), deben montarse por niveles y por módulos completos para garantizar una máxima es-

tabilidad y rigidez del edificio durante su montaje, facilitar los trabajos de acabado y proteger de la intemperie la edificación durante su construcción. Por lo general los ganchos de izaje de estos elementos se deben situar en su cara superior para ser cubiertos o enlazados con otros elementos de la estructura. El montaje de estos elementos debe cumplir con lo siguiente:

- a. Antes del montaje de los elementos de los sistemas de piso, debe verificarse la posición de los ejes X, Y y Z de la modulación prestablecida en el proyecto ejecutivo, así como la perfecta nivelación a plomo de los elementos verticales.
- b. Realizar la limpieza de las juntas y zonas de conexión entre los elementos antes de unirlos con concreto, soldadura u otro sistema de anclaje.
- c. Revisar la firmeza y adecuada sección y forma de los ganchos o puntos de izaje.
- d. Determinar, si es necesario, el uso de elementos auxiliares de izaje como vigas y madrinas de izaje.
- e. Preparar el lugar de colocación mediante la nivelación de los asientos, placas, superficies planas, varillas y otros.
- f. Elevar el elemento desde el punto de almacenamiento o estiba, hasta una posición por encima del lugar definitivo de colocación.
- g. Asegurar el elemento en el lugar prestablecido. Cuidar la correcta manipulación y los desplazamientos mediante palancas y tensores necesarios para lograr la posición definitiva.
- h. Cuando sea necesario el elemento se debe arriostrar provisionalmente de manera segura. No se debe soltar el elemento del gancho de izaje hasta que sea arriostrado y fijado definitivamente.
- i. Una vez colocadas las piezas, que por su forma y posición resultan ser lo suficientemente estáticas, pueden soltarse las eslingas y el gancho para fijarse definitivamente posteriormente. Este caso aplica en las vigas doble T, por ejemplo.

2801.7.10 Montaje de elementos prefabricados secundarios. El montaje de elementos prefabricados secundarios como frontones de fachada, escaleras, aleros y envolventes del edificio como paneles, placas y muros cortina, deben seguir los mismos procedimientos señalados en la Sección 2801.7.7. Por lo general, salvo las escaleras, el montaje de estos elementos debe realizarse por

la parte exterior del edificio y deben estar previamente acabados con la apariencia y acabados prestablecidos en el proyecto ejecutivo.

2801.7.11 Sistemas de unión de elementos prefabricados. Los sistemas de unión de los elementos estructurales deben cumplir con lo establecido en esta sección.

2801.7.11.1 Diseño. Los sistemas de unión deben ser diseñados integralmente con los elementos prefabricados estructurales y no estructurales, para garantizar una modulación perfecta de acuerdo con el proyecto del edificio.

2801.7.11.2 Estandarización. Debe procurarse que los sistemas de unión de los elementos prefabricados, en su caso, sean estandarizados para la mayoría de los puntos de conexión con la cimentación y entre sí mismos.

2801.7.11.3 Juntas de dilatación. Se deben sellar las juntas de dilatación entre los elementos prefabricados verticales y horizontales, con materiales elásticos de acuerdo con lo que indique el proyecto ejecutivo. Estos materiales pueden ser, según su caso:

- Poliuretanos.
- Siliconas.
- Neoprenos.
- Cintas elásticas preformadas.
- Otros.

Dependiendo del caso, las juntas de dilatación pueden pre tratarse con aditivos a base de epóxicos, alcoholes o poliuretanos, para una mejor adherencia de los materiales de sellado. Tanto los materiales elásticos como los aditivos de pre tratamiento, deben aplicarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

CAPÍTULO 29 - CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA

SECCIÓN 2901 ESTRUCTURAS DE MADERA

2901.1 Estructuras de madera. La madera empleada como elemento estructural, ver Tabla 2901.1, debe cumplir con lo siguiente:

- a. Debe estar exenta de infestación activa de agentes biológicos como hongos e insectos.
- b. Se permite un mínimo grado de ataque por insectos, siempre que éstos hayan desaparecido al momento de usar la madera en la construcción y no se haya afectado su capacidad de carga.
- c. No se permite madera que presente pudrición en cualquier estado de avance.
- d. Se permite el uso de madera de coníferas de clases A o B y maderas latifoliadas de calidad estructural.
- e. La calidad de la madera de coníferas se debe regir por la norma NMX-C-239-ONNCCE-2014.
- f. Para la clasificación visual de la madera de especies latifoliadas, para uso estructural, debe utilizarse la norma NMX-C-409-ONNCCE-1999.

**TABLA 2901.1 REGLAS DE CLASIFICACIÓN VISUAL PARA
MADERA ESTRUCTURAL**

DEFECTOS	TOLERANCIAS
Abarquillado	Se permite de forma leve, no mayor de 1% del ancho del elemento.
Arista faltante	Se permite en una sola arista. Las dimensiones de la cara y canto (espesor) donde falta la arista debe ser por lo menos $\frac{3}{4}$ de las respectivas dimensiones con la arista completa.
Arqueadura	Se permite 1 cm en cada 300 cm de longitud del elemento.
Bandas anchas de parénquima	No se permite a elementos que van a estar sometidos a esfuerzos de compresión.
Duramen quebradizo	No se permite.
Encorvadura	Se permite 1 cm por cada 300 cm de longitud del elemento.

-continúa-

**TABLA 2901.1 REGLAS DE CLASIFICACIÓN VISUAL PARA
MADERA ESTRUCTURAL -continuación-**

DEFECTOS	TOLERANCIAS
Escamadura	No se permite en las aristas. Se permite en las caras si es paralela al eje del elemento, de una profundidad menor que $\frac{1}{10}$ del espesor y una longitud no mayor que $\frac{1}{4}$ de la longitud total.
Fallas de compresión	No se permite
Grano inclinado	Se permite hasta una inclinación de $\frac{1}{8}$ en cualquier parte del elemento.
Grietas	Se permite con distribución moderada. La suma de sus profundidades, medidas de ambos lados no deben exceder $\frac{1}{4}$ del espesor del elemento.
Manchas	Se permite, garantizando que sean sólo cambio de color, no relacionados con pudrición.
Médula incluida	No se permite.
Nudos arracimados	No se permite.
Nudo hueco	Se permite con un diámetro máximo de 2 cm o de $\frac{1}{8}$ del ancho de la cara del elemento, el que sea menor, máximo 1 por cada metro.
Nudo sano	Se permite con diámetro máximo de 4 cm o de $\frac{1}{4}$ del ancho de la cara del elemento, el que sea menor, máximo 1 por metro lineal del elemento.
Perforaciones grandes	Se permite cuando su distribución es moderada y superficial. Máximo 3 agujeros en 100 cm, no pasantes ni alineados.
Perforaciones pequeñas	Se permite cuando su distribución es moderada y cubren una zona menor que $\frac{1}{4}$ de la longitud total del elemento. Máximo 6 agujeros en 100 cm ² no pasante ni alineados.
Pudrición	No se permite.
Rajadura	Se permite solo en un extremo y de una longitud no mayor al ancho de la cara del elemento.
Torcedura	Se permite en una sola arista. Su magnitud no debe ser mayor que $\frac{1}{300}$ de la longitud del elemento.

2901.2 Contenido de humedad. Antes de la construcción, la madera debe secarse hasta un contenido de humedad apropiado y lo más cercano posible al contenido de humedad en equilibrio promedio de la región bioclimática en la cual se erija la estructura, a partir de lo siguiente:

- a. La Tabla 2901.2 indica la relación existente entre humedad relativa, temperatura del bulbo seco y contenido de humedad en equilibrio de la madera maciza de coníferas. Los valores de contenido de humedad en equilibrio para madera contrachapada y para madera maciza de latifoliadas se calculan de los datos de esta tabla tal como se indica al pie de la misma.

TABLA 2901.2
CONTENIDO DE HUMEDAD EN EQUILIBRIO
DE LA MADERA MACIZA DE CONIFERAS¹
DE ACUERDO CON LA HUMEDAD RELATIVA Y LA
TEMPERATURA DE BULBO SECO

HUMEDAD RELATIVA, %	RANGO DE TEMPERATURA DEL BULBO SECO, GRADOS K (°C)	CONTENIDO DE HUMEDAD EN EQUILIBRIO ± 0.5 (%)
45	273 a 313 (0 a 40)	8.3
50	273 a 313 (0 a 40)	9.1
55	273 a 313 (0 a 40)	10.0
60	273 a 313 (0 a 40)	10.8
65	273 a 313 (0 a 40)	11.8
70	273 a 313 (0 a 40)	12.9
72	273 a 313 (0 a 40)	14.2
75	273 a 313 (0 a 40)	15.8
80	273 a 313 (0 a 40)	17.8
mayor que 80	273 a 313 (0 a 40)	20.3

¹ Los valores de contenido de humedad en equilibrio para madera contrachapada y madera maciza de latifoliadas son aproximadamente 2% más bajos que los dados en la tabla.

- b. Si el contenido de humedad de la madera excede el límite indicado en esta sección para la madera seca, 18%, el material solamente debe usarse si el riesgo de pudrición en el tiempo que dure el secado es eliminado.
- c. La madera debe ser almacenada y protegida apropiadamente, contra cambios en su contenido de humedad y daño mecánico, de tal manera que siempre satisfaga los requerimientos de la clase estructural especificada.

2901.3 Protección de la madera. Se debe cuidar que la madera esté debidamente protegida contra cambios de humedad, insectos, hongos, y fuego durante toda la vida útil de la estructura. Se permite su protección por medio de tratamientos químicos, recu-

brimientos apropiados, y otras adecuadas para este fin, tomando en cuenta lo siguiente:

- a. Los preservadores solubles en agua o en aceite utilizados en la preservación de madera destinada a la construcción deben cumplir con las especificaciones de la norma NMX-C-178-ONNCCE-2014.
- b. Cuando se usen tratamientos a presión debe cumplirse con la clasificación y requisitos de penetración y retención de acuerdo con el uso y riesgo esperado en servicio indicado por la norma NMX-C-322-ONNCCE-2014.

2901.4 Pendiente mínima de los techos. La superficie de los techos debe tener una pendiente mínima de 3% hacia las salidas del drenaje para evitar la acumulación de agua de lluvia. Estas salidas deben revisarse periódicamente para mantenerlas libres de obstrucciones.

2901.5 Tolerancias. Las tolerancias en las dimensiones de la sección transversal de un miembro deben conformar con los requerimientos prescritos en la norma NMX-C-224-ONNCCE-2001. Cuando se utilicen miembros de dimensiones distintas a las especificadas en la norma, las dimensiones de la sección transversal de un miembro no deben ser menores que las de proyecto en más de 3%.

2901.6 Transporte y montaje. El transporte y montaje de estructuras de madera debe cumplir con lo siguiente:

- a. Debe llevarse a cabo en tal forma que no se produzcan esfuerzos excesivos en la madera no considerados en el diseño.
- b. Los miembros torcidos o rajados más allá de los límites tolerados por las reglas de clasificación deben ser reemplazados.
- c. Los miembros que no ajusten correctamente en las juntas y puntos de unión deben ser reemplazados.
- d. Los miembros dañados o aplastados, antes y durante la construcción, no deben ser reemplazados.
- e. Debe evitarse sobrecargar, o someter a acciones no consideradas en el diseño a los miembros estructurales, durante almacenamiento, transporte y montaje, y esta operación se debe hacer de acuerdo con las recomendaciones del proyectista.

2901.7 Protección contra el fuego. La protección de los elementos estructurales contra el fuego debe cumplir con lo siguiente:

2901.7.1 Determinación de la resistencia al fuego de los elementos constructivos. La determinación de la resistencia al fuego de los muros y cubiertas

de madera debe hacerse de acuerdo con lo especificado en la norma NMX-C-307-1-ONNCCE-2016.

2901.7.2 Características de quemado superficial de los materiales de construcción. Las características de quemado superficial de los materiales de construcción utilizados como recubrimiento se deben determinar de acuerdo con lo especificado en la norma NMX-C-294-1980.

2901.7.3 Diseño de elementos estructurales aislados. En el diseño de elementos aislados debe proporcionarse una resistencia mínima de 30 minutos al fuego, de acuerdo a lo especificado en la norma NMX-C-307-1-ONNCCE-2016, pudiendo emplearse métodos de tratamiento y recubrimientos de acuerdo con lo especificado en la Sección 1004.

2901.7.4 Ejecución de uniones. Cuando se diseñe una estructura con juntas que transfieran momentos o fuerzas concentradas importantes de un elemento a otro, se debe tener especial cuidado con el comportamiento y protección de dichas juntas, ya que pueden presentarse asentamientos o plastificación parcial o total de los elementos de unión, que causen redistribución de cargas, a causa de la acción del fuego.

CAPÍTULO 30 - ACABADOS INTERIORES Y EXTERIORES

SECCIÓN 3001 CONSIDERACIONES GENERALES

3001.1 Seguridad, confort e higiene. Los acabados y accesorios de la vivienda deben ser agentes de seguridad, confort e higiene para las personas que la habitan. Toda vivienda debe contar con acabados exteriores e interiores con fines decorativos o de protección, ventanas y puertas funcionales, así como una serie de accesorios distribuidos en baños, cocinas y áreas de servicio, los cuales deben cumplir con los estándares mínimos de calidad y durabilidad.

3001.2 Selección de los recubrimientos. La selección y aplicación de acabados, texturas y colores de la edificación, deben considerar la región bioclimática del sitio para ofrecer las mejores ventajas ante la brisa, lluvia, granizo, nieve, polvo y radiación solar, y evitar que la exposición de la edificación a la intemperie y los agentes de humedad, goteras y hongos, así como el contacto humano, afecten negativamente la conservación del edificio y la salud y seguridad de las personas que lo habitan.

3001.3 Preliminares. Previo a la colocación de los acabados se debe cumplir con lo siguiente:

3001.3.1 Tolerancias. El desplomo de un elemento vertical no debe ser mayor que 0.004 veces su altura ni mayor que 1.5 cm, ver Sección 2303.7.

En elementos horizontales o inclinados la máxima diferencia admisible entre el aplanado y el plano de proyecto debe ser de 1:500 con respecto a la menor dimensión.

3001.3.2 Instalaciones. Antes del arranque de las obras de acabado se deben colocar los ductos y tuberías de las instalaciones indicadas en el proyecto ejecutivo.

3001.3.3 Limpieza. Las superficies deben estar exentas de polvo, grasas, clavos, alambres o cualquier material que impida la adecuada adherencia entre el muro y el recubrimiento.

SECCIÓN 3002 APLANADOS

3002.1 Generalidades. En general los aplanados del edificio deben cumplir con lo siguiente:

a. Los aplanados deben funcionar como una base,

sobre los muros y superficies del edificio, para la aplicación de pintura y recubrimientos texturizados, pétreos, cerámicos, naturales y sintéticos.

- b. El aplanado debe hacerse con impermeabilizante integral, cuando así lo señale el proyecto ejecutivo o el DRO.
- c. Los aplanados se deben colocar a regla, con maestras a nivel y a plomo, separadas a una distancia máxima de 1.80 m, sobre las que debe transitar la regla.
- d. Todas y cada una de las capas del aplanado deben colocarse humedeciendo las superficies.
- e. Para evitar retrabajos y resanes, se debe asegurar que las preparaciones de herrería o similares queden terminadas antes del aplanado.

3002.2 Aplanados de mortero. Los aplanados de mortero deben ser colocados cumpliendo con lo siguiente:

- a. A menos que el proyecto indique otro dato, el mortero debe ser de cemento y arena en proporción 1:5, con un contenido máximo de cal del 30% del peso del cemento y un espesor total máximo de 20 mm.
- b. Cuando el mortero se coloque sobre muros de mampostería de tabique o de bloques de concreto, la superficie de cualquiera de este tipo de muros debe humedecerse antes de colocar el aplanado.
- c. Cuando el mortero se coloque sobre muros de concreto hidráulico, la superficie se debe picar con la herramienta apropiada a fin de asegurar la adherencia suficiente.
- d. El mortero se debe colocar en dos capas, la segunda se debe colocar 24 horas después de la primera, humedeciendo previamente la superficie. El espesor del aplanado debe ser de 10 mm mínimo y de 20 mm máximo.
- e. Cuando el aplanado de mortero sirva de base para recibir lambrines de azulejo, cerámicas o materiales vitrificados, materiales epóxicos o plásticos, el acabado de la superficie del aplanado debe ser rugoso o repellido. Cuando se destine a recibir pintura, la superficie se debe acabar con flota o llana a plomo, dejando una textura tersa y uniforme.

- f. Los emboquillados y aristas se deben hacer a regla, a nivel y a plomo. En los contra marcos de puertas y ventanas se debe usar el material que indique el proyecto ejecutivo.
- g. Los aplanados de mortero se deben curar con agua durante un período de 3 días.
- h. El tipo de acabado final debe ser el indicado en el proyecto ejecutivo.

3002.3 Aplanados con tirol. La aplicación de aplanados con tirol en el edificio, debe cumplir con lo siguiente:

- a. Para muros exteriores el tirol se debe colocar sobre una superficie con aplanado de cemento acabado repellido. Para muros interiores se debe colocar sobre un aplanado de yeso con acabado rayado.
- b. Se debe preparar un mortero a base de calhidra, cemento blanco y grano de mármol en proporción por volumen 1:2:6 y color mineral, en su caso, que se debe aplicar con tiroleta sobre la superficie del repellido o enyesado.
- c. Antes de efectuar el trabajo de aplicación, se deben realizar muestras del aplanado de tirol para que el DRO o el cliente seleccione la más conveniente.
- d. Una vez seco, el aplanado debe tener una resistencia tal que no se desprenda el grano al ser tallado con la mano.
- e. El espesor del aplanado de tirol debe ser de 5 mm máximo y de 3 mm mínimo.
- f. El acabado debe ser planchado, si así lo indica el proyecto ejecutivo o el DRO

3002.4 Aplanados de yeso. La aplicación de aplanados de yeso en el edificio, debe cumplir con lo siguiente:

- a. Solamente se deben colocar sobre muros y losas interiores.
- b. Cuando el aplanado de yeso se coloque sobre muros de concreto hidráulico, la superficie se debe picar con la herramienta apropiada a fin de asegurar la adherencia debida.
- c. El espesor del aplanado de yeso debe ser como máximo de 15 mm y debe ser colocado en una sola capa.
- d. El acabado debe ser terso y de color uniforme. En caso de recibir tirol el aplanado debe ser rayado.
- e. Los emboquillados en puertas y ventanas, así como las aristas en mochetas deben ser boleados,

a nivel y a plomo. Las aristas en cerramientos y trabes de las losas deben ser vivas, a escuadra, a nivel o a plomo. Cuando lo indique el proyecto ejecutivo o lo ordene el DRO, se deben colocar esquineros metálicos como protección.

- f. Todos los materiales que se deterioren al contacto con el yeso, como por ejemplo metales, maderas, cerámicas, losetas y acabados aparentes, deben estar debidamente protegidos antes de la colocación del aplanado de yeso.
- g. Previa autorización del DRO, deben corregirse las irregularidades en la superficie a enyesar mediante la colocación de un aplanado de yeso, cemento y arena de 10 mm de espesor máximo, con acabado rugoso.

SECCIÓN 3003 RECUBRIMIENTOS EN MUROS

3003.1 Lambrines. La colocación de lambrines en el edificio, debe cumplir con lo siguiente:

- a. Cuando se utilice piedra natural o artificial, el proyecto ejecutivo debe indicar el material, el color, la forma, las dimensiones de las piezas y el tipo de sujeción de las mismas.
- b. A menos que el proyecto ejecutivo indique otro dato, los lambrines se deben desplantar a partir del nivel de piso terminado. Cuando el lambrín remate en losas se debe dejar una holgura de 5 mm, y, en chambranas, ventanas y herrería se debe dejar una holgura de 3 mm.
- c. La superficie del recubrimiento debe quedar a nivel y a plomo, y las juntas deben tener un ancho constante. Los cortes que se hagan en el material deben presentar aristas perfectamente definidas.
- d. Se debe saturar con agua la cavidad resultante entre el elemento por cubrir y las piezas, cuidando que los elementos de sujeción queden bien asegurados; la cavidad se debe llenar con mortero de cemento y arena en proporción 1:5 con un contenido máximo de cal del 30% del peso del cemento, o con el adhesivo indicado en el proyecto ejecutivo. Cuando el proyecto ejecutivo lo indique deben lechadearse las juntas.
- e. No deben retirarse los elementos provisionales de sujeción de las piezas hasta que se haya secado el mortero o el adhesivo especificado. Para dar por terminado el trabajo se debe efectuar la limpieza del lambrín.

3003.2 Materiales vítreos esmaltados sin vidriar. La colocación de materiales vítreos esmaltados sin

vidriar en el edificio, también conocidos como azulejos o cerámicas, debe cumplir con lo siguiente:

1. Las piezas deben sumergirse en agua durante 24 horas antes de colocarlas.
2. No se permiten piezas que presenten deformación o distorsión, ni piezas rotas, despostilladas o descuadradas.
3. Cuando el material de recubrimiento se coloque en seco con adhesivos para recubrimientos vítreos, la superficie debe estar aplanada con mortero cemento arena en proporción 1:5 con un máximo de 15 mm de espesor, con acabado fino. Sobre éste se debe aplicar una película del adhesivo con llana o paleta de peine y posteriormente el material de recubrimiento se debe asentar con el mismo tipo de adhesivo.
4. Cuando la colocación de los materiales vítreos o esmaltados no vidriados se haga con mortero cemento-arena en proporción 1:5, debe observarse lo siguiente:
 - a. La superficie sobre la que se coloque debe estar libre de polvo, grasas, clavos, alambres y en general de cualquier material extraño que pueda evitar la adherencia del recubrimiento.
 - b. Previo a la colocación se deben revolver las piezas de diferentes cajas y se deben colocar al azar a fin de evitar lunares de distintas tonalidades.
 - c. La superficie donde se coloque el recubrimiento debe humedecerse previamente; cuando se trate de elementos de concreto se deben picar con herramienta adecuada para obtener una mejor adherencia de los materiales. Para absorber irregularidades y nivelar la base por recubrir, se debe repellar el elemento con mortero cemento arena en proporción 1:5 para posteriormente colocar el material vítreo.
 - d. Cuando el recubrimiento se coloque sobre muros de tabique o de bloque, previamente se debe aplanar la superficie con mortero de cemento, cal y arena en proporción 1:5, con un contenido máximo de cal del 30% del peso del cemento, con acabado repellido o rugoso con un máximo de quince 15 mm de espesor.
 - e. Se debe humedecer la superficie por recubrir y se debe colocar una capa de mortero cemento arena; antes que fragüe se debe aplicar una lechada espesa de cemento blanco, gris o pegazulejo, asentando el azulejo de inmediato y presionándolo ligeramente para lograr el completo contacto sobre la superficie aplanada. El espesor máximo del mortero de colocación debe ser de 20 mm.
- f. Se debe retirar el sobrante de mortero inmediatamente después de colocada la pieza, procurando que éste no se introduzca en las juntas. Posteriormente se debe aplicar en las juntas una lechada pastosa de cemento blanco, o tapajuntas, con agua mediante el empleo de una cuña de hule, asegurando que la pasta penetre perfectamente con movimientos sesgados o diagonales a las líneas de emboquillado. Antes de proceder al emboquillado se debe dejar secar el mortero durante veinticuatro 24 horas después de colocado el recubrimiento.
- g. Las intersecciones de paños deben quedar bien definidas y siguiendo estrictamente la geometría que indique el proyecto ejecutivo.
- h. El despiece y repartición del recubrimiento se debe hacer colocando piezas completas, siguiendo lo indicado en el proyecto ejecutivo o lo ordenado por el DRO. Las hiladas se deben colocar a reventón en ambos sentidos, a plomo y a nivel.
- i. Los cortes y boquillas con corte a 45° se deben hacer con cortadoras, disco abrasivo y piedra esmeril, las aristas se deben realizar con corte a 45°, con biseles o según lo indicado en el proyecto ejecutivo. Las piezas de ajuste se deben cortar con máquina.
- j. La separación mínima de las juntas debe ser de 2 mm o la del separador elegido o la que indique el proyecto ejecutivo. En cualquier caso el espesor de las juntas debe ser uniforme.

3003.3 Piedra natural o artificial. La colocación de piedra natural o artificial en el edificio debe cumplir con lo siguiente:

- a. Los recubrimientos de piedra o cantera natural laminados deben tener un espesor mínimo de 20 mm para pisos y 10 mm para lambrines. El proyecto ejecutivo debe establecer las dimensiones, textura, color y demás características de las piedras.
- b. La superficie sobre la que se coloque debe estar libre de polvo, grasas, clavos, alambres y en general de cualquier materia extraña que pueda reducir la adherencia del recubrimiento.
- c. Si la superficie de colocación del recubrimiento es de concreto, se debe picar previamente para obtener mayor adherencia de los materiales. Antes de proceder a colocar el recubrimiento, se debe humedecer el muro.
- d. Las piezas se deben presentar, de forma provisional, con el objeto de lograr una repartición adecuada de las juntas, evitando en lo posible

cortes de piezas especiales o de distinto tamaño. Se deben emplear cerchas o escantillones verticales para obtener una repartición adecuada de las juntas horizontales. Donde no se coloquen piezas enteras, la piedra se debe recortar al tamaño necesario con cortes regulares.

- e. Las piezas se deben presentar en el lugar de su colocación fijándolas provisionalmente con yeso; se debe humedecer la cavidad resultante entre la superficie por recubrir y la pieza y se debe rellenar con mortero de cemento y arena en proporción 1:5, teniendo especial cuidado en que los elementos de sujeción queden bien asegurados. Los elementos provisionales de sujeción se deben retirar hasta que haya fraguado el mortero.
- f. Se permiten juntas a hueso o con el espesor especificado en el proyecto ejecutivo, a reventón, a nivel y a plomo o cuatrapeadas, remetidas y entalladas, o al paño del lambrín. A menos que el proyecto indique otro dato, la separación de las juntas no debe ser menor de 1.5 mm y se les debe aplicar una lechada pastosa de cemento blanco y agua que penetre hasta cubrir todas las juntas.
- g. En todos los casos los paramentos obtenidos deben formar una superficie regular y continua, según lo requiera el elemento que se recubra y lo indicado en el proyecto ejecutivo.
- h. Las intersecciones de paños deben quedar correcta y limpiamente definidas.
- i. Se debe limpiar el mortero sobrante que se deposite sobre la superficie a la vista cuando aún esté fresco.
- j. El acabado debe estar libre de restos de mortero y manchas. Las juntas correctamente terminadas sin porosidades, sin escamas y herméticas al paso del agua. Se debe tener especial cuidado en el remate superior de los lambrines cuando queden expuestos a la intemperie, terminándolos correctamente con mortero de cemento y arena y lechadeando para evitar la entrada del agua.

3003.4 Recubrimientos de mármol. La colocación de recubrimientos de mármol en el edificio debe cumplir con lo siguiente:

- a. El espesor mínimo de las piezas de mármol debe ser de 20 mm para piezas laminadas, pulidas y en su caso abrillantadas por su parte externa.
- b. En las piezas de mármol mayores de 10 mm de espesor, para lambrines, se deben hacer cuatro ranuras con disco, de 5 mm de profundidad, 10 mm de ancho y una longitud de cinco 50 mm, en la que se debe introducir una grapa de alambre galvaniza-

do del número 16, relleno con adhesivo pegamármol. Las ranuras se deben hacer con disco, dos en la parte inferior y dos en la parte superior, a 50 mm de los extremos.

- c. Sobre el elemento o superficie por recubrir se debe colocar malla electrosoldada formada por varillas laminadas en frío de grado 50, de 66-10-10, que se debe sujetar amarrada con alambre galvanizado a taquetes y tornillos autorroscantes previamente colocados en las juntas de mortero y partes de concreto. A la que se deben sujetar las grapas usando alambre galvanizado del número 16.
- d. Las piezas de mármol se deben colocar de abajo hacia arriba, sellándose exteriormente con yeso a fin de evitar su movimiento durante la colocación.
- e. Colocada una hilada se debe verter el mortero entre las piezas de mármol y el muro. Así sucesivamente se debe avanzar en la operación.
- f. La separación de las juntas no debe ser menor de 1.5 mm, a menos que el proyecto ejecutivo indique otro dato.
- g. Se debe limpiar inmediatamente el sobrante del mortero sin permitir que penetre en las juntas. Posteriormente se debe aplicar una lechada pastosa de cemento blanco con cuña o tacón de hule. Los cortes de las intersecciones de paños exteriores se deben hacer de acuerdo con lo señalado en el proyecto ejecutivo.
- h. El recubrimiento de mármol se debe ajustar a la geometría del elemento donde se aplique para formar una superficie uniforme.

3003.5 Recubrimientos de madera. La colocación de recubrimientos de madera en el edificio debe cumplir con lo siguiente:

- a. La madera que se utilice debe contener una humedad no mayor del 8% para zonas del interior del país y del 12% en las costas o litorales, tratada contra ataques de hongos e insectos y con un envejecimiento natural de 6 meses.
- b. Los lambrines de madera se deben colocar sobre los muros apoyados en tiras de madera horizontales paralelas de 50 mm por 25 mm, separadas entre sí 50 cm, que se deben fijar al muro por medio de taquetes y tornillos.
- c. Las tiras deben quedar en el mismo plano, perfectamente aplomado. Para ventilar interiormente el lambrin, las tiras se deben cortar cada 2.0 m separándolas 10 mm. En las esquinas se deben colocar tiras verticales clavadas entre sí.

- d. El lambrín deber quedar separado del piso terminado y de la losa de techo a un mínimo de 5 mm.
- e. Cuando se coloque duela machimbrada debe tener un espesor mínimo de 10 mm y el ancho que indique el proyecto ejecutivo. La duela se debe colocar a tope, apoyada por lo menos en dos tiras de bastidores fijadas con clavos hincados a 45° sobre la lengüeta del machimbrado. Cuando los empalmes de las duelas no se produzcan sobre las tiras del bastidor, las duelas colaterales no deben llevar empalmes en el mismo tramo.
- f. Cuando se coloque triplay debe tener un espesor mínimo de 6 mm y el ancho o módulo indicado en el proyecto ejecutivo. Se debe colocar con su dimensión mayor en sentido vertical, apoyado cuando menos en 2 tiras y fijándolas por medio de adhesivo y clavos adecuados.
- g. Se permiten tapajuntas de aluminio, en cuyo caso primero se debe colocar la tapajunta de la esquina o rincón fijándola a las tiras por medio de tornillos, se debe ajustar entre las alas del tapajuntas la hoja de triplay, colocando a continuación la siguiente tapajunta e introduciendo en ella el canto opuesto de la hoja.
- h. El proyecto ejecutivo debe indicar el tipo de acabado, forma y colocación que deben tener, en cada caso, los lambrines de madera.
- 3003.6 Recubrimientos texturizados.** La aplicación de recubrimientos texturizados, o pastas, en el edificio debe cumplir con lo siguiente:
- a. A menos que el proyecto ejecutivo indique otro dato, el recubrimiento texturizado debe tener color integral desde su preparación.
- b. Los recubrimientos a base de resinas 100% acrílicas y plásticas no deben sufrir desprendimientos ni deterioro, debiendo ser resistentes en ambos sentidos y contar con la adherencia entre los componentes utilizados en su elaboración y la superficie por recubrir. Deben ser resistentes al intemperismo, la humedad y cambios de temperatura, no deben cambiar de color ni tornarse amarillas.
- c. Los recubrimientos no deben presentar exudación, transmisión de color ni separación entre los materiales que la integran; deben estar libres de manchas, agrietamientos, tonalidades diversas y defectos superficiales.
- d. Toda la pasta a utilizar debe ser lavable, no combustible y que garantice la adecuada adherencia a la superficie de colocación.
- e. El proyecto debe indicar si la pasta a utilizar debe ser sin grano, con grano fino, medio o grueso, así como el acabado final para la misma.
- f. Las superficies deben estar limpias, secas y completamente lisas, de no ser así, se deben resanar con algún material compatible al de la superficie.
- g. Sobre superficies nuevas, porosas o alcalinas, se debe aplicar un sellador e imprimador que proporcione adherencia y anclaje a los sustratos donde se aplique el recubrimiento. En superficies muy porosas, se deben aplicar dos manos, dejando secar por un periodo 8 a 12 horas entre capa y capa.
- h. La pasta se debe aplicar con llana de acero inoxidable de manera uniforme, sin diluir, extendiendo el material para emparejar la pasta y removiendo el exceso para evitar desperdicios. El grueso de la capa debe ser determinado por el proyecto con base en el tamaño del grano. Adicionalmente, a menos que el proyecto indique otro dato, se debe planchar con llana acrílica.
- i. Con la pasta aún fresca se debe efectuar la textura indicada en el proyecto ejecutivo, misma que puede ser:
- Caracoleada: Con la brocha, se deben hacer trazos en semicírculos en diferentes direcciones.
 - Cuadrículada: Se deben hacer movimientos verticales e inmediatamente, de manera más suave, hacer trazos horizontales.
 - Damascada: Se debe pasar lentamente el rodillo de pelo corto de arriba hacia abajo. No se deben hacer empalmes entre una y otra pasada.
 - Diagonal: Se debe arrastrar el grano en forma de líneas inclinadas a 45°.
 - Esgrafiada: Se debe arrastrar el grano de arriba hacia abajo en trazos rectos.
 - Goteada: Se debe aplicar con tirolera manual o con pistola de alta presión y tolva metálica a una presión de 20 a 30 lb/pulg².
 - Planchada: Una vez realizada la textura anterior, se debe planchar con la llana acrílica.
- j. A menos que el proyecto indique otro dato, una vez seca la pasta se deben aplicar dos manos de pintura. La primera mano se debe aplicar con brocha, rodillo o pistola tipo airless, uniformemente y en un solo sentido. Una vez que la primera mano esté seca se debe aplicar la segunda mano siguiendo el mismo procedimiento.
- 3003.7 Recubrimientos de pintura.** La aplicación de recubrimientos de pintura en el edificio debe cumplir con lo establecido en esta sección.

3003.7.1 Restricciones. Se prohíbe la aplicación de recubrimientos de pintura en los siguientes casos:

- a. Sobre superficies húmedas.
- b. Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- c. Cuando la temperatura ambiente sea menor de 5° Celsius.
- d. Cuando la humedad relativa sea de 65% o mayor.
- e. Cuando en superficies metálicas expuestas a la intemperie, el metal tenga una temperatura tal que produzca ampollas en la capa de pintura.

3003.7.2 Preparación de la superficie. La preparación de la superficie de las edificaciones, antes de la aplicación de pintura, debe cumplir con lo siguiente:

3003.7.2.1 Superficies de mampostería, concreto hidráulico y aplanados. Las superficies de mampostería, concreto hidráulico, aplanados o con textura similar, deben ser tan lisas como lo requieran las especificaciones del proyecto ejecutivo. Las superficies se deben limpiar con agua a presión y cepillo hasta eliminar cualquier sustancia que pueda afectar la adherencia, desempeño y duración de la pintura. Se debe resanar y sellar toda grieta, fisura o hendidura de la superficie a recubrir con pintura. Las zonas resanadas deben tener la misma apariencia del resto de la superficie sana.

3003.7.2.2 Superficies metálicas. Las superficies metálicas expuestas u oxidadas se deben limpiar con lija, arena a presión, cepillo de alambre, espátula o algún otro método aprobado por el DRO si se detectan picaduras o perforaciones después de la limpieza, se deben suspender las operaciones hasta que el DRO determine la forma en que se debe reparar la superficie dañada. No se deben limpiar superficies mayores a aquellas que vayan a pintarse el mismo día. Una vez eliminado el óxido se debe aplicar una capa de producto antioxidante, el cual debe secar, como mínimo, durante 15 minutos, o el tiempo señalado por el fabricante antes de aplicar la pintura primaria.

3003.7.2.3 Superficies de madera. Las superficies de madera se deben limpiar mediante cepillado, raspado o lijado, eliminando cualquier sustancia ajena a este elemento y sus componentes. Si existe una impregnación por sustancias extrañas o indeseables, se debe hacer una limpieza de la superficie por medio de disolventes o raspado. En su caso, se debe eliminar la resina superficial por medio de raspado y se debe aplicar un sellador

o tapaporo siguiendo las instrucciones del fabricante. Se deben rellenar los huecos de los clavos o tornillos remetidos, así como pequeños defectos y grietas superficiales, mediante los productos y el procedimiento especificados en el proyecto ejecutivo.

3003.7.3 Procedimiento de aplicación. La aplicación de recubrimientos de pintura sobre las superficies del edificio debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

3003.7.3.1 Preliminares. La aplicación de recubrimientos de pintura sobre las superficies del edificio se debe complementar con lo siguiente:

- a. En las superficies porosas, antes de colocar la pintura, se deben aplicar primarios, selladores o tapaporos adecuados al tipo de pintura establecida. No se permite el uso de selladores y tapaporos a base de cales o blanco de España (carbonato básico de plomo, subnitrito de bismuto o creta lavada).
- b. Cuando se ordene sellar un muro de tabique o de bloques aparentes, se debe aplicar una primera mano de sellador diluido con agua al 50% utilizando brocha de pelo hasta sellar totalmente los poros, fisuras y demás defectos superficiales del muro.
- c. En la segunda mano se debe aplicar sellador diluido en agua al 15% en forma uniforme hasta cubrir la superficie del muro y lograr un acabado sin manchas ni chorreados.

3003.7.3.2 Aplicación de pintura. El recubrimiento de pintura se debe aplicar por medio de brochas, rodillos o pistolas de aire y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Así mismo la fase de aplicación de pintura se debe regir por lo siguiente:

- a. A menos que el proyecto ejecutivo indique otro dato, las pinturas deben tener la consistencia requerida para ser aplicadas sin dilución previa.
- b. Llegado el caso se debe indicar el tipo de disolvente a utilizar y el grado de dosificación.
- c. El recubrimiento con pintura primaria se debe aplicar siguiendo las instrucciones del fabricante y con el número de capas o manos que indique el proyecto ejecutivo.
- d. Una vez seca cada mano, la película de pintura primaria debe presentar un aspecto uniforme, libre de ondulaciones, escurrimientos, gotas, discontinuidades u otros defectos.
- e. Inmediatamente después de que seque la pintura primaria, se debe aplicar la pintura de aca-

bado con el color, espesor y número de capas o manos indicadas en el proyecto ejecutivo, cuidando que cada capa haya secado perfectamente antes de aplicar la siguiente.

- f. La película de pintura final debe presentar un aspecto uniforme, libre de ondulaciones, escurecimientos, gotas, discontinuidades u otros defectos de acabado.

3003.7.3.3 Recubrimientos de pintura a base de resinas epóxicas. Los recubrimientos de pintura a base de resinas epóxicas deben ser aplicados de acuerdo con lo siguiente:

- a. A menos que el proyecto ejecutivo o el fabricante indiquen otro dato, la pintura epóxica se debe aplicar directamente sobre la superficie preparada y limpia, es decir, sin la aplicación previa de primarios.
- b. En todos los casos en que haya necesidad de aplicar el primario se debe emplear la misma marca de pintura epóxica preestablecida y siguiendo las instrucciones del fabricante. Sobre superficies metálicas el primario siempre debe aplicarse con brocha.
- c. La pintura epóxica se debe preparar siguiendo las instrucciones del fabricante. La aplicación se debe hacer con brocha o rodillo, con un mínimo de 2 manos hasta cubrir el total de la superficie.
- d. Cuando se requiera pistola de aire se debe usar el menor porcentaje posible de solvente a fin de asegurar el espesor de la película preestablecido.

3003.7.3.4 Control de calidad. Los espesores mínimos de los recubrimientos de pintura, sea por capas o terminado final, deben ser los indicados por el fabricante. Las pruebas de calidad se deben hacer de acuerdo con lo siguiente:

- a. Por cada 10 m² de superficie pintada se deben designar 5 puntos de muestra distribuidos uniformemente.
- b. Para superficies que no excedan de 30 m² las mediciones se deben hacer para cada 10 m².
- c. Para superficies de hasta 90 m² las mediciones se deben hacer en 3 zonas de 10 m² cada una, seleccionadas aleatoriamente.
- d. Para superficies con más de 90 m² las mediciones se deben hacer como sigue: para los primeros 90 m² tal como se establece en el inciso c. Para cada noventa 90 m² adicionales o fracción, en una zona de 10 m² seleccionada aleatoriamente.

- e. Para determinar el espesor en cada punto se deben realizar 3 mediciones en las inmediaciones de ese punto para promediar los resultados.
- f. Para determinar el espesor correspondiente a los 10 m² metros cuadrados verificados, se debe obtener el promedio del espesor de los 5 puntos. El promedio no debe ser menor del 80% del espesor preestablecido.
- g. En todas las zonas cuyo espesor sea menor que el especificado, se debe aplicar una mano adicional y se debe hacer una nueva verificación.
- h. Todas los puntos de muestra deben ser recubiertos con la misma pintura sin dejar huella de los mismos.

3003.8 Equipo. El equipo que se utilice para la aplicación de recubrimientos de pintura debe ser el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto ejecutivo y en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de obra. Estos equipos deben ser los siguientes:

- a. Unidades de aire a presión. Equipadas con pistolas y boquillas adecuadas para el tipo de pintura preestablecida.
- b. Unidades de agua a presión. Provistas de boquillas capaces de producir una presión mínima de 14 MPa o 143 kg/cm².
- c. Unidades de arena a presión. Provistas con la capacidad suficiente para eliminar el óxido de las superficies metálicas.

3003.9 Otros recubrimientos. Los procedimientos de instalación de recubrimientos para no mencionados en la Sección 3003, deben acatar las indicaciones de colocación del fabricante, deben estar apegados a las indicaciones establecidas en el proyecto ejecutivo y deben cumplir con las exigencias de la autoridad competente y los estándares de la normatividad aplicable, en su caso.

SECCIÓN 3004 RECUBRIMIENTOS EN PISOS

3004.1 Recubrimientos en pisos. Los recubrimientos en pisos, de acuerdo con su uso en el interior y exterior de edificio, deben proveerse de acuerdo con lo establecido en esta sección.

3004.1.1 Preliminares. Los suelos, firmes, pisos y losas de entrepiso, previstos para recibir recubrimientos, según su caso, deben cumplir con todas las especificaciones de resistencia, textura y pendiente, indicadas en el proyecto ejecutivo.

3004.2 Pisos de pasto natural. El pasto natural debe sembrarse, plantarse o colocarse sobre una capa de tierra vegetal de 2.5 cm de espesor, mínimo, mejorada con materia orgánica como composta, turba de musgo o abono de estiércol seco. El tipo de pasto debe escogerse de acuerdo con la región bioclimática que se trate y debe requerir del menor mantenimiento y la menor cantidad de agua posibles para subsistir. De acuerdo con las especificaciones del proyecto ejecutivo, el pasto se puede proveer a través de semilla, guía o tiras en rollo de 40 cm de ancho.

3004.3 Pisos de pasto sintético. La provisión de pisos de pasto sintético se debe efectuar de acuerdo con lo siguiente:

- a. Colocación sobre firme de concreto. El firme de concreto debe contar con un desnivel y pendiente de por lo menos 1% hacia el sistema de desagüe, y debe estar libre de tierra, basura y demás impurezas que afecten la instalación. Finalmente se debe colocar el pasto sintético mediante uniones en los cortes y adherencia perimetral sobre el firme de concreto de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- b. Colocación sobre el terreno natural. El terreno natural debe mejorarse con una base de limo o tepetate de 15 cm de espesor, mezclarse con cal al 5% y compactarse al 90%. Debe contar con un desnivel y pendiente de por lo menos 1% hacia el sistema de desagüe y debe estar parejo en toda la superficie. Posteriormente se debe colocar una cama compactada de arena gruesa, sin filos, de 2 cm de espesor. Finalmente se debe colocar el pasto sintético mediante uniones en los cortes y anclaje de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

3004.4 Pisos de adoquín y adopasto. Para la colocación de adoquines y adopasto se debe compactar la superficie a recubrir según lo especificado en el proyecto ejecutivo. Posteriormente se debe tender una cama de arena de 3 cm a 5 cm de espesor para sobre esta colocar las piezas según el diseño preestablecido. En el caso de adopasto se debe colocar, en cada hueco de las piezas, tierra vegetal y un retazo del tapete del pasto seleccionado. En el caso del adoquín se debe esparcir arena cernida sobre las piezas y, mediante un cepillo o escoba, se deben rellenar las juntas sin dejar oquedades.

3004.5 Huellas de concreto. Las huellas de concreto peatonales o vehiculares deben prefabricarse en el sitio con las dimensiones y resistencia según lo indique el proyecto ejecutivo. El acabado de la superficie debe ser antiderrapes con color natural o integrado en el acabado final. Las huellas de concreto se deben colocar sobre una superficie de terreno natural compactado y una cama de arena, de al menos 3

cm de espesor, para sentarlas firmemente sin que se muevan al tránsito. Las juntas deben rellenarse con tierra, vegetación cubrepiso, arena, piedra decorativa u otro material adecuado para tal fin.

3004.6 Pisos integrales. Los pisos integrales sobre firmes, losas de cimentación o losas de entrepiso, sean estos naturales, con color integrado, lisos o grabados, deben proveerse de acuerdo con las indicaciones del fabricante de los aditivos, colorantes y moldes de estampado. Deben ser antiderrapantes y repelentes al agua, polvo y grasa, por lo que deben protegerse con selladores apropiados para este fin.

3004.7 Pisos de loseta cerámica. Las losetas cerámicas por su tamaño, absorción y uso, también reciben nombres como azulejos, mosaicos y otros. Los recubrimientos con loseta cerámica deben proveerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con lo siguiente:

- a. La loseta cerámica debe cumplir con la NMX-C-422-ONNCCE-2002 y debe colocarse sobre una superficie de concreto uniforme liso, o losa preparada para recibir sobrepiso, libre de polvo, bordes o desniveles.
- b. Su colocación se debe realizar comenzando por las áreas de piso más visibles o accesos del local, haciendo un estudio previo del área a cubrir para evitar excesivos recortes y desperdicio.
- c. Su adhesión al firme debe ser por medio de adhesivo que cumpla con la NMX-C-420-1-ONNCCE-2017. Las piezas deben fijarse a nivel, con regla, hilo, separadores y mazo de goma, en su caso.
- d. Las juntas entre losetas deben rellenarse con emboquillado arenoso, tapajuntas o cemento blanco de acuerdo con el uso y superficie de colocación del recubrimiento.

3004.8 Pisos de loseta vinílica. La colocación de loseta vinílica se debe realizar de acuerdo con lo siguiente:

- a. La loseta vinílica se debe colocar con adhesivo vinílico sobre un firme totalmente liso, seco y libre de imperfecciones, grietas, grasa, cera y polvo, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- b. Se permite la colocación de loseta vinílica sobre firmes de concreto, mosaico o madera.
- c. Para agilizar y mejorar las condiciones de colocación, el espacio debe estar ventilado y el día preferente soleado.
- d. Una vez pegadas las losetas vinílicas se debe calentar moderadamente, con soplete para plomero, la superficie de las esquinas no adheridas, en

su caso, presionando al mismo tiempo sobre ellas con un rodillo (en caso que así lo requiera, según el fabricante).

- e. El zoclo vinílico sobre la base de la pared se debe colocar de la misma forma y en las mismas condiciones, sin exceder una altura de 8 cm a partir del nivel de la loseta vinílica.

3004.9 Pisos de barro. Los pisos recubiertos con losas de barro deben proveerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con lo siguiente:

- a. El firme donde se instalen las losas de barro debe estar nivelado, totalmente limpio y libre de humedad.
- b. Las piezas deben estar secas por lo que no deben humedecerse ni sumergirse en agua.
- c. Antes de su instalación, cada losa debe sellarse con el producto indicado por el fabricante.
- d. Para lograr una tonalidad uniforme deben mezclarse las losas previo a su instalación y debe preverse un patrón geométrico de colocación para evitar retrabajos y cortes innecesarios.
- e. Para fijar las losas al firme se debe utilizar adhesivo blanco para pisos. No se permite el uso de mortero gris. Las losas deben fijarse a nivel, con regla, hilo y mazo de goma.
- f. Las juntas o boquillas deben ser uniformes y con un espesor mínimo de 15 mm y deben rellenarse, sin rayar las losas, con la lechada especificada por el fabricante.
- g. Una vez instalado el piso de barro se debe aplicar nuevamente el sellador, con las capas necesarias, para asegurar la debida impregnación de las losas y la boquilla. Finalmente sobre la superficie seca, según su caso, puede aplicarse cera líquida para pisos.

3004.10 Pisos de mármol. Los pisos recubiertos con losas de mármol deben proveerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con lo siguiente:

- a. El firme donde se instalen las losas de mármol debe estar nivelado, totalmente limpio y libre de humedad.
- b. Antes de su instalación, cada losa debe sellarse con el producto indicado por el fabricante.
- c. Para lograr una colocación estética, debe preverse un patrón geométrico, de acuerdo con las tonalidades y vetas de cada pieza, para evitar retrabajos y cortes innecesarios.
- d. Sobre el firme se debe trazar una cuadrícula con

el patrón de colocación, iniciando la instalación de las losas del centro hacia afuera del firme.

- e. Para fijar las losas en el firme se debe utilizar el adhesivo indicado por el fabricante. Las losas deben fijarse a nivel, con regla y separadores.
- f. Las juntas o boquillas deben ser uniformes y con un espesor de 3 mm a 6 mm y deben rellenarse, sin rayar las losas, con la lechada especificada por el fabricante.
- g. Una vez instalado el piso de mármol se debe aplicar nuevamente el sellador, con las capas necesarias, para asegurar la debida impregnación de las losas y la boquilla.

3004.11 Pisos de duela. Los pisos recubiertos con duela de madera o laminada, deben proveerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con lo siguiente:

- a. El firme donde se instale la duela debe estar nivelado, totalmente limpio y libre de humedad. Los firmes pueden ser de concreto o madera siempre que cumplan con la resistencia y características apropiadas para este fin.
- b. Deben instalarse después de haberse terminado todos los trabajos de acabados, cancelería, herrería y similares, excepto puertas en las zonas con piso de duela.
- c. Todas las piezas de duela deben airearse 12 horas mínimo (según recomendación del fabricante), en el lugar donde se colocara antes de su instalación.
- d. Antes de la colocación del piso de duela, debe proveerse una barrera de vapor a base de poliuretano o del material indicado por el fabricante.
- e. Al momento de su montaje se debe evitar toda humedad tanto proveniente del piso o firme así como de los vanos expuestos sin ventana o puerta.
- f. Deben instalarse zoclos apropiados en todo el perímetro del piso de duela.
- g. Se prohíbe la instalación de duela en espacios húmedos como cocinas, baños y cuartos de lavar.

3004.12 Pisos de *parquet*. La colocación de pisos de *parquet* debe realizarse como la de los pisos de duela indicada en la Sección 3004.11, además de lo siguiente:

- a. Cada pieza de *parquet* debe quedar fijada al piso individualmente aplicando el adhesivo indicado por el fabricante.

- b. Las juntas entre las piezas deben ser a hueso, es decir, sin separación.
- c. Debe permitirse una junta de dilatación en el perímetro colindante con las paredes de 5mm de ancho, la cual debe cubrirse con un zoclo adecuado con la instalación.

3004.13 Pisos con alfombra. Los pisos recubiertos con alfombra, deben proveerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con lo siguiente:

- a. El firme donde se instale la alfombra debe estar nivelado, totalmente limpio y libre de humedad. Los firmes pueden ser de concreto o madera siempre que cumplan con la resistencia y características apropiadas para este fin.
- b. Deben instalarse después de haberse terminado todos los trabajos de acabados, cancelería, herrería y similares, excepto puertas en las zonas de piso con alfombra.
- c. Antes de colocar la alfombra, debe proveerse una barrera de vapor, o bajoalfombra, con las características indicadas por el fabricante.
- d. Al momento de su montaje se debe evitar toda humedad tanto proveniente del piso o firme así como de los vanos expuestos sin ventana o puerta.
- e. Se prohíbe la instalación de alfombra en espacios húmedos como cocinas, baños y cuartos de lavar.

3004.14 Otros recubrimientos para piso. Los procedimientos de instalación de recubrimientos para pisos no mencionados en la Sección 3003, deben acatar las indicaciones de colocación del fabricante, deben estar apegados a las indicaciones establecidas en el proyecto ejecutivo y deben cumplir con las exigencias de la autoridad competente y los estándares de la normatividad aplicable, en su caso.

SECCIÓN 3005 MUROS DIVISORIOS LIGEROS

3005.1 Muros divisorios ligeros. Los muros divisorios ligeros se deben construir conforme a lo estipulado en el proyecto ejecutivo y de acuerdo con lo indicado en esta sección.

- a. Se debe asegurar que los elementos horizontales y verticales del edificio tengan las propiedades estructurales, plomos y niveles correctos, para la adecuada sujeción y firmeza de los muros divisorios ligeros.
- b. No se permite la colocación de muros ligeros en superficies donde se alojen ductos y tuberías de

instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y especiales, ni donde se puedan afectar las propiedades estructurales del edificio.

- c. Se deben prever las preparaciones indicadas en el proyecto para registros, tuberías y ductos de instalaciones diversas alojados en el muro divisorio. Así mismo se deben hacer los refuerzos en donde sea necesario para asegurar el desempeño del muro ligero.
- d. Los remates de los muros ligeros próximos a vanos de ventanas, puertas y esquinas deben estar previstos y resueltos en el proyecto ejecutivo.
- e. Las juntas de unión con muros y elementos constructivos del edificio deben estar selladas herméticamente.
- f. Los proyectos de edificación que contemplen la colocación de muros divisorios ligeros, y se establezcan criterios de crecimiento, el retiro de los mismos debe ser fácil y sin dañar la estructura integral del edificio.

3005.2 Muros de paneles de yeso o de cemento. Los muros de paneles de yeso o de cemento, se deben componer, generalmente, de un bastidor de lámina galvanizada ligera a base de postes verticales y largueros horizontales, con sección transversal en forma de canal.

Los paneles de yeso o de cemento deben ser nuevos y del espesor estándar requerido. No deben presentar grietas, quebraduras ni humedades.

3005.2.1 Almacenaje. Los paneles de yeso o de cemento deben almacenarse en espacios ventilados y exentos de humedad. Deben estibarse de forma plana sin hacer contacto directo con el suelo. Se prohíbe su estiba de canto.

3005.2.2 Trabajos preliminares. Los trabajos preliminares para asegurar la correcta instalación de los muros de paneles de yeso o de cemento deben efectuarse de acuerdo con lo indicado en la Sección 3005.2.

3005.2.3 Procedimiento constructivo. El procedimiento constructivo de los muros divisorios con paneles de yeso o de cemento debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

3005.2.3.1 Armado del bastidor. El armado del bastidor metálico para muros de panel de yeso o de cemento debe proveerse de acuerdo con lo siguiente:

- a. El paso de instalaciones hidráulicas, eléctricas o para recibir canaletas de refuerzo cuando se necesiten, se debe hacer empleando postes metálicos provistos de aberturas.

- b. No es necesario asegurar mecánicamente la unión del poste con el larguero, excepto en los casos de postes adyacentes a marcos de ventanas y puertas, los cuales deben estar asegurados en la parte inferior y superior por pijas o remaches a través de los costados de los postes y largueros.
- c. Los postes se deben colocar con una separación entre ellos acorde con las dimensiones de los paneles, la cual puede ser a cada 60 cm o a cada 40 cm, según su caso. Igualmente deben colocarse a una distancia mínima de 5 cm de los vanos de ventanas y puertas, y deben ir unidos por medio de tornillos o pernos. Los vanos del muro deben enmarcarse con postes a todo lo largo desde el larguero del piso al de techo.
- d. Si es necesario, se permite empalmar los postes insertando uno dentro del otro con un traslape mínimo de 20 cm, asegurando los costados con dos tornillos o remaches en cada lado.
- e. Los largueros se deben colocar en el piso, techo e intersecciones con otros muros, alineándolos perfectamente de acuerdo con los trazos, asegurándolos con clavos, tornillos u otros fijadores adecuados a distancias no mayores de 60 cm a ejes y a no más de 20 cm de los extremos de cada larguero.

3005.2.3.2 Colocación de paneles. La colocación de paneles de yeso o de cemento, sobre el bastidor del muro divisorio se debe realizar de acuerdo con lo siguiente:

- a. La fijación de los paneles debe ser por medio de tornillos o pijas autoinsertantes y autoperforantes. Los tornillos deben colocarse a ejes, a cada 30 cm como máximo, a lo largo de los postes y largueros en el perímetro del panel; y a cada 60 cm como máximo en los postes intermedios. Las uniones entre los paneles se deben desvanecer con pasta y malla o cinta de refuerzo.
- b. En las aristas vivas se debe colocar un esquinero metálico formado por un ángulo de lámina galvanizada fijándolo mediante adhesivo de contacto o con pijas. El esquinero se debe cubrir con el mismo material empleado en las juntas. Cuando los extremos o bordes queden expuestos,
- c. como en las ventanas, el extremo se debe proteger
- d. con un ángulo metálico de las mismas dimensiones que el esquinero.

- e. No se deben usar paneles de yeso en zonas de excesiva humedad o frecuente exposición al agua, a menos que estén perfectamente protegidos y especificados para zonas húmedas.

3005.3 Muros con paneles de poliestireno y poliuretano expandido, estructurados. Este tipo de muros deben ser anclados tanto al piso como a la losa, a través de varillas corrugadas debidamente empotradas y ubicadas de manera alternada en cada cara del panel. La distancia entre varillas de anclaje y su longitud no debe ser menor de 30 cm.

En las uniones de paneles, debe colocarse malla de refuerzo para evitar agrietamientos. El aplanado se debe realizar en dos tiempos, y el espesor total del aplanado, sobre el refuerzo de malla, no debe ser mayor de 1.5 cm en cada cara.

3005.4 Otros muros divisorios. Los procedimientos de construcción de muros divisorios no mencionados en la Sección 3005, deben coincidir con las indicaciones establecidas en el proyecto ejecutivo y deben cumplir con las exigencias de la autoridad competente y los estándares de la normatividad aplicable, en su caso.

SECCIÓN 3006 TECHOS

3006.1 Techos. La construcción de techos de concreto hidráulico, ladrillos, tejas, láminas, aligerados o madera, apoyados sobre elementos estructurales, debe ser realizada de acuerdo con el proyecto ejecutivo, las especificaciones que establezca la autoridad competente y las demás disposiciones aplicables.

Los techos colocados sobre estructuras de madera o metálicas, sobre la última losa, con pendiente hasta del 3%, diseñados como transitables, deben ser construidos con las especificaciones detalladas en el proyecto ejecutivo, la normatividad vigente y deben cuidar las recomendaciones del fabricante.

*

SECCIÓN 3007 AZOTEAS

3007.1 Rellenos y entortados. En las azoteas los rellenos y entortados se deben realizar de acuerdo con lo siguiente:

- a. Deben tener una pendiente, hacia las bajantes de agua pluvial, del 2% como mínimo, en tableros no mayores de 100 m², dejando juntas de dilatación de 1.5 cm de espesor y formando tableros de

no más de 20 m² que posteriormente deben ser selladas con material expansivo aprobado.

- b. El material de relleno en azoteas, debe estar seco al colocarse y no se debe rellenar en capas mayores de 20 cm y se debe compactar según lo especifique el proyecto ejecutivo.
- c. Se debe extender sobre toda la superficie del relleno un entortado de mortero cemento, cal y arena del espesor indicado en el proyecto ejecutivo.
- d. Cuando el entortado se agriete y antes del fraaguado final, con plana de madera se debe aplicar un mortero de arena cemento para cerrar el agrietamiento y dejar una superficie uniforme, sin oquedades u ondulaciones.
- e. Integralmente con la ejecución del entortado, se deben realizar los muretes, bases, chaflanes de pretilas o cualquier otro elemento que se apoye en la losa.
- f. Los entortados deben quedar con las pendientes y parteaguas fijados en el proyecto, sin presentar contra pendientes ni depresiones.
- g. Terminado el entortado, debe curarse durante un mínimo de 3 días.

3007.2 Enladrillado. El enladrillado sobre la azotea se debe colocar de acuerdo con lo siguiente:

- a. Debe colocarse en forma de petatillo, el ancho entre juntas no debe exceder de 8 mm y la superficie acabada debe quedar sin aristas. Durante la ejecución del enladrillado debe tenerse especial cuidado de verificar las pendientes y parteaguas fijados en el proyecto.
- b. Los ladrillos, previamente humedecidos y limpios deben asentarse con mortero de cemento, cal y arena en la proporción indicada en el proyecto ejecutivo, formando tableros o cuadros de 20 m², con juntas de dilatación, que también se deben proveer en cualquier remate del enladrillado.
- c. En las coladeras pluviales, el enladrillado debe llegar a una distancia de 3 cm del borde de la coladera, emboquillado con mortero de cemento y arena en la proporción diseñada en el proyecto ejecutivo, de manera que quede el emboquillado 1.5 cm abajo del enladrillado y remate en el perímetro de la entrada a la coladera.
- d. El enladrillado se lechadea y escobilla 24 horas después de terminado, con una lechada de cemento lo suficientemente fluida para que penetre en las juntas del enladrillado y selle la porosidad y fisuras de los ladrillos. Debe curarse durante un mínimo de 3 días.

- e. El enladrillado, lechadeado y escobillado, deben realizarse sobre una superficie limpia, sin ondulaciones o depresiones, piezas sueltas, rajadas o desprendidas, y con la pendiente establecida en el proyecto, que no debe ser menor del 2%.
- f. Se deben colocar chaflanes en las azoteas de 10 cm como mínimo y con una inclinación de 45°. La lechada de cemento aplicada sobre el enladrillado y chaflanes no debe formar una capa gruesa con costras quebradizas.
- g. Cuando se indique la aplicación de impermeabilizante, se debe realizar de acuerdo a las indicaciones del proveedor y se deben estipular por escrito las garantías ofrecidas.

3007.3 Impermeabilización. La impermeabilización debe realizarse de acuerdo con las indicaciones del proyecto ejecutivo, teniendo especial cuidado en las bajantes pluviales, coladeras, remates de pretilas, muretes, bases y similares.

Los mantos prefabricados impermeables deben cumplir con la NMX-C-437-ONNCCE-2004 y los impermeabilizantes elastoméricos con la NMX-C-450-ONNCCE-2010.

3007.4 Recubrimientos en cubiertas inclinadas. Generalmente las cubiertas inclinadas presentan una vista de su cara superior que forma parte de la fachada y por lo tanto, deben tener la pendiente debida y ser recubiertas con materiales estéticos y adecuados para la región bioclimática donde se ubiquen. La pendiente ideal debe tener entre 20° y 30° de inclinación o bien entre la proporción 3:8 y 4:7.

3007.4.1 Teja de barro, cerámica o sintética. La colocación de los diferentes tipo de teja en cubiertas inclinadas debe proveerse de acuerdo con lo siguiente:

- a. Las tejas deben estar perfectamente fijas a la cubierta del edificio.
- b. En cubiertas de madera se deben fijar las tejas con clavo galvanizado.
- c. En cubiertas de concreto se deben fijar las tejas con tornillo galvanizado afianzado con taquete expansivo.
- d. No se deben emplear adhesivos ni poliuretanos de ningún tipo para fijar las tejas en las cubiertas.
- e. Antes de colocar la teja las cubiertas deben estar perfectamente impermeabilizadas con los materiales adecuados según su tipo.

3007.4.2 Tejamanil asfáltico. El tejamanil asfáltico debe ser de fibra de vidrio mezclada con asfalto y

arena, de colores y textura preestablecidos en el acabado del propio material.

En cubiertas de madera las tiras de tejamanil asfáltico se deben fijar con tachuela galvanizada o grapa galvanizada sobre una base impermeable de fieltro asfáltico y emulsión asfáltica.

SECCIÓN 3008 HERRERIA

3008.1 Almacenaje. Los perfiles deben cumplir con los calibres de lámina especificados en el proyecto ejecutivo. Los elementos suministrados deben estar protegidos con pintura anticorrosiva, además todas las superficies en donde se haya aplicado soldadura deben estar perfectamente esmeriladas.

La herrería se debe almacenar en lugares que no estén expuestos a la lluvia, preferentemente cerrados.

3008.2 Colocación. Para la correcta colocación de la herrería se deben dejar las preparaciones necesarias cuidando al máximo la verticalidad de la estructura, muros y boquillas.

Las hojas móviles no deben presentar deformaciones y deben ajustar con precisión en los marcos.

Todas las anclas que se utilicen para fijar el marco a un muro deben tener un mínimo de 50 mm y debe haber al menos una en cada esquina. La separación entre marco y muro debe ser uniforme y no mayor de 10 mm.

3008.3 Instalación. Siempre que en el proyecto ejecutivo no se indique otro dato, el arrastre de las puertas debe ser de 10 mm, y la holgura máxima entre elementos fijos y móviles debe ser de 3 mm.

Los tornillos utilizados deben ser del mismo metal que el acabado del herraje. Las baguetas deben quedar perfectamente unidas a la ventana, o puerta, con un mínimo de dos tornillos o pijas autorroscantes, sin exceder de una separación mayor de 50 cm.

En caso de utilizar perfiles tubulares cerrados, se deben preparar perforaciones para drenarlos.

3008.4 Cerraduras. Antes de colocar las cerraduras, los mecanismos deben estar debidamente probados y lubricados con productos aprobados por el fabricante. Las cerraduras deben ser las especificadas en el proyecto y deben cumplir con la marca y tipo especificados en el proyecto ejecutivo.

3008.5 Acabados. Las baguetas, vidrios, y vinilo sobre los elementos de herrería, deben colocarse des-

pués de haber terminado de aplicar la pintura definitiva en la estructura.

Para la protección contra lluvia y humedad, se debe sellar y calafatear el perímetro del perfil tubular, tanto en la parte interior como la exterior.

En el caso de muros de panel de yeso, se deben colocar almas interiores de madera en los lugares donde se sujeten y fijen las herrerías.

3008.6 Recubrimientos. La herrería metálica debe colocarse antes de la segunda capa de aplanado. La herrería de aluminio debe colocarse después de terminado el aplanado. Se debe indicar al instalador cuando exista un recubrimiento de piedra en la fachada.

3008.7 Instalación. En toda colocación de herrería se debe ajustar la rigidez en las hojas de las ventanas y puertas. Se deben probar las manijas, elevadores y portacandados. Las baguetas inferiores se deben soldar y las otras deben rematarse bien sin dejar huecos.

3008.8 Esmeriles y empalmes. Se debe verificar que las soldaduras estén esmeriladas de acuerdo con la normatividad y los empalmes a 45° bien hechos.

3008.9 Revisión. La lámina de los tableros no debe estar golpeada. Se deben probar los huecos de preparación de cerraduras. Se debe comprobar las holguras de puertas y ventanas.

SECCIÓN 3009 CARPINTERÍA

3009.1 Proyecto de carpintería. Antes de proceder a la fabricación de la carpintería, se debe tener acceso a la información para constatar que en el proyecto no se omitió ningún detalle.

3009.2 Ratificar la información. Se debe entregar la información completa y oportuna al proveedor con objeto de cumplir con el programa de obra. El proveedor debe ratificar o rectificar en la obra las dimensiones de lo contratado, antes de iniciar cualquier trabajo.

Se debe suministrar la madera, con la calidad y dimensiones especificadas en el proyecto y tratada contra polilla y hongos.

3009.3 Almacén. Se debe almacenar el material en un lugar donde no interfiera con ninguna otra actividad, en el que sólo el personal autorizado pueda tomarlo y debe estar almacenado en una zona fuera de peligro de incendio.

Se deben cumplir los lineamientos de protección contra incendios y contar con extinguidores de acuerdo con lo especificado en la NOM-002-STPS- 2010. Esta medida es exigible cuando se manejen materiales inflamables.

3009.4 Tratamiento de la madera. Para fabricar cualquier elemento de carpintería no se debe utilizar madera torcida o dañada.

Las dimensiones de los elementos fabricados con formica, lignoplay o fibracel, entre otros, no debe variar en más de 1/10 de su espesor nominal.

Los elementos de madera se deben tratar con aceite de linaza antes, de colocarlos, para preservarlos de la humedad.

3009.5 Detalles de instalación. Cuando las correderas de los cajones sean de guías de madera se debe aplicar parafina en las superficies de contacto para su mejor funcionamiento.

Las partes móviles de puertas, ventanas, cajones y similares deben ajustar adecuadamente.

Debe tenerse el mayor cuidado con la colocación de los marcos de las puertas, ya que deben quedar perfectamente fijos para soportar el peso de las puertas.

3009.6 Apariencia en recubrimiento. Los clavacotes usados en el recubrimiento de las cabezas de los tornillos se deben colocar en el sentido de la veta de la madera, esto permite disimular mejor la sujeción del elemento.

Tan pronto se instalen las puertas, se les debe colocar la chapa y los accesorios, cuidando de mantener cerrados con llave los locales para prevenir cualquier daño o pérdida.

3009.7 Certificación de lo solicitado. De existir duda en puertas o cancelas que lleguen a la obra ya fabricados se debe solicitar el desmantelamiento de una puerta o tramo de cancel elegidos al azar para certificar que cumplen con lo contratado.

La holgura de las puertas en sus partes superiores y laterales deben tener como mínimo 2 mm y el arrastre de 5 mm. Los cancelas y celosías no deben tener desplomes mayores a 1/300 de su altura.

3009.8 Muebles con cajones. En caso de tener closets, anaqueles u otros muebles con cajones, se debe comprobar la funcionalidad de los mismos. Todos los entrepaños de muebles deben estar soportados y nivelados correctamente.

La fijación de los cancelas y celosías de madera se debe realizar conforme a lo especificado, revisando que ningún módulo o elemento quede suelto.

En los lambrines y plafones se debe usar madera desfleada y en los bastidores se deben utilizar tiras de madera de pino, además de que la superficie sobre la cual se coloque el bastidor debe estar seca y sin fisuras.

No se permiten alabeos mayores de 2 mm.

3009.9 Recepción de los trabajos. Para la recepción de los trabajos se debe verificar que ningún elemento presente grietas, pliegues, alabeos y la cara aparente de la madera no tenga defectos.

Así mismo, se deben entregar funcionando todos los trabajos, debiéndose asegurar que toda la tornillería y herrajes estén completos. Al entregar las llaves de cerraduras y dispositivos de apertura éstas deben estar plenamente identificadas.

3009.10 Puertas de madera. Las puertas deben ser durables, resistentes, seguras y funcionales. Las puertas exteriores deben ser a prueba de humedad, lluvia y radiación solar, por lo que se debe tener especial cuidado en la selección de la madera, selladores, tintas y barnices para que brinden la mejor protección posible ante el clima y el contacto humano. Las puertas deben proveerse de acuerdo con lo indicado en esta sección.

3009.10.1 Holguras. La holgura admisible entre el marco y la puerta debe ser de 3 a 5 mm de luz.

3009.10.2 Cerraduras. Las cerraduras de las puertas, también conocidas como perillas o manivelas, deben colocarse a una altura no menor de 0.95 m ni mayor de 1.05 m del nivel de piso terminado. Las cerraduras de las puertas que comuniquen hacia el exterior del edificio deben contar con cerraduras accionadas mediante llave.

3009.10.3 Espesor de las puertas. El espesor mínimo de las puertas de madera debe ser de 4 cm.

3009.10.4 Rejillas de ventilación. Las puertas interiores en los edificios que requieran de clima artificial, deben contar en su parte inferior con rejillas de ventilación con una dimensión tal que permita el intercambio de aire para el buen funcionamiento de los equipos instalados.

3009.10.5 Puertas exteriores. Por seguridad todas las puertas de madera que comuniquen hacia el exterior de la vivienda deben ser sólidas, macizas o entabladas.

Así mismo se debe prever el adecuado cierre de las puertas para evitar infiltraciones y fugas innecesarias de aire así como vibraciones e intrusión de polvo, humos e insectos haciendo uso de empaques en los topes y guardapolvos de arrastre o botaguas en la base.

3009.10.6 Colocación. Los marcos de las puertas deben estar perfectamente sujetos al vano de la pared. En muros de mampostería deben emplearse cuñas de madera ancladas en el muro o taquetes de presión y tornillos para madera; no se permite el uso de clavos para fijar el marco directamente sobre el muro. Las bisagras goznes, pivotes o rieles deben ser suaves y silenciosos. Las puertas deben colocarse a nivel de tal manera que la acción de la gravedad no permita que abatan por sí mismas.

3009.10.7 Acabados en puertas. Todas las puertas deben acabarse con sellador, tinta, laca o pintura esmalte para garantizar su durabilidad y ahorro de mantenimiento.

3009.11 Canceles de madera. La sujeción de los cancelos y celosías de madera se debe realizar conforme a lo especificado en el proyecto ejecutivo, revisando que ningún módulo o elemento quede sin la apropiada unión. Su grosor no debe exceder de 5 cm. No se deben emplear como elementos estructurales y deben tener un peso igual o menor de 50 kg/m².

3009.11.1 Holguras y acabados. Los cancelos y celosías de madera deben tener una holgura de 5 mm a 10 mm de luz con respecto a los elementos de sujeción ya sean firmes, losas, travesaños, muros o columnas.

No deben estar sujetos con clavos y no deben recaer en vanos, ventanas ni alfombras. Todos los cancelos de madera deben acabarse con sellador, tinta, laca o pintura esmalte para garantizar su durabilidad y ahorro en mantenimiento.

3009.12 Clósets de madera. El diseño de los espacios de clóset, o armario empotrado, debe incluir áreas para el colgado de ropa, cajoneras, entrepaños, zapateras y espacios en general para el guardado de blancos y maletas, en la parte superior. Para el cálculo de las dimensiones del clóset, ver Figura 3009.12, se debe considerar lo siguiente:

- Profundidad mínima de 60 cm.
- Altura del tubo colgador de 90 cm a 115 cm para prendas cortas y de 170 cm a 190 cm para prendas largas.
- Cajones de 40 a 60 cm de ancho y de 15 a 30 cm de alto.
- Entrepaños de 35 a 45 cm de alto.

En muros de mampostería o concreto, la colocación y sujeción del clóset se debe hacer con taquetes de presión y chilillos.

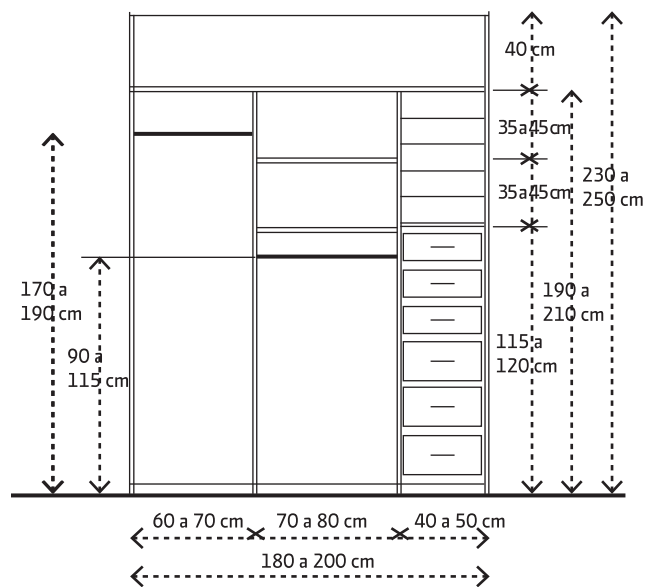


FIGURA 3009.12 DIMENSIONES ESTÁNDAR DE CLÓSET

3009.12.1 Cajones y puertas. Los cajones y puertas del clóset deben tener jaladeras y deben instalarse de tal manera que puedan abrirse fácilmente, con suavidad y sin producir ruido.

Todos los elementos del clóset deben ser lisos, sin filos y acabados con sellador, tinta, laca o pintura esmalte o laminados para garantizar su durabilidad y ahorro en mantenimiento.

3009.13 Alacenas de cocina. El diseño de las alacenas debe tomar en cuenta los espacios necesarios para alojar la estufa, fregadero, refrigerador, campana extractora y horno de microondas, así como alimentos y demás enseres propios para cocinar.

En muros de mampostería la colocación y fijación de alacenas se debe realizar con taquetes de presión y tornillos.

Las puertas y cajones deben contar con jaladeras y deben instalarse de tal manera que puedan abrirse fácilmente, con suavidad y sin producir ruido. Los elementos de las alacenas deben ser lisos y acabados con sellador, tinta, laca, pintura esmalte o laminados para garantizar su durabilidad y ahorro en mantenimiento.

CAPÍTULO 31 - SUSTENTABILIDAD

SECCIÓN 3101 CONSIDERACIONES GENERALES

3101.1 Alcance del capítulo. El presente capítulo tiene la finalidad de establecer lineamientos de diseño sustentable para toda la vivienda en México.

Dentro de este capítulo, se consideran aspectos que cuentan con normatividad nacional vigente, así como criterios que minimizan los impactos negativos de la edificación al medioambiente e incrementan la calidad de vida de los usuarios.

3101.2 Propósito. El propósito de este capítulo es realizar la homologación y estandarización de criterios mínimos de sustentabilidad estableciendo lineamientos destinados al diseño sustentable de una vivienda, considerando aspectos como elementos de envolvente, la selección e instalación de sistemas y equipos mecánicos energéticamente eficientes, servicios de sistemas para aprovechamiento de energías renovables, iluminación eficiente y natural, ahorro y tratamiento de agua, manejo de residuos y áreas verdes con la finalidad de reducir las emisiones de carbono y otros gases de efecto invernadero y así mitigar los impactos negativos en el medio ambiente y los habitantes del mismo. No se pretende reducir los requisitos de seguridad y de salud ambientales dispuestos por otros códigos o normas aplicables.

3101.3 Referencia a otros documentos. El presente código de edificación de vivienda hace referencia a aquellas Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas aplicables al tema, así como leyes de prevención y desarrollo.

SECCIÓN 3102 APLICABILIDAD

3102.1 Alcance. El propósito de esta sección es definir que tipo de construcciones deberán aplicar los criterios de sustentabilidad en su diseño y edificación; de acuerdo a las diferentes disposiciones y normativas existentes en el país en los tres niveles de gobierno, no aplicando así a edificaciones históricas por tener una normativa diferente.

3102.2 Campo de aplicación. Las disposiciones de este capítulo deben ser aplicadas en todos los casos que se relacionen con el diseño y construcción de vivienda y desarrollos habitacionales. Las disposiciones establecidas en el presente capítulo en ningún momento pretenden contravenir lo establecido en la normatividad local, estatal o federal vigente.

Excepción 1. En viviendas históricas, no es obligatoria la aplicación de las disposiciones de este código, sin embargo, se debe cumplir con las disposiciones establecidas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Excepción 2. Las viviendas que demuestren conformidad con la NMX-AA-164-SCFI-2013 en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, no están sujetas a las disposiciones de esta parte 6.

3102.3 Usos mixtos. Cuando una edificación destinada a vivienda cuente con otro uso, cada parte de la edificación debe responder a los requisitos de cada uso incluido. Cuando un uso no ocupe más del 10 por ciento del área de cualquier piso de la edificación, el uso más importante debe ser considerado como el uso de la edificación.

3102.4 Referencias a normativas. Las normas, criterios y recomendaciones referidas en este documento deben considerarse parte del CEV. Asimismo, se debe observar lo establecido en la Parte 10 Referencias a Normas y Estándares Nacionales e Internacionales.

SECCIÓN 3103 SELECCIÓN DEL SITIO

3103.1 Alcance. Determinar los requerimientos para una adecuada selección del terreno en donde se pretenda desarrollar vivienda, de modo que se pueda minimizar y mitigar los impactos ambientales inevitables por esta práctica y no exponer la seguridad de la edificación ni de sus habitantes, para lo anterior se debe cumplir con lo establecido en el Capítulo 4 "Desarrollo urbano, desarrollos habitacionales, estructura urbana, lotificación y donaciones", del presente código, en el cual se establecen los requisitos básicos para la evaluación y selección del predio.

3103.2 Ubicación y uso de suelo. Las edificaciones cubiertas por este código no deben estar ubicadas en zonas como: Áreas Naturales Protegidas, Zonas de Riesgo, Zonas Inundables, Zonas Federales, Zonas identificadas como No Urbanizables o cerca de predios destinados a actividades riesgosas de acuerdo a la NMX-AA-164-SCFI-2013.

Adicionalmente, se deben seguir las normas generales de ordenación que correspondan al municipio en la que se pretende realizar el desarrollo de vivienda,

con la intención de regular el uso de suelo y respetar la denominación y usos del área, según se indica en la Ley de Desarrollo Urbano local aplicable.

Se requiere contar con un certificado de zonificación de suelo, tal como se indica en la Ley de Desarrollo Urbano local aplicable y el Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano que aplique en su localidad. Así mismo, toda licencia, constancia o permiso neces-

ario para construcción de vivienda, debe atenerse y ser emitida de acuerdo a las normas locales y/o federales reglamentarias que correspondan al sitio en desarrollo.

Así mismo, los predios con las características hidrológicas identificadas en la Tabla 3103.2, no son aptos para el desarrollo de vivienda y deben considerar los usos recomendables en caso de desarrollo.

TABLA 3103.2 USO RECOMENDABLE DEL PREDIO SEGÚN CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS.

IDENTIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	USO RECOMENDABLE
a) zonas inundables	zonas de valles partes bajas de las montañas drenes y erosión no controlada suelo impermeable vegetación escasa tepetate o rocas vados y mesetas	zonas de recreación zonas de preservación zonas para hacer drenajes almacenamiento de agua recargas de acuíferos
b) cuerpos de agua	vegetación variable suelo impermeable localización en depresiones	almacenamiento temporal de agua para riego
c) arroyos	pendiente de 5% a 15% seco o semi-seco en estiaje con creciente con lluvias vegetación escasa fauna escasa susceptible a erosión	dren natural encauzarlo a determinado lugar
d) pantanos	clima húmedo semi-selvático pastizal acuático tierra muy blanda fauna variada	conservación natural
e) escurrimientos	pendientes altas humedad constante alta erosión	riego mantener humedad media y alta proteger erosión de suelos

**SECCIÓN 3104
DISEÑO Y DESARROLLO DEL SITIO**

3104.1 Alcance. En esta sección se establecen los requerimientos para el diseño de un proyecto de desarrollo habitacional que minimice los posibles impactos al medio ambiente y proteja, restituya y mejore las características naturales y la calidad ambiental del sitio; incluyendo nuevos conceptos y tecnología que facilite la preservación y mejora y abarate los costos de las actividades que se requieran para ello.

3104.2 Preservación de los recursos naturales y uso de servicios ambientales del sitio. Con la intención de proteger la biodiversidad del sitio, se deben realizar estudios para determinar un programa

de manejo del terreno, donde se especifiquen los ejemplares de vegetación y fauna. Adicionalmente, se deben identificar las especies que son necesarias para conservar, trasplantar, remover o proteger según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así mismo, durante la construcción, deben protegerse los elementos naturales, para que los trabajos de construcción u otros servicios no deterioren o contaminen el medio. De igual manera, toda edificación sustentable necesariamente debe lograr un balance entre los distintos factores ambientales considerados a lo largo de su ciclo de vida, conforme a las condiciones locales imperantes y conceder especial atención a los aspectos de localización, funcionalidad, desempeño, aprovechamiento y diseño, por lo que deben seguir las recomendaciones aplicables de orientación y localización para el aprovechamiento de los beneficios

ecosistémicos del terreno como se indica en el Anexo 8 Especificaciones Bioclimáticas para el consumo energético y emisiones de carbono recomendadas.

3104.3 Gestión de la vegetación, suelos y control de la erosión. Los cambios en la topografía del predio se deben minimizar con el fin de reducir los efectos de erosión del suelo a largo plazo. Algunas recomendaciones se enlistan a continuación:

- Evaluar el desarrollo en pendientes mayores al 15%.
- Usar terrazas, muros de contención, manejo de vegetación y técnicas de estabilización del suelo para reducir la erosión.
- Disminuir al máximo el tiempo de exposición del suelo removido o modificado durante la construcción.
- Construir redes de infraestructura utilizando zanjas compartidas según tipo de instalaciones.

Adicional a la evaluación, para la conservación del sitio, se debe generar un procedimiento para la gestión del material, donde se provea un lugar de almacenamiento temporal en la obra, que evite la dispersión de polvos y partículas; así como durante su traslado al punto de disposición final, tal como se señala en la sección 3109 Gestión de los Residuos del presente código.

Además, se debe evitar la erosión del suelo a cuerpos y cauces de agua, sistema de drenaje de la localidad o canales de escorrentías según se señala en la sección 5.2.3.17 de la NMX-AA-164-SCFI-2013.

3104.3.1 Hidrología del sitio. Considerar los estudios hidrológicos y de estabilidad del suelo, en el diseño de áreas con pendientes y lo indicado en el Capítulo 4 "Desarrollo urbano, desarrollos habitacionales, estructura urbana, lotificación y donaciones", del presente código de edificación de vivienda.

3104.3.1.1 Recarga de mantos acuíferos. Todo proyecto de edificación deberá tomar las consideraciones necesarias para el aprovechamiento de aguas pluviales, residenciales y de escurrimientos superficiales para recargar los mantos acuíferos de la zona sin afectar la calidad de agua disponible en los mismos.

Se deben cumplir los requisitos de la NOM-003-CONAGUA-1996 para la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos, los requisitos de la NOM-014-CONAGUA-2003 para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada, así como las características y especificaciones de las obras y del agua infiltración artifi-

cial de agua a los acuíferos establecidas en la NOM-015-CONAGUA-2007

3104.3.2 Protección de la vegetación y el suelo. Las actividades de fomento y mejoramiento a las áreas vegetadas, se deben realizar con base en un proyecto de planificación y diseño elaborado previamente, el cual debe estar en cumplimiento con las secciones 5.2.5.1 y 5.2.5.2 de la Norma NMX-AA-164-SCFI-2013 y considerar como mínimo los aspectos que se enlistan a continuación:

- Las modificaciones al proyecto original deben ser sólo aquellas resultantes de una contingencia y deben ser plenamente justificadas técnicamente.
- El proyecto debe incluir un programa de mantenimiento que asegure la conservación y sobrevivencia del área verde. . Dicho programa debe contemplar al menos:
 - Manejo de árboles y arbustos
 - Poda
 - Soportes o guías
 - Limpieza de las bases
 - Reposición
 - Manejo del césped
 - Corte
 - Orilladura
 - Resiembra
 - Manejo de cubresuelos y flores
 - Riego
 - Fertilización
 - Control fitosanitario
 - Aplicación de herbicidas
 - Aseo y ornato
 - Manejo de elementos no vegetales (piedras, arenas, etc)
- El proyecto debe contemplar criterios de sustentabilidad y educación ambiental tales como ahorro y uso eficiente de agua, ahorro de energía y la utilización de ecotecnias, entre otros.
- Para el establecimiento de setos se considera únicamente el uso de arbustos o herbáceas.

Así mismo, el proyecto debe conservar la vegetación existente en el sitio siempre y cuando el desarrollo lo permita y cumplir con lo indicado en los siguientes puntos:

1. Los suelos de mala calidad deben ser mejorados previamente al establecimiento de especies;
2. En barrancas y promontorios, las dimensiones de los árboles pueden ser menores a las

establecidas en la sección 3110.2 Características mínimas de calidad y deben ser justificadas en el proyecto;

3. En suelos cuya pendiente sea mayor a 45° se deben construir terrazas y plantar herbáceas y cubresuelos, que eviten la erosión y a su vez favorezcan el aprovechamiento del agua.

3104.3.3 Selección de vegetación nativa. La vegetación en desarrollos habitacionales debe ser preferentemente a base de especies nativas. En el caso de que existan obstáculos propios de la construcción, se deberá evaluar el uso de especies que se adecúen al nuevo entorno. En ambos casos se deberá de cumplir con la sección 5.2.5.1.10 referente al sembrado de árboles de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 y cumplir con los siguientes puntos:

- Se deben conservar y dar el debido trato a aquellas especies indicadas en la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010 así como elaborar un programa de manejo de levantamiento de ejemplares como se indica en la sección 5.2.5.1.1 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013.
- De existir el caso en que las especies nativas no concuerden con las especificaciones del proyecto, se deberán establecer plantas con alta permeabilidad en el suelo favoreciendo así la recarga de mantos acuíferos.

Las especies que preferentemente se utilicen deben ser aquellas indicadas de acuerdo a la zona climática donde incide el proyecto y según los criterios especificados en la sección 5.2.5.1.7 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, o de acuerdo a las zonas locales.

3104.4 Efecto Isla de Calor. Para mitigar los efectos de isla de calor se deberán seguir lo establecido en las secciones 5.2.1.10, 5.2.1.11 y 5.2.1.12 de la NMX-AA-164-SCFI-2013, la cual aborda los requerimientos para mitigar el efecto de isla de calor. En esta norma se establecen los requerimientos de Índice de Reflexión Solar (IRS) para las superficies y las características deseadas para protección a la salud y a la biodiversidad. Los materiales utilizados deberán cumplir con lo establecido en la sección 3105 Materiales de Construcción del presente documento.

3104.5 Gestión del agua de lluvia. El diseño del proyecto debe conservar al máximo las características naturales de escurrimiento y drenaje del agua de lluvia del sitio como son, escurrimientos naturales, pendientes, derechos de vías y zonas de amortiguamiento; con el objetivo de evitar procesos de erosión, inundaciones y encharcamientos

a lo largo de la vida del edificio. Adicionalmente, el diseño no deberá obstruir el cauce de escurrimientos permanentes o intermitentes.

SECCIÓN 3105 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

3105.1 Alcance. El propósito de esta sección es establecer los requerimientos para la selección y gestión de materiales para la construcción de un proyecto de desarrollo residencial que minimice los posibles impactos al medio ambiente y asegure la seguridad y bienestar de los habitantes.

3105.2 Gestión de los materiales durante la construcción. Durante el proceso de construcción, es necesario acatarse a las condiciones de seguridad para el manejo y almacenamiento de materiales establecido en la NOM-006-STPS-2014.

3105.2.1 Gestión de los residuos. Se debe elaborar y seguir un plan de manejo, cuando sea necesario, para residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial según los criterios establecidos en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión de Residuos, la NOM-052-SEMARNAT-2005 y la NOM-161-SEMARNAT-2011, y las Secciones 5.2.4.13-5.2.4.18 de la NMX-AA-164-SCFI-2013 como se señala en el Anexo 9 Gestión de Residuos durante la Construcción. Para gestión de materiales reciclables referirse a la Sección 3105.3.4 Materiales reciclables de este código.

3105.3 Selección de materiales. En el proceso de diseño es necesario realizar un proceso de selección de materiales, en el cual se considere la reutilización de materiales, materiales reciclados, materiales locales, materiales modulares. Así como el manejo correcto de materiales de origen natural, materiales con componentes dañinos, etc.

3105.3.1 Generalidades. La selección de los materiales de construcción debe ser de acuerdo a la zona bioclimática en la que esté ubicado según el Anexo 8 Especificaciones Bioclimáticas para el consumo energético y emisiones de carbono recomendadas, y siguiendo los lineamientos de la norma NMX-AA-143-SCFI-2015 tomando en cuenta los siguientes factores:

- Relación costo-beneficio
- Color
- Propiedades térmicas y acústicas
- Propiedades mecánicas
- Traslado del material desde sitio de fabricación/extracción hasta sitio de obra.

3105.3.2 Reutilización de materiales. Se deberá de priorizar la selección de materiales que con-

tengan alto contenido de compuestos pre y post consumo. De acuerdo a lo establecido en el punto 5.2.4.6 de la NMX-AA-164-SCFI-2013.

El reúso de materiales durante la construcción debe ser ejecutado considerando lo siguiente:

- Si el producto proviene del exterior, el material a reusar debe ser considerado un desecho y/o haber agotado su ciclo de vida dentro de la misma empresa.
- Si el producto proviene del mismo proyecto, este debe haber agotado su uso dentro del proyecto antes de ser reutilizado en alguna actividad diferente.
- El producto debe ser funcional según la actividad en la que se pretenda reusar y no comprometer la seguridad de los trabajadores y usuarios finales.
- El producto no debe comprometer la calidad del proyecto o el producto final.
- Los materiales seleccionados no deben dañar o comprometer la salud de quienes los manejan y/o de los usuarios finales, por lo que es necesario que se encuentren en cumplimiento con la sección 3105.3.7 Materiales con componentes dañinos

Así mismo, se debe estar en cumplimiento con la sección 5.2.4 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013.

3105.3.3 Materiales reciclados. El uso de los materiales reciclados durante la construcción debe evaluarse con base en los siguientes criterios:

- El producto debe estar hecho de materia que ya ha sido considerada como desecho al menos en una ocasión o que ha terminado su ciclo vida en su primer uso.
- Los materiales no deben comprometer la integridad ni la seguridad de quien los maneja o de los usuarios finales.
- Los materiales reciclados, o productos hechos a base de materiales reciclados, que sean utilizados en la construcción no deben comprometer la calidad del producto final.

Los productos hechos a base de materiales reciclados deben contar con una comprobación por parte de terceros donde se especifique cuáles son los materiales que se han utilizado para crear el producto y en qué porcentaje se presentan.

Conforme a la NMX-AA-164-SCFI-2013, el cálculo del porcentaje de contenido de reciclado de un material debe diferenciar entre el material reci-

clado de residuos de consumo (post consumo) y el material reciclado de residuos de manufactura (pre consumo) de acuerdo a la siguiente ponderación:

Contenido de reciclaje = (% contenido de reciclaje de post consumo) + 0.5 (% contenido de reciclaje de pre consumo)

3105.3.4 Materiales reciclables. Todos aquellos materiales que sean reciclables, como; madera, aluminio, concreto, plásticos, etc. Deberán ser separados y reubicados para su correcto manejo y reciclaje, tal como se señala en la sección 5.2.4.13 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 y en el Anexo 10 Selección de materiales.

Así mismo, la vivienda deberá estar provista del espacio necesario para que los usuarios finales puedan ejecutar una correcta separación y manejo de residuos posteriores a la construcción y este de preferencia ser ubicado en un sitio central y/o con fácil acceso.

3105.3.5 Materiales de origen natural. Se debe favorecer el uso de materiales de origen natural que cuenten con alguna certificación de origen y/o fabricación sustentable por algún organismo nacional o internacional.

3105.3.5.1 Madera. Se deberá favorecer la madera proveniente de aserraderos y proveedores que se apeguen a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y que además hayan obtenido el Certificado del buen manejo forestal sustentable emitido por la CONAFOR.

En lo que a pinturas y recubrimientos respecta, se deberá revisar la sección 3105.3.7.1 Compuestos orgánicos volátiles en pinturas y recubrimientos. Así mismo se recomienda usar madera que este certificada bajo la Norma Mexicana NMX-AA-143-SCFI-2015 Para la Certificación del Manejo Sustentable de los Bosques.

3105.3.5.2 Mampostería. Referirse a lo indicado a en el Capítulo 13 Diseño de Estructuras de Mampostería de éste código.

3105.3.5.3 Otros Materiales. Para otros materiales favor de referirse al Anexo 10 Selección de materiales.

3105.3.6 Materiales regionales. Con el objetivo de reducir emisiones de CO₂ relacionadas al transporte de materiales y fortalecer la economía regional, se deberá favorecer el uso y compra de materiales de construcción dentro de un radio 800 km siempre y cuando el proyecto así lo per-

mita, favoreciendo aquellos materiales de procedencia nacional.

3105.3.7 Materiales con componentes dañinos. Se debe cuidar el uso de materiales que no afecten la salud del ser humano tal y como lo establece en la Sección 5.2.4.10 de la NMX-AA-164-SCFI-2013.

A su vez, evitar el uso de materiales que liberen al ambiente alguno de los compuestos enlistados en la NOM-010-STPS-2014

Se debe de dar preferencia a materiales que cuenten con declaración de salud del material en la que se enlistan los componentes en partes por millón.

3105.3.7.1 Compuestos orgánicos volátiles en pinturas y recubrimientos. Las pinturas y recubrimientos utilizados en la construcción deben cumplir con los límites máximos de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) establecidos en la NOM-123-SEMARNAT-1998 de acuerdo a los métodos de prueba establecidos en la sección 5 de esta Norma Oficial Mexicana. En interiores, se deben utilizar pinturas y recubrimientos que no sean tóxicos y que en su composición no sobrepasen los límites establecidos en la Tabla 14 de la NMX-AA-164-SCFI-2013.

3105.3.8 Materiales modulares. Los materiales modulares son aquellos que se fabrican con medidas estándar y cuya utilización minimiza el desperdicio y fomenta la reutilización. En conjunción con el uso de materiales modulares se debe incluir el diseño modular según lo establecido en la sección 5.2.4.8 de la NMX-AA-164-SCFI-2013.

3105.3.8.1 Materiales prefabricados. Los materiales prefabricados que se consideren para la construcción deberán ser capaces de adaptarse fácilmente a la obra y lograr que se reduzcan los impactos por ciclo de vida como se establece en la sección 5.2.4.9 de la NMX-AA-164-SCFI-2013.

3105.3.8.2 Materiales con acabado integrado. Los materiales con acabado deben ser favorecidos debido a que tienen un mayor potencial de reutilización, reducen la exposición a sustancias volátiles y disminuyen gastos de adecuación. Estos materiales y sus componentes deberán estar sujetos a normas aplicables en particular a lo establecido por la NMX-AA-164-SCFI-2013 en la sección 5.2.4.

3105.3.9 Materiales reflectivos. Se debe cumplir con los valores del Índice de Reflexión Solar (IRS) en techos y superficies de acuerdo a lo establecido en las Secciones de la 5.2.1.10 a la 5.2.1.12

de la NMX-AA-164-SCFI-2013. En caso de usar revestimientos, éstos deben cumplir con la categoría de “Revestimientos para techo con alto índice de reflectancia solar” de acuerdo a los métodos de prueba y especificaciones ilustradas en la NMX-U-125-SCFI-2016.

SECCIÓN 3106 EFICIENCIA ENERGÉTICA

3106.1 Alcance. Los criterios de esta Sección establecen los lineamientos que se deben seguir para la selección de equipos, sistemas y estrategias de diseño de la vivienda que permitan el uso eficiente de energía. Adicional a los requerimientos de este código, se requiere cumplir con la versión más reciente, al momento de la construcción del Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México (*IECC-México*) referido en el Anexo 1 Referencia a Normas Nacionales e Internacionales. Asimismo se sugiere seguir los lineamientos del Anexo 12 Especificaciones para sistemas y equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado en la instalación y uso de las siguiente secciones.

3106.2. Sistemas de climatización. Los equipos que pueden encontrarse en una vivienda en materia de sistemas de climatización son los referentes a sistemas de calefacción, sistemas de aire acondicionado y sistemas de ventilación. Durante la selección de sistemas se deberá tomar en cuenta las normativas vigentes según apliquen.

3106.2.1.1 Sistemas de calefacción. Los equipos y aparatos de calefacción deben estar ubicados con respecto a la construcción de la edificación y a los otros equipos de manera tal que permitan su mantenimiento, servicio y reemplazo. Se deben mantener espacios libres que permitan la limpieza de las superficies de calefacción; el reemplazo de filtros, ventiladores, motores, controles y conectores de respiraderos; la lubricación de las partes móviles y los ajustes necesarios. Los equipos y aparatos se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y los requerimientos de este CEV. Se debe observar lo establecido en la Parte 9 de Instalaciones Eléctricas y en la Parte 7 de Instalaciones Mecánicas.

3106.2.1.2 Sistema de Ventilación. Los sistemas de ventilación mecánica deberán ajustarse a la normatividad nacional correspondiente. En caso de no existir podrá referirse al Anexo 1 Referencia a Normas Nacionales e Internacionales.

Además, es necesario que se cumpla con lo establecido en el Capítulo 35 Sistemas de Extracción del presente código.

3106.2.1.3 Sistema de aire acondicionado. Se deben utilizar equipos de acondicionamiento de aire de alta eficiencia, cuyas características e instalación cumplan con lo establecido en las NOM-011-ENER-2006, NOM-026-ENER-2015 y NOM-021-ENER/SCFI-2008.

A su vez, se debe cumplir con lo establecido en el Capítulo 36 Sistemas de Ductos del presente código.

3106.3 Bombeo de agua. Los equipos de bombeo de agua deben cumplir con la normativa oficial en materia de eficiencia energética.

El Anexo 1 incluye la normativa vigente para:

- Conjunto Motor - Bomba, para Bombeo de Agua Limpia
- Bombas Verticales Tipo Turbina con Motor Externo Eléctrico Vertical

3106.4 Electrodomésticos. Cuando la edificación de la vivienda contemple la inclusión de electrodomésticos, estos deben cumplir con la normativa oficial en materia de eficiencia energética..

El Anexo 1 incluye la normativa vigente para:

- Refrigeradores y congeladores
- Lavadoras de ropa.
- Equipos para cocción de alimentos.
- Equipos y aparatos que demandan energía en espera.

3106.5 Sistemas de envolvente. Todos los edificios habitacionales deben cumplir con lo establecido por la NOM-020-ENER-2011 en su método de cálculo, criterio de aceptación y etiquetado.

Los materiales termoaislantes empleados para la construcción deben cumplir con los puntos 5 y 8 de la NOM-018-ENER-2011, así como las especificaciones establecidas por el listado de normas ubicadas en el Anexo 1 Referencia a Normas Nacionales e Internacionales, para ésta sección según corresponda o sea aplicable de acuerdo a las características del proyecto y el o los material(es) utilizado(s).

3106.5.1 Elementos pasivos. Dentro del trabajo de diseño de las edificaciones de vivienda se deben considerar elementos pasivos, tales como:

- Utilización de aislantes de acuerdo a las normas correspondientes.
- Ventanas de alta eficiencia seleccionadas bajo un estudio de conveniencia que considere al menos los valores de Coeficiente global de transferencia de calor (K) y Coeficiente global de transferencia de calor (CGCS) del elemento y de acuerdo a la NOM-024-ENER-2012.

- Instalación de lucernarios seleccionado bajo un estudio de conveniencia y considerando al menos los valores de U, CGCS y transmisión de luz.

Asimismo, si se pretende tener un mayor alcance se deben considerar los lineamientos y estrategias establecidas en el Anexo 11 Lineamientos y estrategias adicionales para la utilización de elementos pasivos.

3106.6. Sistemas de calentamiento solar de agua. Los sistemas de calentamiento de agua cuya fuente de energía sea la radiación solar deben cumplir lo establecido en el Capítulo 39

3106.7 Sistemas de suministro de energía eléctrica e iluminación. Se debe equipar el interior y exterior de la vivienda con lámparas que cumplan con la normatividad para la eficiencia energética, establecida en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-017-ENER/SCFI-2012 y NOM-028-ENER-2010.

3106.7.1 Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en la vivienda. Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) y los niveles mínimos de iluminación que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los diversos espacios de las viviendas deben cumplir con los indicados en la Tabla 3106.7.1

3106.7.2 Sistemas de Iluminación en exteriores y vialidades. Los desarrollos habitacionales se deben equipar con alumbrado público a todas las vialidades, áreas libres, estacionamientos públicos abiertos, cerrados o techados de acceso a la vivienda, estableciendo los valores de densidad de DPEA, luminancia mínima promedio, uniformidad y deslumbramiento según se indica en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2013.

SECCIÓN 3107 ENERGÍA RENOVABLE

3107.1 Alcance. Esta sección establece las especificaciones que se deben seguir para la selección de equipos, sistemas y estrategias que permitan promover el aprovechamiento energético sustentable de recursos renovables y económicamente viables con el fin de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y mitigar el cambio climático.

3107.2 Sistemas de calentamiento solar de agua. Los sistemas de calentamiento de agua cuya fuente de energía sea la radiación solar deben cumplir lo establecido en el Capítulo 39.

3107.3 Sistemas de generación de energía eléctrica interconectadas. En el caso de de instalación de una o más fuentes de generación de energía eléctrica que

TABLA 3106.7.1
DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO (DPEA) Y NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

LOCAL	DESCRIPCIÓN	NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN [lux]	DENSIDAD DE POTENCIA DE ILUMINACIÓN MÁXIMA [W/m ²]
Circulaciones verticales y horizontales		50	7.1
Escaleras		50	7.4
Sanitarios		100	10.5
Baños	General	100	10.5
	Tocador (maquillaje y arreglo)	500	
Habitaciones		100	11.9
Garaje	Accesos	300	2
	Cajones de estacionamiento	50	
Cocina		200	10.65
Sala de Lectura / Estudio		300	13
Gimnasio		250	7.5
Despensa / Alacena		100	6.7
Iluminación de emergencia		25	
Vestíbulo		150	9.5
Sala		125	12
Comedor		150	9.6
Jardín	Circulaciones activas	75	1.5
	Circulaciones pasivas	10	
	Iluminación general	5	
	Puntos focales	100	
Cuarto de Servicio		150	11.9
Cuarto de Lavado		150	6.4
Cuarto de Blancos		50	6.2
Balcón		20	7
Alberca	Interior	300	7
	Exterior	100	
Cava		50	6.7
Cuarto de Televisión / Cine	General	100	12
	Durante el intermedio	50	
	Durante la proyección	1	
Bodegas		50	6.7
Cuarto de Máquinas / Eléctrico	Cuarto de bombas	100	10.2
	Cuarto eléctrico	300	
	Cuarto de aire acondicionado	100	
Vestidor		200	9.3

operan en paralelo con una o más fuentes primarias de electricidad, como los son los fotovoltaicos o eólicos, se debe cumplir con la Sección 5104.

SECCIÓN 3108 CONSERVACIÓN, CALIDAD Y EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

3108.1 Alcance. Los desarrollos habitacionales deben cumplir con los requerimientos para la eficiencia de los equipos de consumo de agua en la vivienda tales como; inodoros, regaderas, grifos, bombas y sistemas de riego.

Se debe cumplir con lo establecido en las parte 2 Planeación y Diseño Urbano y la Parte 8 Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de este Código.

3108.2 Consumo de muebles, equipos, electrodomésticos y sus accesorios. El gasto o consumo de agua de muebles, equipos, electrodomésticos y sus accesorios; debe limitarse a lo establecido por las Normas Oficiales Mexicanas y las Normas Mexicanas.

La Tabla 3108.2 presenta el consumo máximo permitido por mueble o accesorio.

Para los electrodomésticos con consumo de agua como lo son las lavadoras, refiérase a la sección 3106.4. Electrodomésticos.

Para información sobre calentadores solares de agua, referirse a la sección 3107.2 Sistemas de calentamiento solar de agua y para calentadores de gas a la sección 3106.6 Sistemas de Calentamiento de Agua.

TABLA 3108.2 CONSUMO DE AGUA MÁXIMO PERMITIDO POR MUEBLE O ACCESORIO.

MUEBLE	CONSUMO MÁXIMO PERMITIDO	NORMA APLICABLE
Inodoro	6 litros por descarga	NOM-009-CNA-2001
Lavabo	8,3 litros por minuto	NMX-C-415-ONNC-CE-2015
Fregadero	10 litros por minuto	NMX-C-415-ONNC-CE-2015
Regadera	10 litros por minuto	NOM-008-CNA-1998

3108.3 Sistemas de riego eficiente. Para el riego de las áreas verdes de los fraccionamientos, conjuntos habitacionales y condominios se debe hacer uso de sistemas eficientes y de bajo consumo tales como; riego por goteo, microaspersión y sensores

de lluvia/humedad, para controlar el consumo de agua.

El agua residual tratada para riego debe cumplir con lo establecido en la NOM-003-SEMARNAT-1997, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el agua. Mediante esta norma se promueve la sustitución de agua potable por agua residual tratada.

3108.4 Sistemas de captación y distribución de agua de lluvia. El manejo para la disposición o reúso de las aguas provenientes de la lluvia debe observar la normatividad en la materia, ver Anexo A Referencia a Normas Nacionales e Internacionales, todo proyecto en la materia debe observarlas y asegurar el cumplimiento de las disposiciones federales estatales y municipales en la materia.

Cuando el agua captada o tratada se use en la instalación interior de las edificaciones para abastecer inodoros o mingitorios debe ponerse especial cuidado en evitar la mezcla con las aguas para uso y consumo humano de los otros dispositivos como regaderas, lavabos fregaderos de cocina o similares.

En el caso de reusarlas para su infiltración en el subsuelo se debe poner atención a lo mandado por las normas en la materia.

3108.6 Sistemas de reutilización de aguas grises. El tratamiento y reutilización de las aguas residuales debe regirse por la regulación federal y de la autoridad competente local. De no contar con esta regulación, los sistemas de tratamiento de agua del proyecto deben cumplir con, al menos, las normas del Anexo 1 Referencia a Normas Nacionales e Internacionales aplicables.

Se debe a utilizar agua residual tratada para sistemas de riego, como se describe en la sección 3108.3 Sistemas de riego eficiente del presente código.

SECCIÓN 3109 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

3109.1 Alcance. Orientar a los conjuntos habitacionales en la generación y gestión integral de los residuos resultantes de la construcción así como de la vivienda, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana; de acuerdo a las leyes existentes en el país.

3109.2 Gestión de los residuos posterior a la ocupación. Se deberán seguir los lineamientos específicos para la gestión de residuos en conjuntos habitacionales de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2003, Última Reforma DOF 22-05-2015.

3109.3 Gestión de los residuos de construcción. Se deben seguir los lineamientos mencionados en las siguientes secciones del presente código de edificación de vivienda: 3105.2.1 Gestión de los residuos; 3105.3.2 Reutilización de materiales; 3105.3.3 Materiales reciclados.; 3105.3.4 Materiales reciclables

SECCIÓN 3110 ÁREAS VERDES

3110.1 Alcance. En esta sección se establecen los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que permitan dirigir el adecuado fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes públicas llevadas a cabo por las autoridades y personas físicas o morales que requieran realizar este tipo de actividades. Así mismo, se establecen los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones necesarios para que dichas áreas libres contribuyan a la recarga de mantos acuíferos.

3110.2 Características mínimas de calidad. Todos los desarrollos habitacionales que cuenten con áreas verdes, deberán de cumplir las características mínimas de calidad que se listan a continuación.

1. Características mínimas

- 1.1. Tamaño y estructura de acuerdo a lo establecido en el presente instrumento;
- 1.2. Apariencia y coloración de follaje característico de la especie, de acuerdo a la estación del año;
- 1.3. Ramas saludables;
- 1.4. Libre de plagas y enfermedades;
- 1.5. Nutrición adecuada;
- 1.6. Hidratación óptima;
- 1.7. Raíces vigorosas, abundantes y blanquecinas;
- 1.8. Sin presencia de raíces estranguladoras;

2. Altura mínima de arbustos. Los arbustos deben tener una altura mínima de 0,3 m y presentar poda de formación.

3. Características de calidad de árboles. Los árboles deben cumplir además con las siguientes características de calidad:

- 3.1. Altura mínima: 2.50 m;
- 3.2. Diámetro de tronco mínimo: 0.065 m, medido a 0.3 m de la base del tronco;
- 3.3. Presencia de un solo tronco principal dependiendo de la especie;

3.4. Tronco recto, vertical y firme que soporte por sí mismo el peso de sus ramas.

3.5. Tronco al centro del cepellón;

3.6. Copa balanceada y sin presencia de ramas codominantes;

3.7. Espaciamiento adecuado entre ramas principales y buen andamiaje, de acuerdo a la especie;

3.8. Ángulo de inserción de las ramas principales no mayor a noventa grados respecto del ápice del árbol;

3.9. Ramas principales concentradas en las dos terceras partes superiores;

3.10. Poda de formación;

3.11. Preferentemente sin heridas o sólo las ocasionadas por la poda que deben ser menores a un cuarto del diámetro del tronco y en proceso de formación del callo respectivo;

3.12. Arpillado ajustado al cepellón, con corte de raíces limpio y sin desgarres y sin presencia de raíces salientes en los orificios de drenado del contenedor.

3110.3 Conservación del área verde. Una vez establecida el área verde pública, se debe asegurar su conservación, mediante un programa de mantenimiento previo a la ocupación, elaborado según lo dispuesto en esta Sección.

1. Los residuos derivados de la ejecución del proyecto deben ser aprovechados en el sitio o manejados según las disposiciones vigentes en lo correspondiente a reciclaje, reuso y reubicación de residuos, como se establece en la Sección 3105.2 Gestión de los materiales durante la construcción de este código.

2. Fomento. El proyecto debe incluir elementos para la difusión de la función social y la importancia de las especies y los recursos naturales del proyecto. Al mismo tiempo que resaltar su funcionalidad en casos de sombra, recarga, captación de humedad, efecto polinizador y diseño paisajístico.

3110.4 Tamaño del área verde. La superficie total del proyecto destinada a área verde, debe tener como mínimo 70% de cubierta vegetal; el resto puede utilizarse para infraestructura, equipamiento y mobiliario urbano. La distancia de plantación con respecto a la infraestructura, equipamiento y mobiliario urbano debe garantizar su funcionalidad, así como la no interferencia con el desarrollo óptimo

de los árboles, arbustos y herbáceas del proyecto. En el caso del arbolado, se deben utilizar las distancias mínimas indicadas en la tabla 3110.5 .

SECCIÓN 3111 CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR Y CONFORT

3111.1 Alcance. Dentro de esta sección se determinan los requerimientos mínimos necesarios para que el interior de la vivienda cuente con bienestar o confort debido a las adecuadas consideraciones referentes a temperatura, acústica, aire e iluminación.

3111.2 Calidad de aire. Dentro del inmueble que requiera climatización se deben ofrecer opciones de ventilación natural y/o ventilación mecánica, que permitan ser reguladas por el usuario, tal como se señala en la sección 5.2.5.3.8 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013. Así mismo, se debe cumplir con los especificado en la sección 5.2.5.3.9 de dicha norma, donde se especifica que se debe garantizar que la ocupación y uso de la edificación de obra nueva o renovada, se realice al menos siete días después de haber sido aplicados todos los materiales y productos utilizados en el último proceso de acabados de la edificación. Asegurar que cumplan con la normatividad vigente aplicable, que no exista ningún residuo de los materiales utilizados en este último proceso, que no liberen sustancias tóxicas, tales como metales pesados, formaldehído e hidrocarburos aromáticos de la familia de los BTEX, como es el caso del benceno.

3111.2.1 Concentraciones máximas. La concentración de contaminantes dentro del inmueble debe permanecer estrictamente por debajo de lo establecido por las leyes correspondientes citadas en el Anexo 1 Referencia a Normas Nacionales e Internacionales sección Calidad ambiental interior y los límites de exposición establecidos en la sección 5.2.5.3.12 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013.

3111.2.1.1 Métodos de medición. Los métodos de prueba para determinar la concentración de contaminantes en el interior del inmueble, deben ser aquellos especificados en las normas citadas en el Anexo 1 Listado de Normatividades sección Calidad Ambiental Interior.

3111.2.1.2 Métodos de monitoreo. En caso de que se determine que el inmueble cuenta con concentraciones elevadas de contaminantes, o que el entorno propicie esta condición, se deberá contar con un método de monitoreo para la calidad del aire de acuerdo a los establecido en la NOM-156-SEMARNAT-2012.

3111.2.2 Temperatura interior. Es necesario que tanto el diseño de la vivienda, como los sistemas seleccionados a incluir en la misma, contribuyan a que el inmueble tenga temperaturas interiores entre los 18 y los 25 °C, tal cual se establece en la sección 5.2.5.3.1 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013.

3111.2.3 Límites máximos de exposición Permisibles. Los límites máximos de exposición serán

**TABLA 3110.5
DISTANCIAS MÍNIMAS RECOMENDADAS PARA PLANTACIÓN DE ÁRBOLES.**

INFRAESTRUCTURA MOBILIARIO URBANO	DISTANCIA HORIZONTAL (m) (A LA LÍNEA DE GOTEJO EN LA MADUREZ)
Buzón	2
Luminaria, semáforo, teléfono	5
Poste de línea (eléctrica / telefónica / otra)	2
Poste con transformador	5
Toma de agua potable	1,50
Tubo (brocal) de agua negra	1,50
Esquina de la calle	2
Paradero de autobuses	5
Coladera	3
Bardas y construcciones	2
Entradas	2
Señalización vial y nombre de la calle	3
Cableado subterráneo	1
Drenaje	5

aquellos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001, y bajo ninguna circunstancia se podrán superar los aquellos límites establecidos en la TABLA 1 de dicha norma, Límites máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas elevadas.

3111.3 Acústica. Bajo ninguna circunstancia se deberán superar los límites máximos permisibles de exposición a ruido establecidos en la sección 7 de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001.

Para el caso de vivienda, es altamente recomendable seguir lo indicado en la Tabla 13 de la sección 5.2.5.3.2 de la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, junto con lo especificado en las secciones 5.2.5.3.3 a la 5.2.5.3.6 de dicha norma.

Así mismo, se deberá contar con un programa, o estudio de niveles, de ruido para determinar las posibles fuentes de ruido, ya sea permanentes o no, considerando magnitud y componentes de frecuencia del ruido, así como el tiempo y la frecuencia de exposición de los usuarios; las posibles alteraciones a la salud, y los métodos generales y específicos de prevención y control.

3111.3.1 Métodos de prueba. Los métodos de prueba para determinar los niveles de ruido deberán ser los establecidos en la Norma NADF-005-AMBT-2014, publicada en diciembre del mismo año.

3111.4 Iluminación. El inmueble debe favorecer la iluminación natural de los espacios interiores mediante ventanas, tragaluces, pérgolas y otros elementos arquitectónicos, tal como se indica en la sección 5.2.5.3.11 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013. Así como lo indicado en la sección 3106 Eficiencia Energética. del presente código.

3111.5 Requerimientos para los espacios. Las características y requerimientos de los espacios, correspondientes al área, resguardo, desalojo, ventilación, etc. deberán ser aquellas especificadas en el Reglamento de Construcción de la localidad.

En el caso de que no se cuente con dicho reglamento, se deberá aplicar lo indicado en el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal.

SECCIÓN 3112 COMISIONAMIENTO

3112.1 Alcance. Las edificaciones de vivienda que están cubiertas en este código no están obligadas a llevar a cabo el proceso de Comisionamiento, sin embargo, para unidades multifamiliares es recomendable que el dueño o desarrollador lleven a cabo es-

te proceso, en base a la NMX-C-506-ONNCCE-2015 Comisionamiento, que describe el procedimiento y los involucrados, eligiendo cuales disciplinas estarán sujetas e este.

3112.2 Agente de comisionamiento. El proceso de comisionamiento de la vivienda puede ser llevado a cabo por una o varias personas. Sin embargo, debe existir un representante del equipo (Agente de Comisionamiento), el cual no puede ser parte del equipo de diseño o la constructora y debe cumplir con los indicado en la sección 5.2 de la norma NMX-C-506-ONNCCE-2015.

El resto de los participante del proceso son:

- Dueño o representante
- Equipo de diseño
- Contratistas

3112.3 Comisionamiento. El proceso de comisionamiento para vivienda tiene el propósito de recaudar información, la cual documente y valide el resultado del diseño del proyecto, así como el correcto funcionamiento y cumplimiento con normativas de los sistemas incluidos. Aunque el CEV está limitado a construcciones de 5 pisos, se describen a continuación algunas recomendaciones que se pueden llevar a cabo a consideración del usuario.

3112.3.1 Sistemas a comisionar.

Los sistemas que, a decisión del dueño, pueden estar sujetos al proceso de Comisionamiento, están indicados en el apartado 2 de la NMX-C-506, siendo los mínimos los siguientes:

- Climatización
- Iluminación
- Agua

Todo de acuerdo a la NMX-C-506-ONNCCE-2015.

SECCIÓN 3113 EDIFICACIONES EXISTENTES

3113.1 Alcance. Las disposiciones de esta sección deben controlar la alteración, reparación, ampliación, mantenimiento y operación. Así como el cambio de ocupación de edificios, la demolición y la jurisdicción local que aplican a las estructuras existentes.

Las edificaciones, así como sus partes existentes deben estar sujetas a la legislación en el momento de su construcción, sin embargo también deben mantenerse conforme a lo estipulado en este Código en los diferentes capítulos. El propietario o la persona designada por el mismo, será responsable de

la operación y mantenimiento de las edificaciones existentes. La ocupación legal de cualquier estructura existente en la fecha de adopción de este CEV se permitirá continuar sin cambios, excepto como está específicamente cubierto en el Código.

Los materiales, ensamblajes y sistemas ya en uso, deben estar de acuerdo a los lineamientos vigentes en el momento de su montaje o construcción, a menos de que el nuevo código determine que es peligroso para la vida, la salud y la seguridad o dañe las condiciones ambientales de sus habitantes y/o su entorno.

Para materiales nuevos y/o de repuesto, ensamblajes y sistemas, salvo que se requiera o se permita en este código, se utilizarán los permitidos y/o sugeridos por el código en la sección 3105 Materiales de Construcción. Los materiales similares o equivalentes son permitidos para reparaciones y alteraciones siempre que no se cree un peligro para la vida, la salud o la propiedad.

3113.2 Ampliaciones. Las ampliaciones a cualquier edificio o estructura existente, deben cumplir con los requisitos de este código, sin embargo, las partes inalteradas del edificio o estructura también deben estar de acuerdo con los lineamientos del código en vigor en el momento de su construcción y cumplir con lo siguiente:

1. Los termostatos que no funcionen deben ser reparados o reemplazados.
2. Las fugas de los conductos de aire de suministro y de retorno deben sellarse con selladores aprobados. Aunque no se considere que la presencia de la cinta de conducto existente indica un incumplimiento, no se aceptarán cintas adhesivas para la reparación de fugas.
3. Las juntas flexibles de aire exterior, los controles de amortiguación y las terminales controladas por las unidades de calefacción y aire acondicionado, deberán estar en buenas condiciones de reparación y ajuste.
4. No se permitirán fugas de líquidos y vapor, trampas de vapor defectuosas y válvulas de control, alivio y ventilación defectuosas en ninguna tubería accesible.
5. Las fugas de las líneas de agua refrigerada y el equipo, deberán ser reparados o reemplazados.
6. Los sistemas de agua; las tuberías y equipos de agua fría y caliente defectuosos dentro de los sistemas de agua de servicio deben ser reparados o reemplazados.
7. Los sistemas de drenaje de condensados de equi-

pos de acondicionamiento deben ser reparados y no presentar fugas y deben tener descarga directa al drenaje.

8. Equipo motorizado. No debe haber fugas en el aire comprimido o sistemas de bombeo de agua.
9. El Dueño o Propietario puede optar por llevar a cabo una auditoría o informe energético. El propietario del edificio deberá encargar una auditoría energética del edificio. El informe de auditoría energética deberá indicar las mejoras que se recomiendan para determinar el alcance y priorizar la modificación, reemplazo o la adición de equipos o sistemas para mejorar el rendimiento energético del edificio.
10. Los sistemas y equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado deberán estar de acuerdo a lo especificado en la Parte 7 Instalaciones Mecánicas del presente código y a lo estipulado en el Anexo 12 Especificaciones para sistemas y equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, según sea aplicable.
11. Los sistemas y equipos de agua de servicio deberán estar de acuerdo a lo especificado en la Parte 8 Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias del presente código y a lo estipulado en el Anexo 13 Especificaciones para sistemas de equipos de agua de servicio según sea aplicable.
12. Los sistemas y equipos de iluminación deberán estar de acuerdo con la Sección R404 Sistemas de Iluminación Eléctrica del Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México y a lo especificado en la sección B Especificaciones Bioclimáticas para el consumo energético y emisiones de carbono recomendadas del presente código y a lo estipulado en el Anexo 14: Especificaciones adicionales para sistemas y equipos de iluminación según sea aplicable.
13. Las bandas y otros sistemas de acoplamiento deberán estar en buenas condiciones.
14. Los sistemas de refrigeración existentes a base de clorofluorocarbonos (CFC), deberán ser reemplazados de acuerdo al ciclo de vida del equipo.

3113.3 Alteraciones. Las modificaciones y/o alteraciones de los edificios y sistemas de edificios existentes deberán ajustarse a lo dispuesto en el presente código para las zonas, partes, sistemas y componentes que se modifiquen.

Las partes y componentes inalterados (áreas y los sistemas del edificio o estructura) deberán estar de acuerdo con las disposiciones del código en vigor en el momento de su construcción y cumplir con lo que

se menciona en la sección 3113.2 Ampliaciones del presente código.

Las alteraciones deberán ser tales que el edificio o la estructura existente no deje de cumplir con las disposiciones de este código al terminar el trabajo.

3113.4 Cambio en la ocupación. Cuando exista un cambio en la ocupación de un edificio o el espacio que use el inquilino lo sitúe en una división diferente del mismo grupo de ocupación o en un grupo diferente de ocupaciones, se deberán cumplir las disposiciones de la sección 3113.2 Ampliaciones del presente código. Las partes alteradas de los edificios existentes y las ampliaciones a los mismos que no sean resultado de cambios en los requisitos de ocupación deberán cumplir con las otras secciones de este capítulo, según corresponda.

3113.5 Edificios históricos. Las disposiciones de este Código relativas a la construcción, reparación, alteración, ampliación, restauración y movimiento de estructuras y cambio de ocupación, no serán obligatorias para los edificios históricos, sin embargo se deberán cumplir las disposiciones del INAH e INBA, así como los reglamentos locales para la protección de los edificios considerados patrimonio de la región.

3113.6 Demoliciones. Cuando se desarmen o demuelan edificios, estructuras o partes de los mismos, se deberá seguir lo estipulado en las secciones 3105.2.1 Gestión de los residuos y 3109.3 Gestión de los residuos de construcción correspondiente a la gestión de residuos de construcción. Asimismo, se deberá contar con la documentación y/o evidencia que pruebe esta acción.

Los edificios y porciones de edificios que se venden deberán cumplir con la sección 3113.2 Ampliaciones en el año que se efectúe la venta o el permiso de alteración.

INSTALACIONES : PARTE
MECÁNICAS : **7**
CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA 2017

CAPÍTULO 32 - ADMINISTRACIÓN DE INSTALACIONES MECÁNICAS

SECCIÓN 3201 CONSIDERACIONES GENERALES

3201.1 Alcance. Este capítulo regula el diseño, la instalación, el mantenimiento, las modificaciones e inspección de los sistemas mecánicos instalados en forma permanente y que se utilicen para controlar las condiciones ambientales y procesos relacionados dentro de las edificaciones. Cubre también aquellos sistemas mecánicos, componentes de sistemas, equipos y aparatos específicamente contemplados aquí.

3201.2. Aplicación. Además de los requisitos de administración del Capítulo 1, las disposiciones administrativas de este capítulo 32, también se deben aplicar a los requisitos mecánicos de los Capítulos 33 al 39.

la autoridad competente tiene la facultad para hacer nuevas inspecciones a todos los sistemas mecánicos cuando lo considere pertinente.

SECCIÓN 3202 SISTEMAS MECÁNICOS EXISTENTES

3202.1 Ampliaciones, modificaciones o reparaciones. Las ampliaciones, modificaciones, renovaciones o reparaciones de un sistema mecánico, deben cumplir con lo requerido para un sistema mecánico nuevo sin que esto signifique que el sistema mecánico existente deba cumplir con todos los requisitos de esta sección. Las ampliaciones, modificaciones o reparaciones no deben hacer que un sistema mecánico existente sea inseguro, peligroso o esté sobrecargado. Tanto las ampliaciones, modificaciones, renovaciones como reparaciones menores a sistemas mecánicos existentes deben cumplir con las disposiciones para construcciones nuevas, a menos que tales obras sean hechas de la misma manera y disposición que en las del sistema existente y no sean peligrosas.

3202.2 Mantenimiento. Los sistemas mecánicos, tanto los existentes como los nuevos, y en ambos casos sus partes deben mantenerse en condiciones de operación apropiadas de acuerdo con su diseño original, en buenas condiciones de seguridad y de salubridad.

Los dispositivos de seguridad requeridos por este Código deben continuar recibiendo mantenimiento en cumplimiento del código bajo el cual se instalaron. El propietario o el representante del propietario, deben ser los responsables del mantenimiento a los sistemas mecánicos. Cuando un DRO da su firma en un Visto Bueno de Seguridad y Operación, adquiere corresponsabilidad con el propietario. Para determinar el cumplimiento de esta disposición,

CAPÍTULO 33 - REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA MECÁNICO

SECCIÓN 3301 CONSIDERACIONES GENERALES

3301.1 Alcance. Las disposiciones de este capítulo regulan la aprobación e instalación de todo equipo y aparato que forme parte de un sistema mecánico de edificaciones que estén reguladas por este Código.

3301.2 Instalaciones resistentes a las inundaciones. En las zonas propensas a la inundación, se deben ubicar o instalar equipos y sistemas mecánicos según lo especificado en la Sección 603.

SECCIÓN 3302 APROBACIONES

3302.1 Consideraciones generales. Todos los aparatos que se mencionan en este capítulo deben de ser construidos bajo una Norma Oficial Mexicana, una Norma Mexicana y en caso de que éstas no existan, de una Norma Internacionalmente reconocida. Deben contar además con un certificado emitido por un organismo autorizado que avale el cumplimiento de las mismas y tener adherida la etiqueta con el sello del organismo que verificó junto con las medidas requeridas para su instalación.

SECCIÓN 3303 PLACAS EN LOS EQUIPOS

3303.1 Información en la placa o placas. El fabricante de los aparatos que se mencionan en este código, al final de su línea de montaje, debe colocar en forma fija y permanente una placa (o más de una) que en forma legible y en español indique su nombre o marca registrada, el número de modelo, el número de serie y el número de la NOM bajo la que se construyó el equipo; asimismo debe ostentar el sello del organismo que certifica su construcción. La placa en forma enunciativa y no limitativa también debe incluir la siguiente información:

3303.1.1 Aparatos eléctricos. Clasificación eléctrica en watt, ampere y el número de fases del motor, identificación de componentes eléctricos individuales volt, ampere o watt, rendimiento en W (kCal/h) y espacios libres requeridos.

3303.1.2 Unidades de absorción. Clasificación por hora en W (kCal/h) clasificación por hora

mínima por unidades que tengan controles modulantes escalonados o automáticos, tipo de combustible, tipo de refrigerante, capacidad de enfriamiento en W (kCal/h) y espacios libres requeridos.

3303.1.3 Unidades de combustión. Clasificación por hora en W (kCal/h), tipo de combustible aprobado para el uso con el aparato y espacios requeridos.

3303.1.4 Aparatos eléctricos de calefacción climatizada. El nombre y marca registrada del fabricante, el número del modelo o equivalente, la clasificación eléctrica en volt, intensidad máxima admisible y número de fases, rendimiento nominal en W (kCal/h), marca individual para cada componente eléctrico en ampere o watt, volts y fase, espacios libres requeridos desde los combustibles y la etiqueta con el sello que indique la certificación del aparato por un organismo de certificación aprobado y la de eficiencia energética.

SECCIÓN 3304 TIPOS DE COMBUSTIBLES

3304.1 Consideraciones generales. Los aparatos de combustión a gas deben estar diseñados para usar el tipo de combustible que se les suministra en campo, tomando en cuenta la elevación sobre el nivel del mar a la que se instalen. No se permite convertir aparatos que formen parte de un sistema mecánico de una edificación para usar un combustible diferente de aquel para el que fue diseñado. No se permite aumentar ni reducir la capacidad de entrada de combustible más allá del límite establecido para la altura en que el aparato va a instalarse.

SECCIÓN 3305 ACCESO A LOS APARATOS

3305.1 Acceso a los aparatos para servicio de inspección, reparación y reemplazo. Los aparatos deben estar accesibles para su inspección, servicio, reparación y reemplazo sin tener que quitar toda o parte de la construcción permanente. Debe proveerse un espacio de trabajo de 762

mm enfrente del lado de los controles para dar servicio al aparato.

3305.1.1 Calefactores centrales. Los calefactores centrales dentro de nichos o compartimentos deben tener un espacio libre para trabajo de 76 mm (3 pulgadas) como mínimo a lo largo de sus lados, en la parte posterior y superior deben tener un ancho total del espacio de cerramiento de 305 mm (12 pulgadas) como mínimo más ancho que el calefactor. Los calefactores que tengan un fogón abierto a la atmósfera deben tener un espacio libre de trabajo de 152 mm (6 pulgadas) mínimo a lo largo del lado frontal de la cámara de combustión. Las aberturas para el aire de combustión en la parte posterior o lateral del compartimento deben cumplir con los requisitos del Capítulo 37.

3305.1.2 Aparatos en cuartos. Los aparatos instalados en un compartimento, nicho, sótano o espacio similar deben tener acceso por medio de una abertura o puerta y un pasillo no obstruido que mida no menos de 762 mm (30 pulgadas) de ancho y que sea lo suficientemente grande para permitir el retiro de cualquiera de sus partes con mayor dimensión, siempre que haya un espacio para servicio a nivel de no menos de 762 mm (30 pulgadas) de profundidad y que tenga la altura del aparato pero nunca menos de 762 mm (30 pulgadas) en la parte frontal o lado de servicio del aparato con la puerta abierta.

3305.1.3 Aparatos en desvanes o áreas no ocupadas frecuentemente. Los desvanes o áreas no ocupadas frecuentemente en las que se localicen aparatos que requieran de acceso deben contar con una abertura y un pasillo libre y no obstruido, lo suficientemente grande para permitir la remoción del aparato o partes del mismo que tengan dimensiones mayores, pero dicha abertura no debe ser menor de 762 mm (30 pulgadas) de altura y 559 mm (22 pulgadas) de ancho y de no más de 6096 mm (20 pies) medidos a lo largo de la línea media del pasillo desde la abertura hasta el aparato.

El pasillo debe tener un revestimiento para pisos macizos continuo, y no debe tener menos de 762 mm (30 pulgadas) de ancho.

Debe tener un espacio de servicio a nivel mínimo 762mm (30 pulgadas) de profundidad y de 762 mm (30 pulgadas) de ancho a lo largo de todos los costados del aparato donde se requiera el acceso.

3305.1.4 Aparatos debajo del piso o en sótanos. Los espacios ubicados debajo del piso que contengan aparatos que requieran acceso deben contar con un pasillo sin obstrucciones lo suficientemente grande como para permitir el retiro del

aparato, pero en cualquier caso no debe ser menor de 762 mm (30 pulgadas) de altura y de 559 mm (22 pulgadas) de ancho, ni de más de 6 096 mm (20 pies) de longitud medidos a lo largo de la línea central del pasillo desde la entrada hasta el aparato.

Debe contarse con un espacio de servicio a nivel de 762 mm (30 pulgadas) de profundidad y de 762 mm (30 pulgadas) de ancho como mínimo al frente del lado de servicio del aparato.

3305.1.4.1 Espacios libres en el piso. Los aparatos apoyados en el piso deben estar a nivel y firmemente apoyados sobre una losa de concreto u otro material firme. Los aparatos suspendidos sobre el piso deben tener un espacio libre de no menos de 152 mm (6 pulgadas) desde el nivel de piso.

3305.1.4.2 Excavaciones. Las excavaciones que se realicen para la instalación de un aparato mecánico deben realizarse hasta una profundidad de 152 mm (6 pulgadas) por debajo del mismo aparato y 305 mm (12 pulgadas) en todos los lados, excepto en el lado en que se localicen los controles, que debe tener un espacio libre de 762 mm (30 pulgadas).

3305.1.4.3 Requisitos eléctricos. En el lugar en que se ubique el aparato o lo más cerca de él, se debe instalar una luminaria, controlada por un interruptor ubicado a la entrada del pasillo y un receptáculo toma corriente según las especificaciones de los Capítulos 48 al 51.

SECCIÓN 3306 ESPACIOS LIBRES ENTRE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE MATERIALES COMBUSTIBLES

3306.1 Espacios libres de los aparatos. Los aparatos deben ser instalados dejando un espacio libre entre el aparato y los elementos constructivos contruidos con materiales combustibles no protegidos tal como se indique en la etiqueta del aparato o las instrucciones de instalación del fabricante.

3306.2 Reducción del espacio libre. Cuando se proteja el muro combustible el espacio de aire ventilado debe de cumplir los siguientes requisitos:

3306.2.1 Debe considerarse un espacio libre no inferior a 25,4 mm (1 pulgada) entre la protección y la superficie de cualquier muro construido con materiales combustibles.

SECCIÓN 3307 INSTALACIÓN DE LOS APARATOS

3307.1 Consideraciones generales. La instalación de aparatos debe cumplir con las instrucciones de instalación del fabricante. Las instrucciones de operación y de instalación del fabricante deben permanecer fijas al aparato mediante una placa o etiqueta.

3307.2 Anclaje de los aparatos. Los aparatos diseñados para estar fijos en una posición deben estar sujetos o anclados como lo indique el fabricante. En zona de alta sismicidad los calentadores de agua deben anclarse o asegurarse con flejes para resistir el desplazamiento horizontal debido a los movimientos sísmicos. La fijación por flejes debe realizarse en puntos dentro del tercio superior y del tercio inferior de las dimensiones verticales del aparato.

3307.3 Elevación de la fuente de ignición. Los aparatos que tengan una fuente de ignición deben estar elevados a no menos de 460 mm (18 pulgadas) por encima del piso.

3307.3.1 Protección contra impactos. Los aparatos ubicados en un garaje o cochera abierta deben estar protegidos de los impactos causados por los automóviles.

3307.4 Aparatos eléctricos. Los aparatos eléctricos deben ser instalados según las especificaciones de los Capítulos 48 al 51 de este Código.

SECCIÓN 3308 INSTALACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS

3308.1 Perforaciones. Las perforaciones realizadas a cualquier elemento de la edificación debe ser diseñada de tal forma que no afecte su estabilidad e integridad estructural o su función mecánica por lo tanto deben ser consideradas en las memorias de cálculo y en las especificaciones de los sistemas constructivos.

3308.2 Protección contra daños físicos. En aquellas instalaciones ocultas en donde las tuberías, salvo las de hierro fundido o de acero galvanizado, se han instalado a través de agujeros o muescas en montantes, viguetas o en miembros similares a menos de 38 mm (1.5 pulgadas) desde el borde más cercano del elemento, la tubería rígida debe estar protegida con placas de defensa. Las placas de defensa para protección deben tener un mínimo de 1,6 mm (0.062 pulgadas) de espesor.

CAPÍTULO 34 - EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y ENFRIAMIENTO

SECCIÓN 3401 CONSIDERACIONES GENERALES

3401.1 Instalación. Los equipos y aparatos de calefacción y enfriamiento deben estar instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante y los requerimientos de este CEV.

3401.2 Acceso. Los equipos y aparatos de calefacción y enfriamiento deben estar ubicados con respecto a la construcción de la edificación y a los otros equipos de manera tal que permitan su mantenimiento, servicio y reemplazo. Se deben mantener espacios libres que permitan la limpieza de las superficies de calefacción y de enfriamiento; el reemplazo de filtros, ventiladores, motores, controles y conectores de respiraderos; la lubricación de las partes móviles y los ajustes necesarios. Se deben de respetar en todo momento las especificaciones de claros mínimos alrededor de los equipos y aparatos de acuerdo con el fabricante.

3401.3 Dimensionamiento. Los equipos para calefacción y enfriamiento deben dimensionarse con base en las cargas de la edificación. El instalador debe presentar una memoria técnica basada en método nacional o internacional reconocido.

3401.4 Instalaciones a la intemperie. El equipo instalado a la intemperie debe estar aprobado para operar adecuadamente en esta situación, lo que debe estar indicado en la placa colocada por el fabricante. Los soportes y las bases de cimentación deben evitar la vibración excesiva, el asentamiento o el movimiento del equipo. Los soportes y las bases de cimentación deben estar a nivel y cumplir las instrucciones de instalación del fabricante.

3401.5 Riesgos de inundación. En las áreas propensas a inundación, los equipos y aparatos de calefacción y de enfriamiento deben ser ubicados o instalados de acuerdo a la **Sección 824**.

SECCIÓN 3402 CALEFACTORES CENTRALES

3402.1 Consideraciones generales. Los calefactores centrales alimentados con combustibles fósiles deben cumplir las especificaciones que señala la normatividad nacional por medio de un certificado o cumplir con las especificaciones del fabricante. Los calefactores eléctricos deben cumplir con lo dispuesto por la normatividad nacional por medio de un certificado.

3402.2 Espacios libres. Los espacios libres deben estar previstos de acuerdo con lo marcado en las instrucciones de instalación del fabricante.

3402.3 Aire de combustión. El aire de combustión debe suministrarse de acuerdo con el Capítulo 33. Las aberturas que conducen el aire de combustión no deben tener obstrucciones en una distancia menor de los 152 mm (6 pulgadas) en frente de las aberturas.

SECCIÓN 3403 EQUIPOS CON BOMBA DE CALOR

3403.1 Bomba de calor. El área total mínima sin obstrucción de los ductos o aberturas de aire exterior y de retorno para una bomba de calor no debe ser menor a una clasificación de rendimiento de 13 208 mm² por cada kW (6 pulgadas cuadradas por 1000 Btu/h) o de acuerdo a lo indicado por las condiciones de certificación de la bomba de calor. Las bombas de calor eléctricas deben cumplir con lo que señala el Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México IECC-México 2016 y la normatividad nacional.

3403.2 Bases y apoyos. Las bases y apoyos para una unidad exterior con bomba de calor deben estar elevadas por lo menos 76 mm (3 pulgadas) por encima del nivel del suelo y deben cumplir con las instrucciones del fabricante.

SECCIÓN 3404 EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO

3404.1 Cumplimiento. Los equipos de enfriamiento deben cumplir con la Sección 3411, la 3412 y la 3413

SECCIÓN 3405 CONVECTORES DE ZOCLO

3405.1 Consideraciones generales. Los conveectores eléctricos de zoclo deben instalarse según las instrucciones de instalación del fabricante.

SECCIÓN 3406 SISTEMAS DE CALEFACCIÓN RADIANTE

3406.1 Consideraciones generales. Los sistemas eléctricos de calefacción radiante deben ser instalados según las instrucciones del fabricante y deben cumplir con lo que marcan los Capítulos 48 al 50 de este Código.

3406.2 Espacios libres. Los espacios libres para los paneles o elementos de calefacción radiante a cualquier tipo de cableado, contacto eléctrico y cajas de empalmes deben de cumplir lo indicado en este Código.

3406.3 Instalación de paneles radiantes. Los paneles radiantes sobre estructuras de madera deben cumplir con los siguientes requisitos:

3406.3.1 Los paneles de calefacción deben instalarse en forma paralela a los elementos de la estructura y deben asegurarse a la superficie de los elementos de la estructura o colocarse entre los elementos de la estructura.

3406.3.2 Los paneles radiantes deben estar clavados o engrapados sólo a través de las partes que no reciben calefacción colocadas específicamente con este propósito y no deben estar fijos en ningún punto o distancia menor de 6.4 mm (¼ pulgada) a partir de un elemento calefactor.

3406.3.3 A menos que estén diseñados y sellados para cortar en obra, los paneles radiantes deben ser instalados como unidades completas.

3406.4 Instalación en concreto o mampostería. Los sistemas de calefacción radiante instalados en concreto o en mampostería deben cumplir los siguientes requisitos:

3406.4.1 Los sistemas de calefacción radiante deben estar identificados como apropiados para la instalación y deben estar asegurados en su lugar tal como lo especifican las instrucciones de instalación del fabricante.

3406.4.2 Los paneles de calefacción radiante no deben ser instalados haciendo puente en juntas de expansión, a menos que sean protegidos de las expansiones y las contracciones.

3406.5 Paneles de yeso. Cuando se utilicen sistemas de calefacción radiante sobre paneles de yeso, las temperaturas de operación no deben exceder los 52 °C (125 °F).

3406.6 Superficies de acabado. Los materiales de acabado instalados sobre los paneles o sistemas de calefacción radiante deben instalarse según las instrucciones de instalación del fabricante. Las super-

ficies deben asegurarse de manera que los clavos u otro tipo de fijaciones no perforen los elementos radiantes de calefacción.

SECCIÓN 3407 CALEFACTORES DE DUCTO

3407.1 Consideraciones generales. Los calefactores de ducto deben ser instalados según las instrucciones de instalación del fabricante y de acuerdo con lo indicado en la Parte 7 Instalaciones Mecánicas, capítulos 32 al 38, 40 y 41 de este Código. Los calefactores deben cumplir lo indicado en la normatividad nacional o internacional reconocida.

3407.2 Instalación. Los calefactores de ducto deben ser instalados de manera que no generen peligros de incendios. En los ductos de Clase 1, los revestimientos y revestimientos de los ductos deben interrumpirse en cada radiador para proveer los espacios libres especificados en las instrucciones de instalación del fabricante. Dichas interrupciones no se requieren para los calefactores de ducto certificados y etiquetados para espacio libre cero respecto a los materiales combustibles. El aislamiento instalado en el área inmediata de cada calefactor debe estar clasificado para la temperatura máxima producida sobre la superficie del ducto.

3407.3 Instalación con bombas de calor y acondicionadores de aire. Los calefactores de ducto ubicados dentro de los 1.219 mm (4 pies) de una bomba de calor deben contar con certificado y en su placa debe indicarse que son aptos para dicha instalación. Adicionalmente, deben estar certificados y sellados y su etiqueta debe indicar que son los adecuados para operar en dichas instalaciones de calefactor de ducto.

3407.4 Acceso. Los calefactores de ducto deben estar accesibles para el servicio y debe mantenerse un espacio libre que permita el ajuste, servicio y reemplazo de los controles y de los elementos de calefacción.

3407.5 Seguro del ventilador. El circuito del ventilador debe estar provisto de un dispositivo de seguridad para evitar el funcionamiento del calefactor cuando el ventilador no esté operando.

SECCIÓN 3408 CALEFACTORES DE PISO CON VENTILACIÓN

3408.1 Consideraciones generales. Los calefactores de piso con ventilación deben cumplir con las especificaciones que señalen las NOM aplicables por medio de su certificado respectivo y las instrucciones de instalación del fabricante.

3408.2 Espacios libres. Los calefactores de piso con ventilación deben estar instalados de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.

3408.3 Ubicación. La ubicación de los calefactores de piso con ventilación debe cumplir con los siguientes requisitos:

3408.3.1 Las rejillas de piso de calefactores de piso deben instalarse a no menos de 152 mm (6 pulgadas) medidos desde el muro.

3408.3.2 Las rejillas de muro en calefactores de piso deben instalarse a no menos de 152 mm (6 pulgadas) desde el muro contiguo en las esquinas superiores.

3408.3.3 La rejilla del calefactor debe estar ubicada a no menos de 305 mm (12 pulgadas) de las puertas en cualquier posición, cortinajes u otros objetos combustibles similares.

3408.3.4 La rejilla del calefactor debe ubicarse al menos a 1524 mm (5 pies) por debajo de cualquier tipo de material combustible saliente.

3408.3.5 El quemador del calefactor de piso no debe proyectarse debajo del área de piso ocupada.

3408.3.6 El calefactor de piso no debe ser instalado en una construcción de piso de concreto construido a nivel del terreno.

3408.3.7 El calefactor de piso no debe ser instalado en donde una puerta pueda oscilar dentro de los 305 mm (12 pulgadas) de la abertura.

3408.4 Acceso. Se debe contar con una abertura en la cimentación de no menos de 457 mm (18 pulgadas) por 610 mm (24 pulgadas) o una puerta trampa de no menos de 559 mm (22 pulgadas) por 762 mm (30 pulgadas) para tener acceso al calefactor de piso. La abertura y el pasillo deben ser lo suficientemente grandes como para permitir el reemplazo de cualquiera de las partes del equipo.

3408.5 Instalación. Las instalaciones de calefactores de piso con ventilación deben cumplir los siguientes requisitos:

3408.5.1 Los termostatos que controlan los calefactores de piso deben ubicarse en el cuarto en que se ubica la rejilla del calefactor de piso con ventilación.

3408.5.2 Los calefactores de piso deben ser soportados independientemente de las rejillas del calefactor de piso.

3408.5.3 Los calefactores de piso deben ser instalados a no menos de 152 mm (6 pulgadas) del ni-

vel del suelo. El espacio libre puede ser reducido a 51 mm (2 pulgadas) siempre que los 152 mm (6 pulgadas) inferiores de la losa estén sellados para evitar la filtración de agua.

3408.5.4 Donde se requiera realizar una excavación para instalar un calefactor de piso, la excavación debe extenderse 762 mm (30 pulgadas) más allá del lado de control del calefactor de piso con ventilación y 305 mm (12 pulgadas) más allá de los lados restantes. La excavación debe tener una pendiente hacia fuera desde el perímetro de la base de la excavación hasta el nivel del terreno circundante en un ángulo que no exceda los 45 grados (0,39 rad) desde la línea horizontal.

3408.5.5 Los calefactores de piso no deben estar soportados desde el suelo directo, es decir, deberán estar en una base diferente a la tierra.

SECCIÓN 3409 CALEFACTORES DE MURO CON VENTILACIÓN

3409.1 Consideraciones generales. Los calefactores de muro con ventilación deben cumplir con las especificaciones que señala la normatividad nacional y deben estar instalados de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.

3409.2 Ubicación. La ubicación de los calefactores de muro con ventilación debe cumplir con los siguientes requisitos:

3409.2.1 Deben estar ubicados de manera tal que no causen riesgos de incendios a los muros, los pisos, mobiliario combustible o puertas. Los calefactores de muro con ventilación instalados entre los baños y otros cuartos contiguos no deben permitir la circulación de aire desde los baños a otra parte de la edificación.

3409.2.2 Los calefactores de muro con ventilación no deben estar ubicados en lugares donde el giro de una puerta esté a 305 mm (12 pulgadas) de la entrada o salida de aire del calefactor medidas en ángulo recto respecto de la abertura. No deben instalarse topes de puerta ni cerradores de puerta para obtener este espacio libre.

3409.3 Instalación. Las instalaciones de calefactores de muro con ventilación deben cumplir con los siguientes requisitos:

3409.3.1 El espesor de los muros requeridos debe estar de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

3409.3.2 Los ductos no deben estar fijos a un calefactor de muro. Las extensiones de la carcasa o

accesorios de transición deben ser instalados sólo cuando cuenten con un certificado como parte de un aparato y en su etiqueta aparezca el sello del organismo aprobado que lo certifica.

3409.3.3 Debe estar instalada una válvula de cierre manual delante de todos los controles.

3409.4 Acceso. Los calefactores de muro con ventilación deben contar con un acceso para la limpieza de las superficies de calefacción; remoción de los quemadores, reemplazo de las secciones, motores, controles, filtros y otras partes útiles; y para el ajuste y lubricación de las partes que requieran dicha atención. Los paneles, rejillas y puertas de acceso que deben ser removidas para operaciones normales de servicio no deben fijarse a la construcción de la edificación.

SECCIÓN 3410 CALEFACTORES DE CUARTO CON VENTILACIÓN

3410.1 Consideraciones generales. Los calefactores de cuarto con ventilación deben cumplir la normatividad nacional por medio del certificado respectivo e instalados de acuerdo las instrucciones de instalación del fabricante.

3410.2 Instalación en los pisos. Los calefactores de cuarto deben instalarse sobre pisos construidos con materiales no combustibles que se extiendan por lo menos 457 mm (18 pulgadas) más allá de todos los lados del aparato.

Excepciones:

1. Los calefactores de cuarto deben estar instalados sobre pisos construidos de materiales no combustibles o protectores de piso certificados, con materiales y dimensiones acordes a las instrucciones del fabricante del aparato.
2. Los calefactores de cuarto certificados para la instalación sobre pisos combustibles sin protección de piso deben ser instalados según las instrucciones del fabricante.

SECCIÓN 3411 EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO POR REFRIGERACIÓN

3411.1 Refrigerantes aprobados. Los refrigerantes utilizados en sistemas de expansión directa deben cumplir con lo que señala el Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México (IECC-México), o las disposiciones reglamentarias nacionales aplicables.

3411.2 Serpentes de refrigeración en calefactores de aire de media temperatura. Cuando se ubica un serpentín de enfriamiento en el pleno de suministro de un calefactor de aire de mediana temperatura, el ventilador del calefactor debe estar clasificado a no menos de 6,2 mm (0,5 pulgadas) de presión estática de columna de agua (124 Pa) a menos que el calefactor cuente con certificado y en su etiqueta con sellado aprobado indique que puede usarse con un serpentín de enfriamiento. Los serpentines de enfriamiento no deben estar ubicados a contracorriente desde los intercambiadores de calor, a menos que cuenten con certificado que lo permita y esté indicado en su etiqueta que es para tal uso. Se puede permitir la conversión de calefactores existentes para uso con serpentín de enfriamiento siempre que los calefactores operen dentro del incremento de temperatura especificado para los mismos.

3411.3 Descarga de condensados. Los condensados de todo serpentín de enfriamiento o evaporadores deben ser transportados desde la salida de la charola de condensados hasta un lugar aprobado de descarga. Los condensados no deben descargarse a la calle, callejón u otras áreas en que causen molestias

3411.3.1 Sistemas de drenajes auxiliares y secundarios. Además de los requisitos de la Sección 3411.3, se debe proveer una charola de drenaje auxiliar o secundaria debajo de todo serpentín de enfriamiento o evaporador en donde se pueda dañar cualquier componente de la instalación si ocurriera un desborde de la charola o se obstruyera la tubería de condensado. La tubería de drenaje debe tener un diámetro nominal mínimo de 19 mm (¾ pulgadas). Se debe usar uno de los siguientes métodos:

1. Una charola de drenaje auxiliar con drenaje propio debe instalarse debajo de los serpentines en donde va a ocurrir la condensación. Esta charola auxiliar debe drenar a un punto de descarga en donde sea evidente que la charola primaria está obstruida. La charola debe tener una profundidad mínima de 38 mm (1,5 pulgadas) un tamaño de al menos 76 mm (3 pulgadas) mayor que el ancho y largo de la unidad o serpentín y estar construida de un material resistente a la corrosión. Las charolas metálicas deben tener un espesor mínimo de 0,7 mm (0,0276 pulgadas). Las charolas no metálicas deben tener en sus paredes un espesor mínimo de 1,6 mm (0,0625 pulgadas).
2. Se debe conectar una línea aparte de drenaje en caso de desborde de la charola, si esto viene dispuesto con el equipo. Esta línea debe drenar a un punto de descarga en donde sea evidente que la charola primaria está obstruida. Además esta línea debe conectar-

se a la charola de drenaje en un punto superior al de drenaje primario.

- Se debe proveer una charola de drenaje auxiliar por debajo del serpentín en donde va a ocurrir la condensación y sin línea de drenaje. Esta charola debe estar equipada con un dispositivo de detección del nivel de agua que apague el equipo antes de que se desborde. La charola debe construirse de acuerdo con el punto 1 de esta sección.

3411.3.2 Materiales y tamaños de tubería rígida de drenaje.

Los componentes de los sistemas de drenaje de condensados deben ser de tubería rígida o tubería semirrígida de hierro colado, hierro galvanizado, cobre, polietileno de enlace cruzado, polibutileno, polietileno, ABC, CPVC o PVC. Todos los componentes deben ser escogidos de acuerdo con la clasificación de presión y temperatura de la instalación. Las líneas de drenaje de condensado deben ser de al menos 19 mm (3/4 pulgadas) de diámetro interno y no deben reducir su tamaño desde la conexión de la bandeja de condensados hasta el punto de descarga. En caso de que unan dos o más líneas de drenaje la tubería rígida o la tubería semirrígida deben dimensionarse de acuerdo con métodos aprobados. Todas las secciones horizontales de tuberías de drenaje deben instalarse uniformemente a una misma pendiente.

3411.4 Aislamiento de tuberías de refrigerantes.

Las tuberías y accesorios para las líneas de vapor refrigerante (succión) deben estar aisladas con aislantes que tengan una resistividad térmica de $R = 4,0 \text{ (m}^2\text{K/W)}$ como mínimo y que tengan una permeancia de superficie externa que no exceda de 0,05 perms $2,87 \text{ ng/(s * m}^2 * \text{Pa)}$ cuando sean sometidas a ensayos según especificaciones de la NOM-018-ENER-2011

SECCIÓN 3412 EQUIPO DE ENFRIAMIENTO POR ABSORCIÓN.

*

3412.1 Instalación del equipo. Los sistemas de enfriamiento por absorción deben estar instalados de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.

3412.2 Eliminación de líquidos de condensación. Los condensados de un serpentín de enfriamiento deben estar dispuestos tal como se especifica en la Sección 3411.3

3412.3 Aislamiento de tuberías. Las tuberías refrigerantes, las tuberías de agua salobre y los accesorios dentro de una edificación deben estar aislados

para evitar que se forme condensación de líquidos sobre la tubería.

3412.4 Protección de alivio de presión. Los sistemas de absorción deben estar protegidos con un dispositivo de alivio de presión. La descarga del dispositivo de alivio de presión debe estar ubicada de manera tal que no ponga en peligro a las personas o a la propiedad.

SECCIÓN 3413 EQUIPO DE ENFRIAMIENTO POR EVAPORACIÓN.

3413.1 Consideraciones generales. Los equipos de enfriamiento que utilizan evaporación de agua para enfriamiento deben estar instalados de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante. Los enfriadores evaporativos deben estar instalados sobre una plataforma o base nivelada a una altura no menor de 76 mm (3 pulgadas) por encima del nivel de suelo contiguo y asegurados para evitar desplazamientos. Las aberturas en los muros exteriores deben tener contratapas de acuerdo a las especificaciones contra fuego de este CEV en la parte 3, capítulo 10.

3413.2 Protección de agua potable. El sistema de agua potable debe estar protegido del contraflujo según las disposiciones en este CEV en la parte 8.

SECCIÓN 3414 HOGAR TIPO ESTUFA

3414.1 Consideraciones generales. Los hogares tipo estufa deben estar construidos bajo una NOM o, contar con certificado de aprobación expedido por un organismo acreditado, portar etiqueta con el sello de quien lo certifica e instalarse de acuerdo a los términos de su certificación. *

3414.2 Extensión de los calefactores. Las extensiones de los hogares tipo estufa deben ser instaladas de acuerdo con lo que indique la certificación del hogar tipo estufa. La extensión del hogar debe ser fácilmente diferenciable del área de piso circundante. *

SECCIÓN 3415 CALEFACTORES DE MAMPOSTERÍA

3415.1 Consideraciones generales. Las chimeneas en mampostería deben ser construidas de acuerdo a lo que señale la normatividad nacional.

CAPÍTULO 35 - SISTEMAS DE EXTRACCIÓN

SECCIÓN 3501 CONSIDERACIONES GENERALES

3501.1 Desfogues al exterior. El aire removido por cualquier sistema de extracción mecánica deberá ser conducido y desfogado al exterior. El aire no deberá ser desfogado hacia el interior de un ático, ducto vertical o espacio angosto.

La ubicación del desfogue debe estar ubicada al menos a 3048 mm (10 pies) de cualquier toma de aire fresco o sistema donde pueda existir una contaminación cruzada.

SECCIÓN 3502 EXTRACCIÓN EN SECADORAS DE ROPA

3502.1 Consideraciones generales. Los sistemas de extracción de las secadoras de ropa deben ser independientes de cualquier otro tipo de sistema, deben conducir la humedad al exterior y deben concluir en la parte exterior de la edificación. Las terminaciones de los ductos de extracción deben cumplir con las instrucciones del fabricante. No deben instalarse pantallas en la terminación del ducto. Los ductos de extracción no deben ser conectados con tornillos o medios de fijación de chapa metálica que se extiendan dentro del conducto. Los ductos de extracción deben estar equipados con una compuerta antirretorno.

Los ductos de extracción deben ser construidos con ductos de metal rígido de un mínimo de 0.406 mm (0.016 pulgadas) de espesor, que tengan superficies interiores lisas con juntas que se extiendan en la dirección del flujo de aire.

3502.2 Conexiones flexibles. Los ductos de transición flexibles utilizados para conectar la secadora de ropas al sistema de ductos de extracción deben limitarse a una longitud máxima de 1524 mm (5 pies) y deben cumplir con las especificaciones de instalación del fabricante. Los ductos de transición no deben estar ocultos dentro de la construcción.

3502.3 Tamaño del ducto de extracción. El diámetro del ducto de extracción debe ser el requerido por las especificaciones de la secadora de ropa y las instrucciones de instalación del fabricante.

3502.4 Límites de longitud. La longitud máxima del ducto de extracción de una secadora de ropa no debe excederlos 7620 mm (25 pies) a partir de la ubicación de la secadora hasta la terminación del muro o del techo.

SECCIÓN 3503 CAMPANAS DE EXTRACCIÓN SUPERIOR

3503.1 Consideraciones Generales. Las unidades domésticas de parrilla superior abierta deben estar provistas de una campana de extracción metálica, de calibre 28 como mínimo, con un espacio libre no menor de 6.4 mm (0.25 pulgadas) entre la campana y la superficie de abajo de material combustible o de los gabinetes. Debe mantenerse un espacio libre de 610 mm (24 pulgadas) como mínimo entre la superficie de cocción y el material combustible o gabinete. La campana debe, como mínimo tener el mismo ancho que la unidad de parrilla y debe extenderse sobre la totalidad de la unidad.

La campana de extracción debe descargar en el exterior y debe estar equipada con una compuerta antirretorno u otro medio para controlar la infiltración/exfiltración cuando no esté en funcionamiento. Las unidades de parrilla que incorporan un sistema de extracción integrado y que cuentan con un certificado y en su etiqueta se indica que pueden ser usadas sin campana de extracción, no necesitan ser provistas con una.

3503.2 Cálculo de extracción de campanas. Cuando los aparatos de cocina estén equipados con campanas de extracción, los ventiladores deben dimensionarse de acuerdo a la Tabla 3505.2.

SECCIÓN 3504 DUCTOS DE EXTRACCIÓN

3504.1 Ductos. La construcción de ductos de extracción debe cumplir con lo indicado en el Capítulo 36.

SECCIÓN 3505 VENTILACIÓN MECÁNICA

3505.1 Consideraciones generales. Cuando los excusados y baños sean ventilados mecánicamente, el equipo de ventilación debe ser instalado de acuerdo a las especificaciones de esta sección.

3505.2 Recirculación de aire. El aire de extracción proveniente de los baños y excusados no debe ser recirculado dentro de la edificación o dentro de otra unidad de vivienda.

3505.3 Gasto de ventilación. Los sistemas de ventilación deben estar diseñados para tener la capaci-

dad de extraer el gasto mínimo de aire determinado en la Tabla 3505.2.

TABLA 3505.2

ÁREA A SER VENTILADA	GASTO DE VENTILACIÓN
Cocinas	169-90 m ³ /h (100 cfm) intermitentes o 42.48 m ³ / h (25cfm) continuos
Baños - Excusados	Capacidad de extracción mecánica de 84.95 m ³ /h (50 cfm) intermitentes

CAPÍTULO 36 - SISTEMAS DE DUCTOS

SECCIÓN 3601 CONSIDERACIONES GENERALES

3601.1 Diseño de ductos. Los sistemas de ductos que den servicio a los equipos de calefacción, enfriamiento y ventilación deben estar fabricados según las dimensiones de esta sección o las recomendaciones dadas por la Asociación de Fabricantes de Ductos para Aires Acondicionados Nacionales o bien según lo especificado en el Manual D-95 de los Contratistas Americanos de Aire Acondicionado (ACCA: *Air Conditioning Contractors of America*).

3601.1.1 Sistemas de ductos sobre el terreno. Los sistemas de ductos sobre el terreno deben cumplir con lo siguiente:

1. El equipo conectado a los sistemas de ducto debe estar diseñado para limitar las temperaturas del aire de descarga a un máximo de 121°C (250°F)
2. Los ductos para manejo de aire hecho en fábrica deben ser construidos con materiales de clase 0 con un índice de propagación 0 o de clase 1 con un índice de propagación 25.
3. La construcción de ductos de fibra debe realizarse según el Estándar de Construcción de los Fabricantes de Ductos en Fibra de Vidrio. (Para información adicional consultar los manuales de *Fibrous Glass Ducts Construction* -SMACNA- o *Fibrous Glass Ducts Construction* -NAIMA-)
4. El espesor mínimo del material de los ductos de metal debe ser el indicado en la Tabla 3601.1.1. El acero galvanizado debe cumplir con las especificaciones de la normatividad nacional (Para más información ver norma ASTM A 521).
5. Se permite el uso de productos de yeso para la construcción de ductos o plenos de retorno de aire siempre que la temperatura del aire no exceda los 52 °C (125°F) y que las superficies expuestas no estén sujetas a procesos de condensación.
6. Los sistemas de ductos deben ser construidos con materiales que tengan un índice de propagación de llama no mayor de 200.
7. Los huecos de los muros con postes (entramado) y el espacio entre las vigas de piso macizo que vayan a ser utilizados como plenos deben cumplir las siguientes condiciones:

7.1 Dichos huecos o espacios no deben ser utilizados como plenos para el suministro de aire.

7.2 Dichos plenos o espacios no deben ser parte de un conjunto clasificado como resistente al fuego.

7.3 Los huecos de los muros de entramado no deben enviar aire desde más de un nivel de altura.

7.4 Los huecos de los muros de entramado y los plenos de espacio entre vigas deben estar aislados de los espacios ocultos contiguos por bloques antifuego herméticos.

**TABLA 3601.1.1
CALIBRE DE LOS DUCTOS Y PLENOS DE METAL USADOS
PARA CALEFACCIÓN O ENFRIAMIENTO**

Tipo de ducto	Tamaño mm	Espesor mínimo mm	Calibre de lámina galvanizada equivalente	Calibre b&s de aluminio aproximado
Ductos redondos y ductos rectangulares encerrados	355,6 o menos (14 pulgadas o menos)	0,3302	30	26
	más de 355,6 (más de 14 pulgadas)	0,4064	28	24
Ductos rectangulares expuestos	355,6 o menos (14 pulgadas o menos)	0,3302	28	24
	más de 355,6 (más de 14 pulgadas)	0,4064	26	22

3601.1.2 Sistema de ductos subterráneos. Los sistemas de ductos subterráneos deben ser construidos con concreto, arcilla, metal o plástico aprobados. La temperatura máxima de un ducto de plástico no debe exceder los 66 °C (150°F). Los ductos de metal deben estar protegidos contra la corrosión de una manera aprobada o deben estar completamente embutidos en concreto de no menos de 51 mm de espesor. Los ductos no metálicos deben ser instala-

dos de acuerdo con las instrucciones de instalación de los fabricantes. Los materiales de las tuberías rígidas y accesorios plásticos deben ser conformes con la clasificación de las celdas 1254-B de ASTM D 1248 o ASTM D 1784 y con las propiedades de carga externas de ASTM D 2412 o lo que señale la normatividad nacional. Todos los ductos deben tener una pendiente hacia un punto accesible para el desagüe. Donde estén embutidos en concreto los ductos deben estar sellados y asegurados antes de colocar el concreto. Los ductos metálicos que tengan un revestimiento protector aprobado y los ductos no metálicos deben ser instalados según las instrucciones del fabricante.

3601.2 Ductos hechos en fábrica. Los ductos para aire hechos en fábrica o el material de los ductos deben ser los aprobados para el uso previsto y deben ser instalados de acuerdo con las instrucciones de instalación de los fabricantes.

3601.2.1 Materiales para el aislamiento de ductos. Los materiales para aislamiento de ductos deben ajustarse a los siguientes requisitos:

1. Los revestimientos y recubrimientos de los ductos deben tener un índice de propagación de llama no mayor de 25 y un índice de generación de humo no mayor de 50 cuando sean sometidos a pruebas de ensayo según las especificaciones de ASTM E 84. Las muestras sometidas a ensayos de prueba de acuerdo a ASTM E 84 deben ser representativas del material compuesto final.
2. Los revestimientos y recubrimientos de los ductos no deben levantar llama, fulgurar, arder o humear cuando sean sometidos a ensayos de prueba, según las especificaciones de la normatividad nacional o de ASTM C 411, a la temperatura a la que están expuestos en servicio. La temperatura no debe descender debajo de los 121 °C (250°F).
3. El aislamiento de los ductos externos y los ductos flexibles aislados en fábrica deben tener una impresión o identificación legibles en intervalos no mayores de los 914 mm (36 pulgadas) con el nombre del fabricante, el valor de R de resistencia térmica para el espesor instalado especificado y los índices de propagación de llama y de generación de humo de los materiales compuestos. Los valores R de los productos de todo aislamiento de ductos deben basarse sólo en el aislamiento, excluyendo las películas de aire, los retardadores de vapor o cualquier otro componente del ducto y deben estar basados sobre Valores- C comprobados a una temperatura media de 24 °C (75° F) para el espesor instalado, de acuerdo a los procedi-

mientos industriales reconocidos. El espesor instalado del aislamiento del ducto utilizado para determinar sus valores R debe ser determinado de la siguiente forma:

- 3.1 Para el panel del ducto, el revestimiento del ducto y los ductos rígidos hechos en fábrica normalmente no sometidos a compresión, debe utilizarse el espesor de aislamiento nominal.
- 3.2 Para ductos aislados con cinta aislante, el espesor instalado se debe asumir como el setenta y cinco por ciento (75%) (compresión de veinticinco por ciento 25%) del espesor nominal.
- 3.3 Para los ductos de aire flexibles hechos en fábrica, el espesor instalado debe determinarse dividiendo la diferencia entre el diámetro externo real y el diámetro interno nominal entre dos.

3601.2.2 Aisladores de vibración. Los aisladores de vibración instalados entre el equipo mecánico y los ductos metálicos deben ser fabricados con materiales aprobados y no deben exceder los 254 mm (10 pulgadas) de longitud.

3601.3 Instalación. La instalación de los ductos debe cumplir con las especificaciones incluidas en las Secciones 3601.3.1 a 3601.3.6.

3601.3.1 Juntas y costuras. Las uniones de los sistemas de ductos deben hacerse totalmente herméticas al aire por medio de cinta, masticque, empaquetadura de cintas o algún otro sistema aprobado de cerramiento. Los sistemas de cerramiento utilizados con los ductos rígidos de fibra de vidrio deben cumplir las especificaciones de UL 181 A y deben exhibir las marcas "181A-P" para las cintas sensibles a la presión "181A-M" para los mastiques o "181A-H" para las cintas sensibles al calor, los sistemas de cerramiento utilizados con los ductos para aire flexibles y los conectores de aire flexibles deben cumplimentar las especificaciones de UL 181B y exhibir las marcas "181B-FX" para las cintas sensibles a la presión o "181B-M" para los mastiques. Las conexiones de los ductos a las bridas en los equipos de sistema de distribución de aire por conexiones metálicas deben ser ajustadas mecánicamente. Las uniones de pliegue en los ductos redondos deben tener una traslape de contacto de por lo menos 40 mm (1.5 pulgadas) y deben ser ajustadas mecánicamente por medio de tres tornillos o remaches de metal laminado igualmente espaciados alrededor de las uniones.

3601.3.2 Soportes. Los conductores metálicos deben estar soportados por flejes metálicos calibre 18 de 127 mm (0.5 pulgadas) de ancho o alam-

bre galvanizado de calibre 12 en intervalos que no excedan los 3048 mm (10 pies) o cualquier otro medio aprobado. Los ductos no metálicos deben estar soportados según lo especificado en las instrucciones de instalación del fabricante.

3601.3.3 Bloqueo antifuego. Cuando los ductos se encuentren dentro del entramado en muros de madera, la instalación de ductos debe tener bloqueo antifuego de acuerdo a las especificaciones R602.8.

3601.3.4 Aislamiento de los ductos. El aislamiento de los ductos debe ser instalado de acuerdo a los siguientes requisitos:

1. Un retardador de vapor que tenga una permanencia de $0.05 \text{ perm}[(2.87 \text{ ng}/(\text{s m}^2 \text{ Pa}))]$ según las especificaciones de la normatividad nacional o de la ASTM E 96 o una hoja de aluminio con un espesor mínimo de 0.051 mm, deben ser instalados en el exterior del aislamiento de los ductos de suministro de enfriamiento que pasen a través de espacios no acondicionados favorables a la condensación.
2. Los sistemas de ductos exteriores deben estar protegidos contra los elementos.

Los revestimientos de los ductos no deben penetrar un muro o piso con bloqueo antifuego.

3601.3.5 Ductos para manejo de aire hechos en fábrica. Los ductos para aire hechos en fábrica deben ser instalados en o sobre el nivel del suelo, en tuberías rígidas cerámicas o de metal, o dentro de mampostería u hormigón.

3601.3.6 Separación de los ductos. Los ductos deben ser instalados con una separación de al menos 10 cm (4 pulgadas) de la tierra, excepto cuando se cumplan los requisitos especificados en la Sección 3101.1.2.

3601.3.7 Ductos ubicados en cocheras. Los ductos ubicados en cocheras deben cumplir los requisitos especificados en la Sección 803 del Capítulo 8. Diseño del Edificio.

3601.3.8. Zonas con riesgo de inundación. En las zonas propensas a inundaciones los sistemas de ductos deben estar ubicados o ser instalados según las especificaciones de la Sección 824 y 4302.2.

3601.4 Plenos debajo del piso. Cualquier espacio bajo el piso utilizado como pleno de suministro debe cumplir con los requisitos de esta sección. Las líneas de gas combustible y las aberturas para la limpieza de desperdicios en instalaciones hidráulicas y sanitarias no deben estar ubicadas dentro de estos espacios.

3601.4.1 Generalidades. El espacio debe limpiarse para dejarlo libre de materiales combustibles sueltos y desperdicios y debe estar cerrado herméticamente. La superficie de suelo del espacio debe estar cubierta con una barrera de humedad que tenga un espesor mínimo de 0.102 mm.

3601.4.2 Materiales. El espacio debajo del piso que incluya el aislamiento de muro lateral debe estar conformado por materiales que tengan clasificación de propagación de llama no mayor a 200 cuando sean sometidos a ensayos de prueba según las especificaciones en la normatividad nacional o en la ASTM E 84.

3601.4.3 Conexiones de calefactores. Cualquier ducto debe extenderse desde la salida de suministro del calefactor y hasta no menos de 152 mm (6 pulgadas) por debajo de la estructura combustible. Este ducto debe cumplir las disposiciones de la Sección 3601.1. Un receptáculo no combustible debe ser instalado por debajo de cualquier abertura del piso dentro del pleno, de acuerdo a los siguientes requisitos:

- a. El receptáculo debe ser suspendido y asegurado desde los miembros del piso y no debe estar a más de 45.7 cm por debajo de la abertura del piso.
- b. El área del receptáculo debe extenderse 76 mm (3 pulgadas) más allá de la abertura en todos los lados.
- c. El perímetro del receptáculo debe tener un reborde vertical de un mínimo de 25.4 mm (1 pulgada) de altura en los lados abiertos.

3601.4.4 Acceso. El acceso a un pleno debajo del piso debe ser provisto a través de una abertura en el piso con una dimensión mínima de 457 mm por 610 mm (18 por 24 pulgadas).

3601.4.5 Controles en calefactores. El calefactor debe estar equipado con un control automático que hace accionar el ventilador circulante de aire cuando el aire en el sombrerete del horno alcanza una temperatura mayor a los 66 °C (150°F). El horno debe estar además equipado con un control automático aprobado que limite la temperatura de aire de salida a 93 °C (200 °F).

SECCIÓN 3602 AIRE DE RETORNO

3602.1 Aire de retorno. El aire de retorno debe tomarse desde el interior de la vivienda. El diluir el aire de retorno con aire del exterior no está prohibido.

3602.2 Fuentes prohibidas. El aire exterior o de retorno para un sistema de calefacción o de enfriamiento de aire forzado no debe tomarse de los siguientes lugares:

1. A una distancia menor a los 3.048 m (10 pies) de la salida de ventilación de un aparato, de la abertura de ventilación de un sistema de desagüe de instalaciones hidráulicas y sanitarias o de la salida de descarga de un ventilador de extracción, a menos que el orificio de salida estuviera a 914 mm (3 pies) por encima de la parte exterior.
2. En donde hubiera presencia de vapores inflamables, o a menos de 3.048 m (10 pies) por encima de la superficie de cualquier tope, vía pública o entrada para autos en viviendas particulares o a nivel del terreno junto a una acera, calle, callejón o entrada para vehículos.
3. De un cuarto o espacio cuyo volumen sea inferior al veinticinco por ciento (25%) del volumen total al que dicho sistema le presta servicio. En donde esté conectado por una abertura permanente que tenga un área dimensionada de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes, los cuartos o espacios contiguos deben ser considerados como un cuarto o espacio único para los fines de determinar el volumen de dichos cuartos o espacios. (Para mayor información consultar el Manual D de la ACCA).
4. Un armario, baño, excusado, cocina, cochera, sala mecánica, cuarto del calefactor u otra unidad de vivienda.
5. Un cuarto o espacio que contenga un aparato de combustión en donde dicho cuarto o espacio sirva como la única fuente de retorno.

Excepciones:

1. El aparato de combustión es un aparato de ventilación directa o un aparato que no requiere ventilación conforme a las especificaciones de los Capítulos 36 y 37.
2. El cuarto o espacio cumple con los siguientes requisitos:
 - a. El aire de retorno es tomado de un cuarto o espacio que tenga un volumen superior a 9.6 L/W (1 pie³·BTU/h) de clasificación de potencia combinada de todos los aparatos de combustión que se encuentren ahí.
 - b. El volumen de aire de suministro descargado nuevamente dentro del mismo espacio es aproximadamente igual al volumen de aire de retorno tomado del espacio.

- c. Las entradas del aire de retorno no están ubicadas dentro de los 3048 mm (10 pies) de cualquier fogón o campana de tiro de un aparato en el mismo cuarto o espacio.
- d. Los cuartos o espacios que contengan aparatos que consuman combustibles sólidos, siempre que las entradas de aire de retorno estén localizadas a no menos de 3048 mm (10 pies) del fogón de dichos aparatos

3602.3 Protección de las entradas. Las entradas de aire del exterior deben estar revestidas con pantallas que tengan aberturas no menores de 6.4 mm (¼ pulgada) y no mayores de 12.7 mm (½ pulgada).

CAPÍTULO 37 - AIRE PARA COMBUSTIÓN

SECCIÓN 3701 CONSIDERACIONES GENERALES

3701.1 Suministro de aire. Los aparatos de combustión de combustibles líquidos o gases deben estar provistos de un suministro de aire de combustión, campana de tiro para dilución y ventilación del espacio en donde el aparato sea instalado de acuerdo con la Sección 3701.2 y la 3701.3. Los métodos de provisión de aire de combustión de este capítulo no se aplican a hogares de mampostería, prefabricados y aparatos de ventilación directa.

3701.1.2 Edificaciones de construcción excepcionalmente herméticas. En edificaciones de construcción excepcionalmente hermética, el aire de combustión debe obtenerse desde afuera de la envolvente térmica sellada. En edificaciones de construcción de estanqueidad común, en lo que a la infiltración concierne, todo o una parte del aire de combustión para aparatos de combustión puede ser obtenido por infiltración cuando el cuarto o espacio tenga un volumen de 4,83 L/W (Btu/h) de entrada..

3701.2 Sistemas de extracción y ventilación. Los requerimientos de aire para la operación de ventiladores de extracción, sistemas de ventilación de cocina, secadores de ropa y hogar deben ser considerados para determinar la adecuación de un espacio para proveer aire de combustión.

3701.3 Reguladores de tiro de volumen. No se deben instalar reguladores de tiro de volumen en las aberturas para aire de combustión.

3701.4 Fuentes prohibidas. Los ductos de aire de combustión y aberturas no deben conectar cerramientos de aparatos con espacios en los que la operación de un ventilador pueda afectar adversamente el flujo de aire de combustión. El aire de combustión no debe obtenerse de un área en la que haya vapores inflamables que presenten un peligro.

Los aparatos de combustión no deben obtener el aire de combustión de ninguno de los siguientes espacios:

- A. Dormitorios
- B. Baños
- C. Inodoros

Excepción: Se debe permitir que los siguientes aparatos obtengan aire de combustión de dormitorios, baños e inodoros:

A. Aparatos de combustión de sólidos siempre que el cuarto no sea un espacio confinado y la edificación no sea una construcción excepcionalmente hermética.

B. Aparatos instalados en una envolvente en la que todo el aire de combustión sea tomado del exterior y la envolvente esté equipada con una puerta con burlete y dispositivo de autocierre.

3701.5 Áreas de abertura. El área libre de cada abertura debe ser utilizada para determinar el aire de combustión. A menos que sea especificado de otra manera por el fabricante o determinado por las mediciones actuales, el área libre debe ser considerada setenta y cinco por ciento (75%) del área total para celosías metálicas y veinticinco por ciento (25%) del área total para celosías de madera.

3701.6 Ubicación de la abertura. En áreas propensas a inundaciones, las aberturas deben estar ubicadas en o por encima de la elevación de la inundación de diseño establecida.

SECCIÓN 3702 AIRE DEL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS

3702.1 Volumen requerido. Donde el volumen del espacio en el que se instalen los aparatos de combustión sea mayor a 4.83 L/W (50 pie³ por 1000 BTU/h) de clasificación de entrada agregada en edificios de estanqueidad común, en lo que concierne a la infiltración, la infiltración normal debe ser tomada como adecuada para proveer aire de combustión. Los cuartos que se comuniquen directamente con el espacio donde los aparatos estén instalados a través de aberturas no amuebladas con puertas deben ser considerados parte del volumen.

3702.2 Espacio confinado. Si el espacio en el que el aparato se ubica no cumple con los criterios especificados en la Sección 3702.1, dos aberturas deben ser provistas de manera tal que el volumen combinado de los espacios cumpla con el criterio. Una abertura debe estar a los 305 mm (12 pulgadas) de la parte superior y una dentro de los 305 mm (12 pulgadas) de la parte inferior del espacio. Cada abertura debe tener un área libre mínima de 2.20 mm²/W (1 pulgada cuadrada por 1000 Btu/h) de clasificación de entrada de todos los aparatos instalados dentro del espacio, pero no menos de 0,064 m² (100 pulgadas cuadradas).

3702.3 Construcción excepcionalmente estanca. Donde el espacio sea de volumen adecuado con la Sección 3702.1, pero esté dentro de una edificación sellada tan estancamente que la infiltración del aire no sea la adecuada para la combustión, el aire de combustión debe ser obtenido del exterior o de espacios que se comuniquen libremente con el exterior de acuerdo con la Sección 3703.

**SECCIÓN 3703
AIRE DEL EXTERIOR**

3703.1 Aire exterior. Cuando el espacio en el que se localicen los aparatos de combustión no cumpla con los criterios para aire interior especificados en la Sección 3702, se debe suministrar aire de combustión exterior como se especifica en la Sección 3703.2

3703.2 Dos aberturas o ductos. El aire de combustión exterior debe ser suministrado a través de aberturas o ductos como se ilustra en las Figuras 3703.2(1), 3703.2(2), 3703.2(3) y 3703.2(4). Una abertura debe ubicarse dentro de los 305 mm (12 pulgadas) de la parte superior del cerramiento y una dentro de los 305mm de la parte inferior del cerramiento. Se debe permitir que las aberturas se conecten a espacios que se comuniquen directamente con el exterior, tales como espacios angostos ventilados o áticos ventilados. El mismo conducto o abertura no debe servir a ambas aberturas de combustión. El ducto que sirva a la abertura superior debe ser nivelado o extenderse hacia arriba del espacio del aparato.

FIGURA 3703.2 (1) APARATOS UBICADOS EN ESPACIOS CONFINADOS – TODO EL AIRE TOMADO DEL EXTERIOR A TRAVÉS DE DOS ABERTURAS

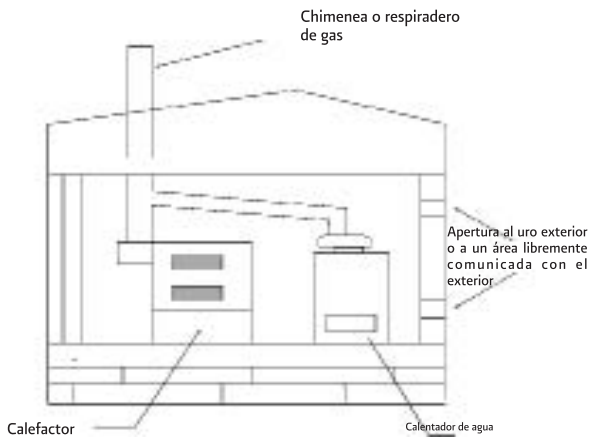


FIGURA 3703.2 (2) APARATOS UBICADOS EN ESPACIOS CONFINADOS – TODO EL AIRE TOMADO DEL EXTERIOR A TRAVÉS DE DUCTOS

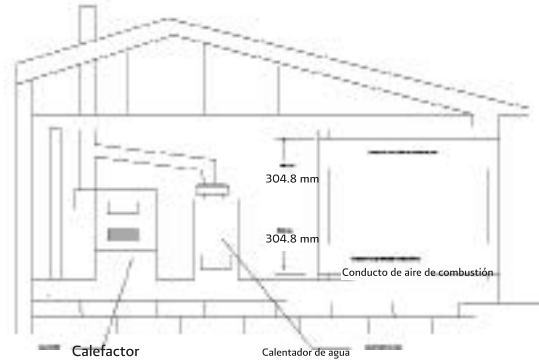


FIGURA 3703.2 (3) APARATOS UBICADOS EN ESPACIOS CONFINADOS – TODO EL AIRE TOMADO DEL EXTERIOR A TRAVÉS DE UN DESVÁN

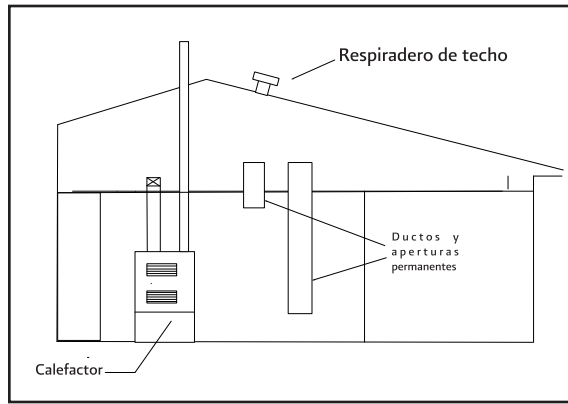
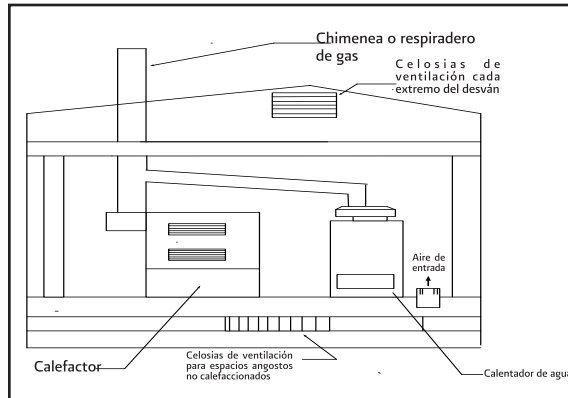


FIGURA 3703.2 (4) APARATO UBICADO EN ESPACIO CONFINADOS – AIRE DE ENTRADA TOMADO DE ESPACIOS ANGOSTOS VENTILADOS



3703.2.1 Tamaño de la abertura. Donde se comuniquen con el exterior a través de los ductos verticales cada abertura debe tener un área libre de al menos $0,550 \text{ mm}^2/\text{W}$ (una pulgada cuadrada por 4000 BTU/h) de clasificación total de entrada de todos los aparatos en el espacio. Donde sean utili-

zados ductos horizontales, cada abertura debe tener un área libre al menos de 0,275 mm²/W (una pulgada cuadrada por 2000 Btu/h) de entrada total de todos los aparatos en el espacio. Los ductos deben ser de la misma área mínima transversal que el área libre requerida de las aberturas que contienen. La dimensión mínima de la sección transversal de ductos rectangulares debe ser 76 mm (3 pulgadas).

3703.3 Aire de combustión en desvanes o áreas no habitadas. El aire de combustión obtenido del área de un desván o área no habitada como se indica en la Figura 3703.2 (3) debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- A. La ventilación del desván debe ser suficiente para proveer el volumen de aire de combustión requerido.
- B. La abertura para combustión de aire debe ser provista de una camisa de metal que se extienda desde el cerramiento del aparato hasta al menos 152 mm (6 pulgadas) por sobre la parte superior de las viguetas de cielorraso y el aislamiento del cielorraso.
- C. Un ducto de entrada de aire dentro de un ducto de salida de aire debe ser una forma aceptable de proveer aire de combustión del desván para un cuarto con aparatos siempre que el ducto de entrada se extienda al menos 305 mm (12 pulgadas) por sobre la parte superior del ducto de salida en el espacio del desván, como se ilustra en la Figura 3703.2. (3)
- D. El extremo de los conductos que terminan en un ático no deben llevar pantallas.

3703.4 Aire de combustión de espacios bajo el piso. El aire de combustión obtenido de áreas bajo el piso, como se ilustra en la Figura 3703.2 (4), debe tener áreas de abertura libres al exterior equivalentes a no menos de dos veces la abertura de aire de combustión requerida.

3703.5 Requisitos de la abertura. Las aberturas de aire de combustión exterior deben ser cubiertas con pantallas anticorrosivas o protección equivalente teniendo aberturas no menores de 6.4 mm (0.25 pulgadas) y no mayores a 12.7 mm (0.5 pulgadas).

CAPÍTULO 38 - CHIMENEAS Y RESPIRADEROS

SECCIÓN 3801 CONSIDERACIONES GENERALES

3801.1 Ventilación requerida. Los aparatos de combustión deben estar ventilados al exterior de acuerdo con su certificación, sello y a las instrucciones del fabricante, excepto en los casos en que dichos aparatos cuenten con certificados que así lo señale y en su etiqueta diga que no requiere ventilación. Los sistemas de ventilación deben constar de chimeneas o respiraderos aprobados, o conjuntos de ventilación que sean parte integral de un aparato sellado. Los aparatos de combustión a gas deben estar ventilados conforme a las especificaciones de los Capítulos 36 y 37.

3801.2 Requerimientos para el tiro. Cualquier sistema de ventilación debe satisfacer los requerimientos de tiro del aparato especificados en las instrucciones de instalación del fabricante y debe estar construido e instalado para desarrollar un flujo positivo que conduzca los productos de la combustión a la atmósfera exterior.

3801.3 Chimeneas y respiraderos existentes. Cuando un aparato esté desconectado, o conectado de una chimenea o respiradero existente durante el proceso de una nueva instalación, dicha chimenea o respiradero debe cumplir las especificaciones de las Secciones 3801.3.1 hasta 3801.3.4.

3801.3.1 Tamaño. Las chimeneas o respiraderos deben estar sobredimensionadas tomando en cuenta la necesidad de controlar la condensación de los gases de combustión en el interior de la chimenea o respiradero y para proveer al aparato o aparatos al / a los que sirve(n), del tiro requerido. Para la ventilación de aparatos alimentados de combustión de petróleo a chimeneas de mampostería, el sobredimensionamiento debe hacerse de acuerdo a las especificaciones de la normatividad nacional. (Para mayor información consúltese las especificaciones de NFPA 31).

3801.3.2 Flujo de los gases de combustión. El flujo de los gases de combustión por el sistema debe estar libre de obstrucciones y de depósitos de combustible y debe limpiarse si previamente ha sido utilizado para ventilación de un aparato de combustión de sólidos o líquidos o de un hogar. El revestimiento del ducto de humo, el muro interno de la chimenea o el muro interior del respiradero deben ser continuos y estar libres de grietas, aberturas, perforaciones o cualquier otro tipo

de daño o deterioro que pudiera permitir el escape de productos de la combustión, incluyendo gases, humedad y cochambre.

3801.3.3 Abertura para la limpieza. Las chimeneas de mampostería deben estar provistas de una abertura para limpieza.

3801.3.4 Espacios libres. Las chimeneas o respiraderos deben tener un espacio de aire libre para los combustibles conforme a este CEV y a las instrucciones de instalación del fabricante de la chimenea o respiradero.

Excepción: a las chimeneas de mampostería equipadas con un sistema de revestimiento enyesado y certificado para su instalación en chimeneas en contacto con combustibles que cumplan las especificaciones UL 1777 y que estén instalados de acuerdo a las instrucciones del fabricante, no se les debe requerir que tengan un espacio libre entre los materiales combustibles y las superficies exteriores de la chimenea de mampostería. Debe proveerse de bloqueo antifuego según las especificaciones de este CEV.

3801.4 Espacio que rodea el revestimiento. El espacio que rodea al sistema de revestimiento del ducto de humo u otro respiradero instalados dentro de una chimenea de mampostería no debe ser utilizado como respiradero de otro aparato. Esto no debe impedir la instalación de un revestimiento de ductos de humo separado acorde a las instrucciones de instalación del fabricante y a este Código.

3801.5 Sistemas de tiro mecánico. Cualquier sistema de tiro mecánico debe ser utilizado sólo con aparatos certificados y sellados para dicho uso. Deben tomarse las medidas necesarias para impedir el flujo de combustible al equipo cuando el sistema de tiro no esté en funcionamiento. Los sistemas de tiro forzado y todas las partes de sistemas de tiro inducido bajo presión positiva durante el funcionamiento deben ser diseñados y estar instalados de manera de evitar fugas de combustión dentro de edificación.

3801.6 Aparatos de ventilación directa. Los aparatos de ventilación directa deben instalarse de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.

3801.7 Penetración de los ductos. Las chimeneas, respiraderos y conectores de respiradero no deben extenderse dentro ni atravesar los ductos o plenos de suministro o retorno de aire.

3801.8 Bloqueo antifuego. Las instalaciones de ventilación y chimeneas deben tener bloqueos anti-fuego acorde a las especificaciones de los fabricantes. *(Para una información completa consulte la Sección R602.8. del Código Internacional Residencial del ICC).*

3801.9 Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas en cualquier sistema de ventilación deben estar cerradas o cubiertas.

3801.10 Sistemas de ventilación de múltiples ventiladores. Dos o más equipos de ventilación conectados a un sistema común de ductos de tiro natural deben cumplir los siguientes requerimientos:

1. Los aparatos que estén conectados a sistemas comunes de ventilación deben estar localizados en el mismo piso de la vivienda.
2. Las entradas a sistemas comunes de ventilación deben estar compensadas de tal manera que ninguna parte de una entrada esté enfrente de otra entrada.
3. Los conectores que sirven a un aparato que funciona debajo de un tiro natural no deben estar conectados a ninguna parte de un sistema de tiro mecánico que funcione bajo presión positiva.

3801.11 Combustibles sólidos múltiples prohibidos. Cualquier aparato u hogar de combustión de sólidos no debe estar conectado a un ducto de chimenea que ventile a otro aparato.

SECCIÓN 3802 COMPONENTES DE LOS RESPIRADEROS

3802.1 Campanas de tiro. Las campanas de tiro deben estar ubicadas en la misma habitación o espacio en que se ubiquen las aberturas de aire de combustión de los aparatos.

3802.2 Reguladores de tiro de los respiraderos. Los reguladores de tiro de los respiraderos deben cumplir las especificaciones de las Secciones 3802.2.1 y 3802.2.2.

3802.2.1 Operación manual. Deben instalarse reguladores de tiro de operación manual, excepto en las conexiones o chimeneas que sirvan a aparatos de combustión de sólidos.

3802.2.2 Operación automática. Los reguladores de tiro de operación automática deben cumplir con las especificaciones de los fabricantes y deben instalarse de acuerdo con lo que señalen los términos de su certificación tomando además en cuenta las indicaciones de placa de este dispositivo. La instalación debe impedir el encendido

del quemador cuando el regulador de tiro no esté abierto en una posición segura.

3802.3 Reguladores de tiro automáticos. Deben suministrarse reguladores de tiro automáticos para los aparatos de combustión de combustible líquido que requieren estar conectados a una chimenea. Los reguladores de tiro automáticos que se provean para los aparatos de combustión de sólidos, para reducir la intensidad del tiro deben instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

3802.3.1 Ubicación. En los casos en que se requiera, los reguladores de tiro automáticos deben instalarse en el mismo cuarto que el aparato para que no haya diferencia de presión entre el aire en el regulador y el aire de suministro para combustión.

SECCIÓN 3803 CONECTORES DE CHIMENEAS Y RESPIRADEROS

3803.1 Consideraciones generales. Los conectores deben ser utilizados para conectar a los aparatos de combustión a una chimenea o respiradero vertical, excepto en los casos en que la chimenea o el respiradero estén directamente adosados al aparato

3803.2 Conexiones para aparatos de combustión de combustible líquido y combustibles sólidos. Las conexiones para los aparatos de combustión de combustible líquido y combustibles sólidos deben construirse con el material de las chimeneas prefabricadas, material de respiradero de Tipo L, o ser tuberías rígidas metálicas de pared única, resistentes a la corrosión y al calor y con un espesor no inferior al del acero galvanizado especificado en la Tabla 3803.2.

TABLA 3803.2. ESPESOR PARA LOS CONECTORES DE TUBERÍA RÍGIDA METÁLICA DE PARED ÚNICA.

Diámetro del conector (Milímetros)	Número de calibre de la lámina metálica galvanizada	Espesor mínimo (Milímetros)
Menos de 152,4	26	0,4826
152,4 a 254,0	24	0,6096
Más de 254,0 hasta 406,4	22	0,7366

3803.3 Instalación. Los conectores de respiraderos y chimeneas deben estar instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante y dentro del espacio en el que el aparato esté ubicado. Los aparatos deben ubicarse lo más cerca posible del respiradero

o chimenea. Los conectores deben ser lo más cortos y derechos que sea posible y estar instalados con una pendiente de no más de 6.4 mm (¼ pulg) de elevación por 1 m de tendido. Los conectores deben estar soportados en forma segura y las juntas deben fijarse con tornillos o remaches para chapa de metal. No deben instalarse dispositivos que obstruyan el flujo de los gases de combustión en un conector a menos que estén certificados y sellados o aprobados para tales instalaciones.

3803.3.1 Penetración en pisos, plafones y muros.

Un conector de chimenea o de respiradero no debe atravesar ningún piso o plafón. Un conector de chimenea o de respiradero no debe pasar a través de un muro o tabique a menos que el conector cuente con certificado y sello para atravesar un muro y se instale de acuerdo con las condiciones de su certificación y sello. Los conectores para aparatos de combustión de petróleo especificados y sellados para respiraderos Tipo L, que atraviesen muros o tabiques, deben cumplir con lo siguiente:

1. El material para respiradero Tipo L para aparatos de combustión de combustible líquido no puede ser instalado con espacios libres menores que los certificados y sellados para el material combustible.
2. Las tuberías rígidas metálicas de una pared deben ser protegidas por una camisa ventilada de metal con un diámetro de no menos de 102 mm (4 pulg.) mayor que el del conector del respiradero. Se debe mantener un espacio libre mínimo de 152 mm (6 pulg.) entre la camisa y los combustibles.

3803.3.2 Longitud. El tramo horizontal de un conector sin aislar hasta una chimenea de tiro natural no debe exceder el setenta y cinco por ciento (75%) de la altura de la parte vertical de la chimenea que está por encima del conector. El tramo horizontal de un conector certificado a una chimenea de tiro natural no debe exceder el cien por ciento (100%) de la altura de la parte vertical de la chimenea que está sobre el conector.

3803.3.3 Tamaño. Un conector no debe ser más pequeño que el collarín del aparato

Excepción: En los casos en que sea instalado de acuerdo con las instrucciones de instalación del aparato.

3803.3.4 Espacio libre. Los conectores deben instalarse con un espacio libre respecto a los combustibles tal como se establece en la Tabla 3803.3.4.

3803.3.5 Acceso. Un conector debe permitir en toda su longitud el acceso para su inspección, limpieza y reemplazo.

TABLA 3803.3.4 ESPACIOS LIBRES DE CONECTORES DE CHIMENEAS Y RESPIRADEROS A MATERIALES COMBUSTIBLES.

TIPO DE CONECTOR	ESPACIO LIBRE MÍNIMO (centímetros)
Conectores de tubería metálica rígida de pared única:	
Aparato de combustión de petróleo y combustibles sólidos	45,72
Aparatos de combustión de petróleo certificados para uso con respiraderos Tipo L.	22,86
Conectores de tubería de respiraderos Tipo L:	
Aparatos de combustión de petróleo y combustibles sólidos	22,86
Aparatos de combustión de petróleo certificados para uso con respiraderos de Tipo L	7,62 ^[b]

^[b] Cuando se utilicen tuberías de respiraderos certificados Tipo L, los espacios libres deben estar acorde con la certificación del respiradero.

3803.4 Conexiones al ducto de humo de hogares.

La conexión de los aparatos a los ductos de humo de una chimenea que sirve a hogares debe cumplir con las especificaciones de las Secciones 3803.4.1 hasta 3803.4.4.

3803.4.1 Cerramientos y accesibilidad. Debe proveerse un sellador no combustible debajo del punto de conexión para impedir el ingreso de aire de la habitación dentro del ducto de humo. Deben suministrarse los medios de acceso al ducto de humo para su inspección y limpieza.

3803.4.2 Conexiones a ductos de humo de hogares prefabricados. No se debe conectar un aparato diferente a un ducto de humo que sirva a un hogar prefabricado a menos que dicho aparato haya sido certificado específicamente para tal instalación. La conexión debe realizarse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante del aparato.

3803.4.3 Conexiones a ductos de humo de hogares de mampostería. Un conector debe extenderse desde el aparato hasta el ducto de humo que sirve a un hogar de mampostería de manera tal que los gases de combustión sean conducidos directamente dentro del ducto de humo. El conec-

tor debe ser accesible o removido para permitir la inspección o la limpieza tanto de la conexión como del ducto de humo. Los dispositivos de conexión directa certificados deben instalarse de acuerdo a su certificación.

3803.4.4 Dimensiones del ducto de humo. Las dimensiones del ducto de humo del hogar deben cumplir las especificaciones de la Sección 3805.3.1.

SECCIÓN 3804 RESPIRADEROS

3804.1 Tipos de respiraderos requeridos. Los aparatos deben estar provistos de un sistema de ventilación certificado y sellado según especifique el fabricante y en caso de ser un aparato de combustión de petróleo certificado se debe utilizar un respiradero tipo L.

3804.2 Terminaciones. Las terminaciones de los respiraderos deben cumplir con las especificaciones de las Secciones 3804.2.1 hasta 3804.2.6.

3804.2.1 Ductos que atraviesan los techos. Los respiraderos que atraviesan un techo deben extenderse a través de las contratapas y estar terminados de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

3804.2.2 Recubrimientos decorativos. No deben instalarse recubrimientos decorativos en la terminación de los respiraderos a menos que dichos recubrimientos hayan sido certificados y sellados para su uso con un sistema de ventilación específico y estén instalados de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

3804.2.3 Aparatos con tiro natural. Los respiraderos para aparatos de tiro natural deben terminar al menos 1,524 m (5 pies) por encima del orificio de salida del aparato conectado a la mayor altura y los respiraderos de gas de tiro natural que le sirvan a los calefactores de muro deben terminar en una elevación de por lo menos 3,658 m (12 pies) por encima de la parte inferior del calefactor.

3804.2.4 Respiraderos de tipo L. Los sistemas de ventilación de Tipo L deben cumplir las especificaciones señaladas del fabricante. Dichos respiraderos deben terminar con un sombrerete según las instrucciones de instalación del fabricante, a no menos de 610 mm (2 pies) por encima del techo y no menos de 610 mm (2 pies) por encima de cualquier parte de la edificación dentro de un radio de 3.048 m (10 pies).

3804.2.5 Terminaciones para los sistemas de ventilación directa. Las terminales de respirade-

ros de aparatos de ventilación directa deben ser instaladas de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.

3804.2.6 Sistemas de tiro mecánico. Los sistemas de tiro mecánico deben ser instalados de acuerdo a su certificación, a las instrucciones de instalación del fabricante y con la excepción de los aparatos de ventilación directa, a los siguientes requisitos:

1. La terminal del respiradero debe estar ubicada a no menos de 914 mm (3 pies) sobre la entrada de aire forzado localizada dentro de los 3,048 m (10 pies).
2. La terminal del respiradero debe estar ubicada a no menos de 1,219 m (4 pies) por debajo, 1,219 m (4 pies) en horizontal desde, o 305 mm (12 pulgadas) por encima de cualquier puerta, ventana o entrada de aire de gravedad dentro de una vivienda.
3. El punto de terminación del respiradero no debe estar ubicado más cerca o a menos de 914 mm (3 pies) de una esquina interior formada por dos muros perpendiculares entre sí.
4. La parte inferior de la terminal del respiradero debe estar ubicada al menos 305 mm (12 pulgadas) por encima del nivel de piso terminado.
5. La terminación del respiradero no debe estar montada directamente sobre o dentro de los 914 mm (3 pies) en horizontal desde un respiradero de tanque de petróleo o medidor de gas.
6. La terminación de un respiradero de potencia debe estar localizada a no menos de 3,048 m (10 pies) de los límites de los lotes y edificaciones contiguos.

3804.3 Instalación. Los respiraderos de tipo L deben estar instalados de acuerdo con las especificaciones y sello y a las instrucciones de instalación del fabricante.

3804.3.1 Tamaño de los sistemas de ventilación de aparatos únicos. Cualquier respiradero individual para un aparato único debe tener un área transversal igual a o mayor que, el área del conector al aparato, pero no menor de 4515 mm² con excepción de los casos en donde la respiración sea parte integral de un aparato certificado y sellado.

SECCIÓN 3805 CHIMENEAS DE MAMPOSTERÍA Y PREFABRICADAS

3805.1 Consideraciones generales. Las chimeneas de mampostería y las chimeneas prefabricadas de-

ben estar construidas e instaladas de acuerdo a las especificaciones de las Secciones 3803 respectivamente. El revestimiento de los ductos de humo para las chimeneas de mampostería debe cumplir con las especificaciones de la Sección 3804.

3805.2 Conexiones de chimeneas de mampostería.

Un conector de chimenea debe penetrar a la chimenea de mampostería no menos de 152 mm (6 pulgadas) por encima de la parte inferior de la chimenea. Donde no sea posible colocar la entrada del conector a menos de 152 mm (6 pulgadas) sobre la parte inferior del ducto de humo de la chimenea, debe de suministrarse una abertura de limpieza por medio de una T tapada en el conector junto a la chimenea. Un conector que penetre la chimenea de mampostería debe extenderse a través de, pero no más allá del muro y debe estar al ras con la cara interior del material de revestimiento. Cuando se deban utilizar conexiones o camisas, deben estar firmemente ligadas con cemento dentro de la mampostería.

3805.3 Tamaño de los ductos de humo de las chimeneas. El área efectiva del ducto de humo de una chimenea de tiro natural para un aparato no debe ser menor que el área del conector del aparato. Los ductos de humo de las chimeneas conectados a más de un aparato no deben ser menores que el área del conector mayor más el cincuenta por ciento (50%) de las áreas de los conectores de la chimenea adicional.

3805.3.1 Tamaño de los ductos de humo de chimeneas para aparatos de combustión de sólidos.

A menos que se especifique de otra manera en las instrucciones de instalación del fabricante, el área de la sección transversal de un ducto de humo conectado a un aparato de combustión de sólidos no debe ser menor que el área del collarín del ducto de humo o conector y no mayor que tres veces el área del collarín del ducto de humo.

CAPÍTULO 39 - SISTEMAS SOLARES

SECCIÓN 3901 SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR

3901.1 Consideraciones generales. En esta sección se establecen las especificaciones, instalación, modificación y reparación de equipos y sistemas, que utilizan la energía solar para suministrar calefacción y refrigeración de espacios, calefacción por agua caliente y calefacción de albercas o piscinas.

Los sistemas de calentamiento de agua cuya fuente de energía sea la radiación solar, cuenten o no con un respaldo con fuente de energía convencional (gas LP, gas natural o eléctrico), deben cumplir las especificaciones del Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica en Vivienda (DTESTV) de la Conuee (aprobado el 25 de octubre de 2011 y publicado el 23 de noviembre de 2011).

3901.2 Instalación. La instalación de sistemas de energía solar debe dar cumplimiento a las especificaciones de las Secciones 3901.2.1 hasta 3901.2.9 y a los establecido en la NMX-ES-003-NORMEX-2008

3901.2.1 Accesos. Los colectores, controles, reguladores de tiro, ventiladores, sopladores y bombas de energía solar deben instalarse de manera que faciliten el acceso para su inspección, mantenimiento y reemplazo.

3901.2.2 Colectores instalados sobre el techo. El techo debe construirse para soportar las cargas impuestas por los colectores solares colocados sobre el mismo. Los colectores solares montados sobre techos que sirven como revestimientos de techos deben cumplir con los requisitos especificados para los revestimientos de techos de este CEV. Si los colectores se instalan sobre los revestimientos de techo o por encima de los mismos, los colectores y la estructura de apoyo deben estar contruidos con materiales incombustibles o madera tratada para hacerla ignífuga equivalentes a los requeridos para la construcción de techos.

3901.2.3 Alivio de presión y temperatura. Los componentes del sistema que contienen fluidos deben estar protegidos con válvulas de alivio de presión y temperatura. Los dispositivos de alivio deben instalarse en secciones del sistema ubicadas de tal modo que ninguna otra sección pueda ser cerrada por una válvula o aislada del dispositivo de alivio.

3901.2.4 Alivio de vacío. Los componentes del sistema que pudieran estar sometidos a caída de

presión por debajo de la presión atmosférica durante la operación o paralización de la misma, deben estar protegidos con una válvula de alivio de vacío.

3901.2.5 Protección contra el congelamiento. Los componentes del sistema deben estar protegidos contra los daños que resultaran del congelamiento de los líquidos de transferencia de calor a la temperatura de diseño invernal. La protección contra el congelamiento debe estar dispuesta por medio de calentamiento, aislamiento, masa térmica y fluidos de transferencia de calor con punto de congelamiento inferior a la temperatura de diseño invernal, cinta térmica o cualquier otro medio aprobado, o la combinación de ellos.

Excepción: En los casos en que la temperatura de diseño invernal sea superior a 0 °C (32°F).

3901.2.6 Tanques de expansión. Los tanques de expansión en los sistemas de energía solar deben instalarse conforme a la normatividad nacional en lazos cerrados de fluido que contienen líquidos para la transferencia de calor.

3901.2.7 Penetración en techos y muros. Las penetraciones en techos y muros deben contar con contratapas y deben estar selladas para impedir el ingreso de agua, roedores e insectos.

3901.2.8 Aislamiento de circuitos solares. Deben instalarse válvulas para permitir que los colectores solares puedan ser aislados del resto del sistema. Cada válvula de aislamiento debe estar rotulada para indicar la posición de apertura y de cierre.

3901.2.9 Límites de temperatura máxima. Los sistemas deben estar equipados con medios para poder limitar la temperatura máxima del agua que entra al sistema del fluido o intercambia calor con cualquier recipiente presurizado dentro de la vivienda a 82 °C (180 °F). Esta protección es adicional a la colocación de las válvulas de alivio de temperatura y presión requeridas por la Sección 3901.2.3.

3901.3 Sellado. La etiqueta con el sello de la entidad que le otorgó la certificación debe cumplir con las Secciones 3901.3.1 y 3901.3.2.

3901.3.1 Colectores. Los colectores deben contar con certificado de cumplimiento de la NMX-ES-

001-NORMEX-2005.

3901.3.2 Unidades de almacenamiento térmico.

Las unidades de almacenamiento térmico presurizadas (colector + termotanque) deben contar con certificado de cumplimiento de la NMX-ES-004-NORMEX-2010.

3901.4 Fluidos de transferencia de calor prohibidos. Los gases y líquidos inflamables no deben ser utilizados como fluidos de transferencia de calor.

3901.5 Protección de contraflujo. Todas las conexiones provenientes del suministro de agua potable a los sistemas solares deben cumplir las especificaciones del Capítulo de Instalaciones Hidráulicas.

CAPÍTULO 40 - GAS LP

SECCIÓN 4001 CONSIDERACIONES GENERALES

4001.1 Clasificación. Las instalaciones de aprovechamiento de gas LP objeto del presente CEV se clasifican de acuerdo al aprovechamiento al que se destina el uso del gas LP, en:

4001.1.1 Clase "A". Aquella instalación o sección de una instalación destinada al aprovechamiento doméstico de gas LP.

4001.1.2 Clase "A1". Aquella sección de una instalación que alimenta a dos o más secciones Clase A que se encuentran ubicadas en el mismo inmueble o predio que el punto de abasto a las cuales se hace llegar gas LP, sin atravesar vías públicas de circulación vehicular

*

SECCIÓN 4002 PROYECTO DE INSTALACION DE APROVECHAMIENTO DE GAS LP

4002.1 Proyectos. Las instalaciones de gas de LP de las clases A y A1 con capacidad de almacenamiento de hasta 5 000 L o menores, deben de contar con un proyecto (planos y memorias técnico-descriptivas).

4002.2 Planos. Los planos de las instalaciones gas de LP de las clases A y A1 deben de contar con un diagrama isométrico a 30°, sin escala, a línea sencilla y un informe en el mismo que contenga como mínimo lo siguiente:

- a) Nombre del desarrollador o usuario; en caso de que aplique, y el domicilio de la instalación, indicando: calle y número exterior e interior, si así es requerido; manzana y/o lote, colonia, código postal, delegación o municipio, ciudad y estado.
- b) Ubicación del desarrollador, en caso de que aplique.
- c) Localización del (los) recipiente (s) y clase de la instalación.
- d) Capacidad del (los) recipiente(s).
- e) Capacidad y presión de servicio nominal del (los) regulador(es) de presión que se usen en la instalación.
- f) Descripción técnica de las características del sistema de alta presión regulada, si existe.
- g) Características de los accesorios de medición, control y seguridad de la instalación, si existen.

h) Tipo de tuberías usadas en: tuberías de llenado, tuberías de vapor en alta presión (si es requerido) y de tubería de servicio en baja presión; con indicación de diámetros y longitudes de tuberías.

i) Datos de las tuberías: si son visibles, ocultas en muros o subterráneas.

j) En caso de que las tuberías requieran sujeción o protección especial, indicarlo.

k) Características de los aparatos de consumo: tipo, gasto y localización.

l) Resultado del cálculo por tramos de la línea de máxima caída de presión.

m) Descripción de la simbología utilizada.

n) Nombre y firma del ingeniero que proyecte, con su número de cédula profesional, adjuntando copia de la misma.

4002.3 Memoria técnico - descriptiva. La memoria técnico-descriptiva de las instalaciones de gas de LP de la clase A, a petición de parte; y las de clase A1 con capacidad de almacenamiento de hasta 5 000 L o menores debe de contener:

a) Clase de la instalación.

b) Nombre del desarrollador o usuario; en caso de que aplique, y el domicilio de la instalación, indicando: calle y número exterior e interior, si así es requerido; manzana y/o lote, colonia, código postal, delegación o municipio, ciudad y estado.

c) Ubicación del desarrollador, en caso de que aplique.

f) Especificaciones de diseño de la instalación y resultado del cálculo del diámetro de las tuberías.

g) Localización y capacidad de los recipientes que se proyecte instalar, indicando sus accesorios, zona de protección, en caso de que aplique, distancias de acuerdo con esta Norma, capacidad de vaporización de los recipientes. Iguales datos para el vaporizador, si se proyecta su uso.

h) Resultado del cálculo para determinar la capacidad del vaporizador, si se proyecta su uso.

i) Resultado del cálculo de la vaporización que proporcione(n) el (los) recipiente(s).

j) Presión de salida y capacidad de los reguladores, así como la presión a la que deben funcionar los aparatos de consumo.

- k) Resultado del cálculo por tramos de la línea de máxima caída de presión.
- l) Descripción de los aparatos de consumo, tipo y gasto.
- m) Descripción del sistema empleado para desalojar los gases de la combustión de gas LP, en caso de que aplique.
- n) Nombre y firma del ingeniero que proyecte, con su número de cédula profesional, adjuntando copia de la misma.

4002.4 Dictaminación. Todos los proyectos e instalaciones de aprovechamiento de gas LP, nuevas o ya construidas del tipo A1 deben contar con dictamen de cumplimiento de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada en la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, Instalaciones de aprovechamiento de gas LP. Diseño y construcción 2004, o aquella que la sustituya, basado en el Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad, incluido en esta norma. De igual forma las instalaciones de la clase A, nuevas o ya construidas pueden contar con dicho dictamen a petición de parte.

4002.5 Generalidades de producto. Para las instalaciones de aprovechamiento de gas LP, cuando se utilicen productos, de origen nacional o extranjero para los cuales existan normas oficiales mexicanas, y que formen parte de la instalación de aprovechamiento, éstos deberán cumplir con las que les correspondan. En caso de no existir norma para algún producto, se estará a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Su instalación debe hacerse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

4002.6 Reglamentación. Además de lo indicado en este capítulo, las instalaciones de gas LP a proyectarse y construirse tienen que regirse por la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004 en todas sus partes.

SECCIÓN 4003 RECIPIENTES

4003.1 Recipientes portátiles y no portátiles para almacenar gas LP. Los recipientes para el almacenamiento y suministro de gas LP empleados en la vivienda son los recipientes portátiles (los denominados comúnmente como cilindros), y los recipientes no portátiles (los denominados comúnmente como tanques estacionarios) fabricados conforme a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables vigentes respectivamente.

4003.2 Referencias para recipientes de almacenamiento. Los recipientes para el almacenamiento y

suministro de gas LP deben cumplir con las siguientes normas:

Recipientes portátiles:

NOM-011/1-SEDG -1999

Recipientes no portátiles:

NOM-009-SESH-2011

4003.3 Ubicación. La ubicación de los recipientes se hará de acuerdo al tipo de recipiente requerido y presentado en el proyecto, para la alimentación de los aparatos de consumo de la instalación de aprovechamiento, ya sean estos recipientes portátiles o recipientes no portátiles, y tendrá que apegarse a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, en lo referente al Apartado 6.1 Recipientes, y sus indicados numerales consecutivos aplicables a recipientes.

SECCIÓN 4004 TUBERÍAS

4004.1 Clasificación. De acuerdo a su función, las tuberías de una instalación gas LP se clasifican de la siguiente manera:

- a) De llenado.
- b) De servicio.
- c) Que conducen gas LP en fase líquida.
- d) Que conducen gas LP en fase gaseosa en alta presión no regulada.
- e) Que conducen gas LP en fase gaseosa en alta presión regulada.
- f) Que conducen gas LP en fase gaseosa en baja presión regulada.

4004.2 Materiales de tuberías y conexiones para las instalaciones de gas LP. Los requisitos que deben cumplir los materiales de las tuberías y las conexiones a utilizarse en las instalaciones de aprovechamiento de gas LP en sus diferentes fases, tendrán que apegarse a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, en lo referente al Apartado 6.2.3 Requisitos para los materiales de tuberías y conexiones, y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a los materiales de tuberías y conexiones para instalaciones de gas LP

4004.3 Instalación de tuberías. La instalación de las tuberías que conducen gas LP para instalaciones de aprovechamiento, la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, clasifica estas tuberías de

acuerdo con su ubicación en: tuberías visibles, enterradas, ocultas, en trinchera y subterráneas.

Los requisitos que se deben cumplir para la instalación de tuberías que conducirán gas LP de acuerdo a su ubicación, tendrán que apegarse a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDEG-2004, en lo referente al Apartado 6.2.5.1 Requisitos generales, y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a la instalación de tuberías.

4004.3.1 Tuberías de servicio para conducir gas LP en baja presión regulada. Las tuberías que se utilicen en las instalaciones de aprovechamiento que conducirán gas LP en baja presión regulada, tendrán que apegarse a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDEG-2004, en lo referente al Apartado 6.2.5.5 Requisitos para la instalación de tuberías de servicio para conducir gas LP en baja presión regulada, y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a tuberías de servicio para conducir gas LP en baja presión regulada.

4004.3.2 Tuberías de servicio para conducir gas LP en baja alta presión regulada. Las tuberías que se utilicen en las instalaciones de aprovechamiento que conducirán gas LP en alta presión regulada tendrán que apegarse a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDEG-2004, en lo referente al Apartado 6.2.5.6 Requisitos para la instalación de tuberías de servicio para conducir gas LP en alta presión regulada, y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a tuberías de servicio para conducir gas LP en alta presión regulada.

4004.3.3 Tuberías de llenado. La instalación de tuberías de llenado para recipientes no portátiles (los denominados comúnmente como tanques estacionarios), se tendrá que llevar a cabo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDEG-2004, en lo referente al Apartado 6.2.5.7 Requisitos para la instalación de tubería de llenado y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a tuberías de llenado.

4004.3.4 Tuberías de llenado múltiple. En el caso de que la instalación de almacenamiento de gas LP, requiera ser abastecida por medio de una tubería de llenado múltiple, se tendrá que llevar a cabo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDEG-2004, en lo referente al Apartado 6.2.5.8 Requisitos para la instalación de tuberías de llenado múltiple y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a tuberías de llenado múltiple.

4004.3.5 Accesorios para las tuberías de llenado. Las tuberías de llenado deben tener los siguientes accesorios:

- a) Una válvula de cierre manual para una presión de cuando menos 2,73 MPa (27,838 kgf/cm²), junto al acoplador de la válvula de llenado del recipiente. En ningún caso al recipiente se le debe de quitar la válvula de llenado.
- b) Una válvula de globo para una presión de trabajo de 2,73 MPa (27,838 kgf/cm²) y una válvula de llenado, en la boca de la toma.
- c) Una válvula de relevo hidrostático entre las dos válvulas de cierre manual, colocada en la parte más alta de la tubería, cuya calibración de apertura debe ser de 2,61 MPa (26,615 kgf/cm²) como mínimo. No se permite el uso de válvulas de servicio para esta aplicación.
- d) En ningún caso se permite utilizar en la tubería de llenado válvulas que se usen para recipientes portátiles.
- f) No se permite la colocación de desfuegos o purgas en las tuberías de llenado.

4004.3.6 Identificación de las tuberías que conducen Gas L.P. Para su identificación, las tuberías deben pintarse con los siguientes colores:

Gas L.P. en estado de vapor: color amarillo

Gas L.P. en estado líquido: color amarillo con bandas blancas

Las bandas de color se colocarán de acuerdo a lo establecido con la NOM-026-STPS-2008.

Como mínimo, deben pintarse de color blanco los 30 cm posteriores a la boca de la toma de llenado.

SECCIÓN 4005 VÁLVULAS

4005.1 Válvulas para gas LP Los requisitos que deben cumplir los materiales de las válvulas que se colocarán en las tuberías que conducirán gas LP en sus diferentes fases, tendrán que apegarse a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDEG-2004, en lo referente al Apartado 6.2.4 Especificaciones para los materiales de las válvulas en tuberías, y sus indicados numerales consecutivos aplicables a válvulas para gas LP.

SECCIÓN 4006 MEDIDORES VOLUMÉTRICOS

4006.1 Requisitos generales. El uso de medidores volumétricos de gas LP es optativo. Los medidores deben estar soportados adecuadamente. Se deben

instalar en sitios de libre acceso. Se deben instalar de tal manera que las operaciones de lectura y mantenimiento se lleven a cabo en forma segura.

4006.2 Medidores en fase vapor. Se permite instalarlos en el interior de construcciones, únicamente en sitios con ventilación natural. Se deben instalar precedidos por una válvula individual de cierre de operación manual.

Cuando se instalen medidores en forma individual, cada uno debe de ir precedido por una válvula de cierre para candado con el fin de que si la vivienda no está en uso o no se han colocado los aparatos de consumo de la instalación, se cierre el servicio para prevenir accidentes, hasta la entrega al usuario.

Cuando se instalen en grupos de dos o más medidores, cada grupo debe estar precedido de una válvula de seccionamiento tipo globo o de cierre rápido.

4006.3 Medidores en fase líquida. Se deben instalar en sitios con ventilación natural, a la intemperie o bajo cobertizo. Queda prohibido instalarlos en el interior de construcciones. Se deben instalar precedidos y seguidos por una válvula individual de cierre de operación manual.

SECCIÓN 4007 REGULADORES DE PRESIÓN

4007.1 Especificaciones generales. La presión de servicio, a cero caudal demandado, de los reguladores de baja presión debe ser de 3.236 kPa (0.033 kgf/cm²) como máximo.

Toda instalación de aprovechamiento debe contar al menos con un regulador de presión. En caso de tener más de un recipiente conectados en paralelo, se puede instalar un regulador por cada recipiente o un solo regulador que reciba la alimentación de todos ellos.

Cuando se opte por tener un solo regulador que reciba la alimentación de todos los recipientes conectados en paralelo, a la salida de cada recipiente debe existir una válvula de exceso de flujo, seguida de una válvula de corte de acción manual. Para la colocación de las válvulas de exceso de flujo, no se permite retirar la válvula de servicio cuando ésta lleve integrado el indicador de máximo nivel de llenado permisible.

Debe instalarse una válvula de cierre de operación manual antes de la entrada del regulador a no más de 0.25 m del mismo.

El diafragma de los reguladores de presión que reciban Gas L.P. proveniente de un vaporizador debe

ser adecuado para resistir la temperatura a la cual el Gas L.P. sale del vaporizador.

Se debe contar con manómetro que indique la presión de salida de los reguladores que descargan en alta presión regulada, colocado en el cuerpo del regulador o en la tubería a no más de 0.10 m de éste, precedido en su instalación por una válvula de aguja.

4007.2 Ubicación. Los reguladores de primera etapa y todos aquellos que no tengan conexión roscada para venteo, se deben ubicar a la intemperie.

No se permite la instalación de reguladores en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimenea, cisternas, cimientos, huecos formados por plafones, cajas de cimentación, registros eléctricos o electrónicos.

Cuando el regulador se ubique en recintos cerrados, se debe instalar un tubo que conecte mediante rosca la ventila del regulador con la atmósfera, a fin de que el desfogue se haga a un lugar seguro.

4007.3 Conexión del regulador a los recipientes. Cuando en la instalación se use regulador de una sola entrada, éste debe conectarse directamente a la válvula de servicio del recipiente portátil mediante una conexión "POL".

Cuando se use un regulador con entrada doble, las conexiones con las válvulas de servicio de los recipientes portátiles, deben hacerse mediante conexión flexible que cumpla con la NOM-014-SESH-2013 o la que la sustituya.

Si se tiene un regulador con doble entrada, conectado a un solo recipiente portátil, la abertura no utilizada debe obturarse con tapón roscado, de tal forma que asegure su hermeticidad.

SECCIÓN 4008 APARATOS DE CONSUMO

4008.1 Especificaciones generales. La menor presión de gas LP en los orificios de las espreas de aparatos que trabajan en baja presión regulada debe ser de 2.24 kPa (0.023 kgf/cm²).

Los aparatos de consumo deben instalarse en lugares que cuenten con ventilación natural permanente. La medida del orificio de las espreas fija de los quemadores de los aparatos de consumo, debe ser la adecuada para su uso con gas LP.

Cuando los aparatos de consumo se instalen en lugares cerrados, es obligatorio instalar chimeneas con tiro directo, natural o forzado para desalojar al exterior los gases de la combustión y proveer los medios

adecuados para permitir la entrada permanente de aire del exterior.

Se debe colocar una válvula de cierre de operación manual antes de cada aparato de consumo localizada de forma visible en el mismo nivel arquitectónico que los aparatos de consumo, claramente identificable y de fácil acceso para su operación.

Si los aparatos de consumo fijos, tales como hornos empotrados, calentadores de agua, cocinas integrales, etc., se conectan con tubo flexible, éste no debe exceder de 1.50 m.

4008.2 Calentadores para agua. No se permite instalar calentadores para agua en el interior de cuartos de baño, recámaras o dormitorios. La localización de estos aparatos se debe efectuar a la intemperie o en sitios con ventilación permanente. Cuando no queden a la intemperie, deben de contar con chimenea que descargue los gases de combustión al exterior.

4008.3 Calefactores. Los que se usen para calentar recámaras o dormitorios, deben ser del tipo ventilado, cuyo diseño permita desalojar al exterior los gases de combustión y deben quedar instalados de forma permanente, mediante un rizo de tubo de cobre flexible con longitud no mayor de 1.50 m. Los calefactores móviles se deben conectar mediante manguera con una longitud máxima de 2.50 m

4008.4 Estufas y Secadoras Se deben conectar mediante un rizo de tubo de cobre flexible con longitud no mayor de 1.50 m.

SECCIÓN 4009 CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS DE TUBERÍAS DE GAS LP

4009.1 Consideraciones generales. Los diámetros de las tuberías para suministrar el gas LP a la instalación de aprovechamiento, deben ser los adecuados de forma que provean un volumen de consumo de gas suficiente, para cumplir con demanda de todos los aparatos de consumo de la instalación y sin pérdidas de presión y flujo, desde el punto de abasto hasta el último aparato de consumo de la instalación. Para efectos de lo anterior, por punto de abasto se entiende el punto de la instalación de aprovechamiento donde se recibe el gas LP, o la salida del medidor volumétrico que registra el consumo.

4009.2. Especificaciones. Con excepción de las tuberías que conducen gas LP en fase líquida y en fase vapor en alta presión no regulada, las tuberías de la instalación y sus accesorios deben dimensionarse considerando que como mínimo, por ellos circulará el caudal volumétrico demandado por todos los aparatos que esa tubería alimente, aun cuando su

operación no sea simultánea. Si el calculista elige usar un factor de sobredimensionamiento aplicado al caudal volumétrico, el factor elegido debe indicarse en la memoria de cálculo.

4009.3 Demanda de consumo. Los caudales volumétricos demandados por cada aparato, deben tomarse preferentemente de su placa de especificaciones. De no ser posible esto, se determinarán apegándose a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, en lo referente al Apartado 6.2.2.1 Especificaciones generales para el cálculo de los diámetros mínimos, y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a la demanda de consumo.

4009.4 Cálculo en baja presión. El cálculo de las tuberías para el suministro de Gas LP en baja presión regulada, se determinarán apegándose a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, en lo referente al Apartado 6.2.2.2 Especificaciones particulares para el cálculo de tuberías conduciendo gas LP en régimen de baja presión regulada., y sus indicados numerales consecutivos, aplicables al cálculo en baja presión.

4009.5 Cálculo en alta presión. El cálculo de las tuberías para el suministro de gas LP en alta presión regulada, se determinarán apegándose a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, en lo referente al Apartado 6.2.2.3 Especificaciones particulares para el cálculo de tuberías conduciendo gas LP en régimen de alta presión regulada., y sus indicados numerales consecutivos, aplicables al cálculo en alta presión.

SECCIÓN 4010 DISTANCIAS DE SEPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

4010.1 Distancias de separación. Las distancias de separación de la salida de la válvula de relevo de presión en el caso de instalaciones de aprovechamiento que usen recipientes no portátiles (los denominados comúnmente como tanques estacionarios), se determinarán apegándose a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, en lo referente al Apartado 7 Distancias mínimas de separación entre elementos de la instalación, y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a distancias de separación.

SECCIÓN 4011 PRUEBAS DE HERMETICIDAD

4011.1 Consideraciones Generales. Con excepción de las conexiones en las tuberías ocultas o subterráneas, la hermeticidad de toda conexión debe revisar-

se antes de poner la tubería en servicio. Sólo pueden ser puestas en servicio las tuberías que resulten herméticas. La hermeticidad de las conexiones en las tuberías ocultas o subterráneas debe revisarse antes de cubrir las. Para la revisión de la hermeticidad, las conexiones deben estar libres de recubrimiento y las tuberías deben presurizarse mediante un fluido compresible. La detección de las fugas puede hacerse mediante manómetro, aplicación de solución jabonosa, o detector de fugas.

Una vez que el manómetro registra la presión requerida, la fuente de presión debe desconectarse del sistema e iniciar el tiempo de prueba.

La revisión de hermeticidad se debe llevar a cabo en presencia de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada en esta Norma, quien debe incluir en su dictamen el resultado de la prueba.

La hermeticidad de la tubería se dará por aceptada si durante el tiempo de revisión no se registra disminución alguna de la presión de revisión, o no se detecta fuga.

La revisión de la hermeticidad de la conexión entre la tubería y los aparatos de consumo, debe hacerse a la presión y condiciones de operación del aparato de consumo.

4011.2 Medios. Medios utilizados para la presurización. Para todas las tuberías, el fluido para la presurización debe ser aire, dióxido de carbono (CO_2) o gas inerte. No se permite el uso de oxígeno ni de gas LP.

4011.3 Duración de la prueba. El tiempo de duración de la revisión de hermeticidad debe ser de 30 min como mínimo por cada 14 m^3 de volumen geométrico que presenten las tuberías a revisar.

4011.4 Presión para la revisión de la hermeticidad. La presión para la revisión de la hermeticidad en las instalaciones de aprovechamiento de gas LP es la siguiente:

4011.4.1 Tuberías que operan a presión regulada. Para las tuberías en alta presión regulada, la presión para la revisión de la hermeticidad debe ser entre 1.5 y 2 veces la presión de servicio nominal de la tubería que se revise. Para las tuberías en baja presión regulada, la presión manométrica para la revisión de la hermeticidad debe ser entre 3.43 y 3.92 kPa (0.035 a 0.040 kgf/cm^2).

4011.4.2 Tuberías que operan a presión no regulada. La presión para la revisión de la hermeticidad de las tuberías que manejan vapores de gas LP provenientes de la salida de un vaporizador y de aquellas que lo manejan sin un medio mecáni-

co que lo impulse debe quedar comprendida entre 0.490 MPa y 0.588 MPa (5.00 a 6.00 kgf/cm^2).

La presión para la revisión de la hermeticidad de las tuberías de llenado y otras que manejan gas LP en fase líquida debe quedar comprendida entre 0.980 MPa y 1.176 MPa (10.00 a 12.00 kgf/cm^2).

SECCIÓN 4012 PUESTA EN SERVICIO

4012.1 Equipo en funcionamiento. Solamente se permite poner en servicio y operación los aparatos de consumo después de que el sistema de tuberías ha sido probado y se haya determinado que está libre de fugas.

CAPÍTULO 41 - GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC)

SECCIÓN 4101 CONSIDERACIONES GENERALES

4101.1 Clasificación. Las instalaciones de aprovechamiento de gas natural objeto del presente CEV es:

Instalaciones tipo doméstico. Aquellas que suministran gas natural a los aparatos de consumo en instalaciones que dan servicio a todo tipo de vivienda, ya sea en forma domestica única (casa habitación) o domestica múltiple (edificios de departamentos).

4101.1 Alcance. Las instalaciones de aprovechamiento de gas natural, objeto del presente CEV son las destinadas al uso domestico.

SECCIÓN 4102 PROYECTO DE INSTALACION DE APROVECHAMIENTO DE GAS NATURAL

4102.1 Proyectos. Las instalaciones de tipo doméstico de Gas Natural, deben de contar con un proyecto (planos y memorias técnico-descriptivas) previo a la ejecución de los trabajos.

4102.2 Planos. Los planos de las instalaciones de Gas Natural tipo doméstico deben de contar con un diagrama isométrico con o sin escala y un informe en el mismo que contenga como mínimo lo siguiente:

- Nombre del desarrollador o usuario; en caso de que aplique, y el domicilio de la instalación, indicando: calle y número exterior e interior, si así es requerido; manzana y/o lote, colonia, código postal, delegación o municipio, ciudad y estado.
- Ubicación del desarrollador, en caso de que aplique.
- Se identifiquen y representen las trayectorias de las instalaciones de aprovechamiento
- El tipo de material, accesorios, longitud, diámetro de las tuberías que se proyecte usar en la instalación.
- Capacidad y presión de servicio nominal del (los) regulador(es) de presión que se usen en la instalación.
- Descripción técnica de las características del sistema de alta presión regulada, si existe.

g) Características de los accesorios de medición, control, y de seguridad de la instalación, si existen.

g) Datos de las tuberías: si son visibles, ocultas en muros o subterráneas.

h) En caso de que las tuberías requieran sujeción o protección especial, indicarlo.

i) Características de los aparatos de consumo: tipo, gasto y localización.

j) Resultado del cálculo por tramos de la línea de máxima caída de presión.

k) Descripción de la simbología utilizada.

l) Nombre y firma del ingeniero que proyecte, con su número de cédula profesional, adjuntando copia de la misma.

4102.3 Memoria técnico - descriptiva. La memoria técnico-descriptiva (Conjunto de cálculos en papel, hoja de cálculo o corrida de resultados de una aplicación particular) de las instalaciones de tipo doméstico de Gas Natural tipo deben de contener:

- Clase de la instalación.
- Nombre del desarrollador o usuario; en caso de que aplique, y el domicilio de la instalación, indicando: calle y número exterior e interior, si así es requerido; manzana y/o lote, colonia, código postal, delegación o municipio, ciudad y estado.
- Ubicación del desarrollador, en caso de que aplique.
- Espesor de pared y/o presión de trabajo con base en las condiciones de operación de los equipos de consumo (Especificaciones de diseño de la instalación y resultado del cálculo del diámetro de las tuberías).
- Trayecto de la instalación y materiales utilizados.
- Presión de salida y capacidad de los reguladores, así como la presión a la que deben funcionar los aparatos de consumo.
- Descripción de los aparatos de consumo, tipo y gasto.
- Descripción del sistema empleado para desalojar

los gases de la combustión del Gas Natural, en caso de que aplique.

- i) La caída de presión, que en el caso de instalaciones de aprovechamiento tipo doméstico, será suficiente con determinar la caída de presión en cada trayecto.
- j) Nombre y firma del ingeniero que proyecte, con su número de cédula profesional, adjuntando copia de la misma.

4102.4 Descripción de la instalación de aprovechamiento. Narrativa escrita que relate el trayecto de la tubería, ubicación de la estación de regulación y medición, ubicación de los equipos de consumo, principales consideraciones de diseño, filosofía de operación, los procesos industriales y su interrelación con el uso final del gas natural.

4102.5 Dictaminación. Todos los proyectos e instalaciones de aprovechamiento de Gas natural nuevas o ya construidas del Tipo Doméstico deben contar con Dictamen de Cumplimiento de la instalación, emitido por una Unidad de Verificación acreditada y aprobada en la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SECRE-2010, en el Apéndice 1. Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad, anexo e incluido en esta norma.

4102.6 GENERALIDADES. Las instalaciones de aprovechamiento deben diseñarse para que pueda operar bajo la máxima caída de presión permisible sin exceder la MPOP.

Para instalaciones de aprovechamiento tipo doméstico, la MPOP dentro de la casa habitación no debe exceder de 50 kPa (0.51 kgf/cm²), a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

- a) la tubería esté dentro de un cubo ventilado u otro mecanismo que prevenga la acumulación de gas natural.
- b) la tubería suministre a cuartos de caldera, equipos mecánicos u otros que requieran operar a tales condiciones de presión.

No se permite la instalación de tuberías en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimenea, lugares que atraviesen cisternas, segundos sótanos e inferiores, registros y conductos para servicios eléctricos o electrónicos, ni en el interior de juntas constructivas.

En el caso de las instalaciones de aprovechamiento tipo comercial y doméstico se debe instalar una válvula de corte antes de cada equipo de consumo (fijo o móvil); en caso de no poder colocar dicha válvula, se debe instalar una válvula que controle a todos los aparatos de la instalación. En todos los casos las válvulas de corte deben ser accesibles.

Los tubos de acero negro, conexiones, accesorios y componentes de la instalación, enterrados o sumergidos se deben proteger contra la corrosión de acuerdo con lo establecido en el Apéndice II, Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas, de la Norma NOM-003-SECRE-2011.

4102.7 Reglamentación. Además de lo indicado en este capítulo, las instalaciones de Gas Natural a proyectarse y construirse tienen que registrarse por la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SECRE-2010 Instalaciones de aprovechamiento de Gas Natural.

SECCIÓN 4103 MATERIALES DE TUBERÍAS

4103.1 Materiales para tuberías. Los requisitos que deben cumplir los materiales de las tuberías a utilizarse en las instalaciones de aprovechamiento de Gas Natural en sus diferentes fases, tendrán que apegarse a la NOM-002-SECRE-2010, en lo referente al Apartado 6.1 Tuberías, y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a los materiales para tuberías.

SECCIÓN 4104 CONEXIONES

4104.1 Conexiones. Los requisitos que deben cumplir los materiales de las conexiones a utilizarse en las instalaciones de aprovechamiento de Gas Natural en sus diferentes fases, tendrán que apegarse a la NOM-002-SECRE-2010, en lo referente al Apartado 6.2 Conexiones y accesorios, y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a los materiales de tuberías a usarse en instalaciones de Gas Natural.

SECCIÓN 4105 REGULADORES DE PRESIÓN

4105.1 Reguladores. Los requisitos que deben cumplir los reguladores a utilizarse en las instalaciones de aprovechamiento de Gas Natural en sus diferentes fases, tendrán que apegarse a la NOM-002-SECRE-2010, en lo referente al Apartado 6.3 Reguladores, aplicable a reguladores.

SECCIÓN 4106 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

4106.1 Requisitos Generales. La instalación de las tuberías que conducen Gas Natural para instalaciones de aprovechamiento, la NOM-002-SECRE-2010,

clasifica estas tuberías de acuerdo con su ubicación en: tuberías visibles, enterradas y ocultas.

Los requisitos que se deben cumplir para la instalación de tuberías que conducirán Gas LP de acuerdo a su ubicación, tendrán que apegarse a la NOM-002-SECRE-2010, en lo referente al Apartado 7.1 Requisitos generales, y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a la instalación de tuberías.

4106.1.1 Instalación de tuberías. Las tuberías enterradas deben estar a una profundidad mínima de 45 cm con respecto al nivel de piso terminado. En instalaciones residenciales este valor podrá ser de 30 cm siempre y cuando para la instalación residencial la tubería no cruce calles, andadores o caminos de paso vehicular.

Cuando se requiera un equipo de consumo especial, como quemadores móviles, mecheros o aparatos sujetos a vibración, puede utilizarse tubería flexible de cobre o tramada con conexiones roscadas, siempre que su longitud no exceda 1.5 m por cada equipo de consumo, colocando una válvula de control en la parte rígida antes del flexible, unidas con conexiones roscadas; sujetando la parte rígida con abrazaderas. La tubería de cobre flexible o conexión tramada no debe pasar a través de divisiones, paredes, puertas, ventanas, pisos, o quedar ocultas.

En los sitios donde sean previsible esfuerzos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se debe dar flexibilidad a la tubería mediante rizos, curvas u omegas.

Las tuberías que operen a presiones mayores a 689 kPa (7.03 kgf/cm²) deben localizarse de tal forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de siniestros, esto es protegiéndolas adecuadamente contra daños, fugas, etc.

No se permite ningún tipo de accesorio o unión roscada enterrado ni bridas roscadas o soldadas enterradas, a menos que éstos queden alojados en registros o se instalen en forma superficial.

En caso de que la tubería esté expuesta a daños mecánicos, ésta se deberá proteger adecuadamente, y para tubería que opere a más de 689 kPa (7.03 kgf/cm²) se deberá utilizar tubería de acero.

Cuando las tuberías crucen azoteas, pasillos o lugares de tránsito de personas, éstas deben protegerse de manera que se impida su uso como apoyo al transitar y queden a salvo de daños.

Las tuberías que tengan uniones y que atraviesen cuartos sin ventilación directa al exterior, sótanos, huecos formados por plafones, cajas de ci-

mentación, entresuelos, por abajo de cimientos y de pisos de madera o losas, deberán de estar encamisadas. El encamisado debe ser ventilado directamente al exterior por ambos extremos. Se deben seleccionar materiales adecuados cuando exista la posibilidad de que la tubería pueda sufrir daños mecánicos.

No se deberán instalar tuberías que atraviesen cubos o casetas de elevadores, cisternas, tiros de chimeneas, conductos de ventilación.

La instalación de tuberías en sótanos deberá hacerse exclusivamente para abastecer los equipos de consumo que en ellos se encuentren. Se debe instalar una válvula de cierre manual en la tubería, en un punto de fácil acceso fuera del sótano, y otra antes de cada equipo de consumo. Estas tuberías deben ser visibles. El sótano debe contar con ventilación adecuada.

Cuando las tuberías de gas compartan un mismo ducto que aloje tuberías de otros servicios, el ducto debe quedar ventilado permanentemente al exterior.

Las tuberías de gas deben quedar separadas de otros servicios conducidos mediante tuberías, racks o cables por una distancia mínima de 0.02 m, con conductores eléctricos con aislamiento con una distancia mínima de 0.03 m y con tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura con una distancia mínima de 0.05 m. Las tuberías de gas no deben cruzar atmósferas corrosivas sin protecciones adicionales.

Se deben adoptar las medidas de seguridad que se establecen en esta Norma para evitar la posibilidad de un siniestro en las instalaciones que utilicen tuberías para conducir fluidos que combinados con el gas natural pudieran representar un riesgo previsible.

Cuando los equipos de consumo no se hayan instalado, se debe bloquear la tubería destinada a conectar dichos equipos. Las tuberías se deben bloquear con tapones del tipo soldable o mecánico. En el caso de equipos con fuga, éstos no deberán ser conectados a la instalación de aprovechamiento hasta que no hayan sido reparados.

Cuando las tuberías se localicen sobre losas, se permite la instalación en firme, o bien ahogadas en la parte superior de la losa sin estar en contacto directo con el acero de refuerzo, siempre que no sea planta baja de edificios de departamentos. En casas particulares, cuando los equipos de consumo se encuentren alejados de los muros, se permite la instalación de tuberías en losas si el piso de la planta baja es firme sin celdas, cajas de cimentación o sótanos; se debe elaborar un plano

detallado para identificar la ubicación de la instalación de las tuberías.

Sólo se permite la instalación de tuberías para usos comerciales o residenciales en el interior de recintos, cuando estén destinadas a abastecer equipos de consumo. En caso contrario, deben estar encamisadas y ventiladas al exterior.

En el caso de instalaciones de tipo doméstico (incluyendo edificios), comercial e industrial, las tuberías pueden ser enterradas en patios y jardines.

Se debe efectuar una transición de polietileno a metal antes de la penetración a cualquier construcción cerrada y cualquier parte de la tubería expuesta al exterior debe estar protegida contra daños mecánicos.

La tubería visible se debe pintar en su totalidad en color amarillo. La tubería, conexiones, accesorios y componentes de acero de la instalación de aprovechamiento que estén enterrados, se deben proteger contra la corrosión de acuerdo con lo establecido en el Apéndice II, Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas, de la Norma NOM-003-SECRE-2011.

4106.1.2 Conexiones y accesorios. El abocinado y conexiones con sistema de unión a presión debe realizarse con herramental adecuado para tal fin y sólo es permisible en tubería de cobre y multicapa. Las uniones entre válvulas de control y equipos de consumo deben realizarse mediante conectores rígidos o flexibles. En caso de los conectores flexibles, éstos no deben exceder una longitud de 1.5 m. Queda prohibido el uso de mangueras para unir tramos de tubería.

4106.1.3 Dobleces. En tubería de acero y cobre rígido no se permite realizar dobleces. En tubería de cobre flexible, polietileno y multicapa PE-AL-PE los dobleces no deben presentar daño mecánico visible y su radio de curvatura mínimo deberá ser de 5 veces el diámetro exterior del tubo. Sólo se permiten dobleces con un ángulo mayor de 45° cuando la tubería se encuentre soportada en toda la extensión del dobléz por una superficie plana o, con tubería de cobre flexible, cuando se utilicen para conectar un aparato de consumo de gas. En todos los casos, el dobléz debe realizarse sin aplicación de fuentes térmicas a la tubería y realizarse con herramental adecuado para tal fin.

4106.1.4 Sujeciones. Cuando se soporte la tubería, se deben utilizar placas adecuadas para evitar penetrar, romper o perforar la tubería con el soporte, lo anterior de conformidad con la normatividad y/o la práctica internacionalmente reconocida aplicable. Las tuberías no enterradas ni ahogadas deben estar soportadas por seguridad

y en el caso de tuberías metálicas se deben aislar de los dispositivos de sujeción por medio de una pieza aislante entre las abrazaderas, soportes o grapas y la tubería. Los dispositivos de sujeción de las tuberías pueden ser abrazaderas, soportes o grapas, y deben estar espaciados para prevenir o amortiguar vibración excesiva.

El espaciamiento entre dispositivos de sujeción para tuberías con trayectos horizontales y verticales no debe exceder los valores indicados en la tabla 4102.2.17

TABLA 4102.2.17
ESPACIAMIENTO DE SOPORTES DE TUBERÍAS

TUBERÍA RÍGIDA (COBRE, ACERO O POLIETILENO)		
Ø nominal mm	Ø nominal Pulg.	Espaciamientos de los soportes m
12.7	½	1.2
19.5 o 25.0	¾	1.8
31.75 o mayor	1 ¼	2.4

La tubería debe estar anclada para evitar esfuerzos indebidos en los equipos de consumo que tenga conectados y no debe estar soportada por otra tubería. Las abrazaderas, soportes o grapas deben ser instalados de manera que no interfieran con la expansión y contracción de la tubería entre anclas.

4106.1.5 Equipos de consumo. Todo equipo de consumo de gas se debe localizar en forma tal que se tenga fácil acceso al mismo y a sus válvulas de control, y cuidar que las corrientes de aire no apaguen los pilotos o quemadores. Los equipos de consumo instalados dentro de recintos o cuartos cerrados se deben ubicar en sitios que dispongan de una ventilación adecuada, tanto en la parte inferior como en la superior de la construcción, que dé directamente al exterior, patio o ducto de ventilación.

Los calefactores instalados en recámaras o dormitorios deben de contar con un sistema que permita desalojar al exterior los gases producto de la combustión. Todos los calentadores de agua, calderetas, entre otros, ubicados dentro de cuartos cerrados deben tener chimeneas o tiro inducido que desaloje al exterior los gases producto de la combustión. Se prohíbe instalar calentadores de agua dentro de cuartos de baño, recámaras y dormitorios.

Para los equipos de consumo de uso comercial e industrial que se instalen en recintos cerrados (nichos, cuartos de máquinas, cocinas industriales, entre otros), se debe instalar una chimenea con tiro directo, inducido o forzado hasta el exterior,

para desalojar los gases producto de la combustión y proveer los medios adecuados que permitan la entrada permanente de aire del exterior, en cantidad suficiente para que el funcionamiento del quemador sea eficiente de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

**SECCIÓN 4107
SOLDADURAS EN TUBERÍAS DE ACERO**

4107.1 Soldaduras. En caso de que la instalación de aprovechamiento de Gas Natural de la vivienda se viera la necesidad de hacer alguna sección o secciones de la instalación con tubería de acero, los requisitos que deben cumplir las soldaduras tendrá que apegarse a la NOM-002-SECRE-2010, en lo referente al Apartado 8 Soldaduras, y sus indicados numerales consecutivos, aplicables a soldaduras en tuberías de acero.

**SECCIÓN 4108
PRUEBAS DE HERMETICIDAD**

4108.1 Revisión de la hermeticidad. La prueba de hermeticidad debe realizarse a las instalaciones de aprovechamiento, desde la salida del medidor o de la estación de regulación y medición hasta las válvulas de control de los aparatos de consumo. En caso de ampliaciones y/o modificaciones a las instalaciones de aprovechamiento, la prueba de hermeticidad debe acotarse a dicha ampliación y/o modificación.

La prueba de hermeticidad debe realizarse sólo con aire o gas inerte. En la realización de la prueba de hermeticidad a instalaciones de aprovechamiento, se debe observar lo indicado en la tabla 4108.1.1

La instalación de aprovechamiento debe ser purgada antes de ponerla en servicio para expulsar el fluido utilizado en la prueba de hermeticidad. En caso que las reparaciones consistan en el reemplazo de un tramo de tubería o cambio de accesorio, se debe realizar una prueba de hermeticidad con jabonadura en las uniones y/o empates correspondientes a la presión de operación. Sólo el distribuidor puede realizar estas pruebas con gas natural, además que también se podrá realizar esta comprobación siempre y cuando no exista una desconexión previa de algún equipo o accesorio de la instalación.

Las pruebas de hermeticidad que se realicen a instalaciones que operen con una presión de trabajo superior a 689 kPa (7.03 kgf/cm²) deberán ser atestiguadas por una UV.

Para instalaciones de aprovechamiento tipo industrial que se encuentren en operación se debe realizar una prueba para la detección de fugas (en las uniones, bridas, accesorios o cualquier otro componente de la instalación), a la presión de operación, mediante un instrumento para detección de fugas. En estos casos dicha prueba sustituye a la prueba de hermeticidad.

**SECCIÓN 4109
PUESTA EN SERVICIO**

TABLA 4108.1.1

PRESIÓN DE TRABAJO DE LAS INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO	INSTRUMENTO
Hasta 2.5 kPa (0.03 kgf/cm ²)	1.5 (uno coma cinco) veces la presión de trabajo	10 min	Manómetro de Bourdon con precisión ± 10% del valor de la presión de prueba y rango máximo de 2 (dos) veces el valor de la prueba. Columna de agua, cuya calibración será única.
Superior a 2.5 kPa (0.03 kgf/cm ²) y hasta 50 kPa (0.51 kgf/cm ²)	1.5 (uno coma cinco) veces la presión de trabajo	30 min	Manómetro de Bourdon con precisión ± 10% del valor de la presión de prueba y rango máximo de 2 (dos) veces el valor de la prueba. Columna de agua o mercurio, cuya calibración será única.
Superior a 50.0 kPa (0.51 kgf/cm ²) y hasta 689 kPa (7.03 kgf/cm ²)	1.5 (uno coma cinco) veces la presión de trabajo	8 horas	Registro gráfico o digital y se debe considerar la variación de la temperatura al inicio y final de la prueba (PV= RT).
Superior a 689 kPa (7.03 kgf/cm ²)	1.5 (uno coma cinco) veces la presión de trabajo	24 horas	Registro gráfico o digital y se debe considerar la variación de la temperatura al inicio y final de la prueba (PV= RT).

4109.1 Equipos en funcionamiento. Monitorear con un instrumento para detección de fugas o jabonadura todas las conexiones entre los equipos de consumo existentes y la instalación de aprovechamiento. En el caso de instalaciones de aprovechamiento tipo doméstico, se debe monitorear que los aparatos existentes sean apropiados para uso de gas natural, que presenten adecuada combustión o que la presión dinámica en el quemador de cualquier aparato o equipo de consumo sea la adecuada.

El monitoreo para detección de fugas en la conexión del medidor con la propia instalación de aprovechamiento es responsabilidad del distribuidor, toda vez que el medidor es parte del sistema de distribución.

Se permite poner en servicio y operación los aparatos de consumo después de que el sistema de tuberías ha sido probado y se haya determinado que está libre de fugas.

INSTALACIONES : PARTE
HIDRÁULICAS Y :
SANITARIAS : **8**
CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA 2017

CAPÍTULO 42- ADMINISTRACIÓN DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

SECCIÓN 4201 CONSIDERACIONES GENERALES

4201.1 Alcance. Las disposiciones de este capítulo deben establecer los requisitos administrativos generales aplicables a los sistemas de instalaciones hidráulicas y sanitarias y a los requisitos de inspección del CEV.

4201.2 Aplicación. Además de los requisitos generales de administración incluidos en el Capítulo 1, las disposiciones administrativas de este Código también deben aplicarse a los requisitos para los sistemas de instalaciones hidráulicas y sanitarias de los Capítulos 42 hasta el 47. Cualquier requisito necesario para que las instalaciones hidráulicas o sanitarias funcionen correctamente debe ser presentado oportunamente a la autoridad competente; deben tomarse en cuenta los aspectos de resistencia, estabilidad, condiciones apropiadas para la salud, seguridad o bienestar.

*

4201.3 Documentación. Los documentos autorizados para la construcción no pueden ser modificados sin el consentimiento de las partes interesadas y de la autoridad competente. A la terminación de la obra un tanto conteniendo al menos la misma cantidad de información inicial y la relativa a los muebles sanitarios y sus accesorios debe ser preparado y entregado a las partes interesadas reflejando fielmente el estado de la obra tal como se construyó.

SECCIÓN 4202 SISTEMAS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EXISTENTES

4202.1 Ramales y desagües de edificaciones existentes. Los ramales y desagües de edificaciones existentes deben conectarse con los sistemas nuevos cuando los ensayos e inspecciones demuestren que los mismos satisfacen los requisitos prescritos por el CEV.

4202.2 Ampliaciones o modificaciones. Las ampliaciones, modificaciones, renovaciones o reparaciones en cualquier sistema de instalaciones hidráulicas y sanitarias deben cumplir los mismos requisitos establecidos para un sistema nuevo, aunque el sistema existente no cumpla con todos los requisitos de este Código. Las ampliaciones, modificaciones, renovaciones o reparaciones no deben provocar que

el sistema existente se vuelva inseguro, insalubre o insuficiente. Deben permitirse ampliaciones, modificaciones, renovaciones o reparaciones menores en los sistemas de instalaciones hidráulicas y sanitarias del mismo modo y con las mismas disposiciones que para los sistemas ya existentes, siempre que dichas reparaciones o reemplazos no sean peligrosos y estén aprobados, por la autoridad competente y no contravengan las disposiciones de este CEV

SECCIÓN 4203 INSPECCIÓN Y ENSAYOS

4203.1 Inspección requerida. Los trabajos nuevos de instalaciones hidráulicas y sanitarias y las partes de los sistemas existentes afectadas por nuevos trabajos o modificaciones deben ser inspeccionados por el DRO y el FRAE para asegurar el cumplimiento de los requisitos de este CEV.

4203.2 Vigilancia previa a ocultamiento de tuberías. Los sistemas de instalaciones hidráulicas y sanitarias en cualquiera de sus partes, no deben cubrirse, ocultarse, o ser puestos en funcionamiento hasta no haber sido ensayados, inspeccionados y aprobados por el DRO y el FRAE.

4203.3 Método de ensayo. Los ramales de las instalaciones hidráulicas y sanitarias de las edificaciones deben ser sometidos a ensayos de acuerdo a lo especificado en la Norma Mexicana NMX-AA-176-SCFI-2015. Instalaciones hidrosanitarias para la edificación de vivienda- Especificaciones y métodos de ensayo.

4203.4 Responsabilidad del propietario o DRO. El equipo, los materiales y el trabajo para los ensayos deben ser proporcionados por el propietario o DRO de la obra. También son ellos responsables de mantener bajo custodia y poner a disposición de la autoridad competente cuando lo solicite, todos los registros de las inspecciones y pruebas realizadas.

Cuando la evidencia del cumplimiento con las disposiciones de este código sea insuficiente o haya evidencia de que un material o método no cumple con los requisitos de este código o para justificar peticiones para el uso de material o método alternativo, el DRO debe exigir los resultados de los ensayos como evidencia de conformidad y someter dichos resultados posteriormente al FRAE.

Dichos ensayos deben ser tal como se especifica en este código o por otras normas de ensayo y laboratorios reconocidos.

Los reportes deben ser entregados y preservados por el FRAE, el DRO y el propietario, en caso de que los solicite.

4203.5 Ensayo de ramales. Los ensayos para la revisión de las instalaciones hidráulicas tendrán que apegarse a la citada norma, en lo referente al Apartado 7.1 Instalación Hidráulica, y sus indicados numerales consecutivos aplicables a este método de ensayo para las instalaciones hidráulicas.

Los ensayos para la revisión de las instalaciones sanitarias tendrán que apegarse a la citada norma, en lo referente al Apartado 7.2 Instalación Sanitaria, y sus indicados numerales consecutivos aplicables a este método de ensayo para las instalaciones sanitarias.

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias se considerarán herméticas, si después de haber realizado los ensayos de hermeticidad y estanquidad no se detecta ninguna fuga o falla (fisuras, abolsamiento o grietas) en los elementos de la instalación.

4203.6 Instalaciones hidráulicas y sanitarias terminadas. Después de que los muebles hidrosanitarios hayan sido ajustados y se hayan hecho las pruebas de ensayo de sus respectivas tuberías, sus tuberías internas de descarga (céspoles), deben ser sometidas a ensayos para comprobar que las mismas sean estancas y herméticas al agua. Cada mueble con capacidad de desagüe de agua por céspol, debe ser llenado al límite de su almacenamiento (fregadero, lavabo, sanitario y lavadero), y dejarse así por 2 minutos y luego descargado. Debe comprobarse que los sifones de descarga de agua y las conexiones de estos al mueble sean herméticos al agua y además, descarguen el volumen de agua contenida en él sin problema alguno en la descarga. Esto es llevado a cabo por medio de una inspección visual.

4203.7 Ensayo del sistema de suministro de agua. Cuando se terminen los ramales y se hayan hecho las pruebas, el abastecimiento de agua o una sección del mismo, el sistema, o porción completada; deben ser sometidos a ensayo para comprobar la hermeticidad bajo una presión de agua no inferior a la presión de funcionamiento del sistema. Esta presión debe ser mantenida por un mínimo de 15 minutos. El agua utilizada para los ensayos debe ser obtenida de una fuente de agua potable; a excepción del inodoro cuando pueda ser alimentado por un sistema independiente para su uso con otro tipo de almacenamiento de agua.

4203.8 Informe de ensayos. Los informes que se presenten de los ensayos realizados a las instalacio-

nes hidráulicas y sanitarias tendrán que apegarse a la Norma Mexicana NMX-AA-176-SCFI-2015, en lo referente al Apartado 7.4 Informe de ensayos, y sus indicados incisos consecutivos aplicables a informe de ensayos.

4203.9 Manómetro de Ensayo. El Manómetro de ensayo debe de estar calibrado, con la capacidad apropiada para leer en su segundo tercio la presión de ensayo y que cuente con división mínima de escala de 1.0 kPa (0.1 bar).

CAPÍTULO 43- REQUISITOS GENERALES PARA LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

SECCIÓN 4301 CONSIDERACIONES GENERALES

4301.1 Alcance. Las disposiciones de este capítulo deben regular las instalaciones hidráulicas y sanitarias que no hayan sido específicamente cubiertas por otros capítulos aplicables a los sistemas hidráulicos y sanitarios.

4301.2 Conexión. Los muebles sanitarios y las coladeras utilizados para recibir y descargar las aguas servidas, deben estar conectados al sistema de drenaje sanitario de la edificación, o al espacio de captación de que se trate, de acuerdo con los requisitos de este CEV.

*

SECCIÓN 4302 SUMINISTRO DE AGUA INDIVIDUAL Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES

4302.1 Consideraciones generales. El sistema de distribución de agua (instalación hidráulica) y el sistema de desalojo de aguas residuales (instalación sanitaria) de cualquier edificación en donde se instalen muebles sanitarios; deben estar conectados a un sistema de abastecimiento público de agua potable, o a un sistema de drenaje público respectivamente. Siendo estos de federal, estatal o municipal.

Cuando no se pueda contar con un sistema de abastecimiento de agua o con un sistema de drenaje público, o con ninguno de los dos, o cuando la conexión a los mismos no fuera posible, debe proveerse de un sistema de abastecimiento y distribución de agua individual, o de un sistema individual de eliminación de aguas residuales, o de ambos y que cumpla con la normatividad aplicable.

4302.2 Instalaciones con posible riesgo de inundaciones. En zonas con posible riesgo de inundaciones se debe aplicar lo siguiente:

1. Los sistemas de suministro de agua potable, pluvial o de riego, deben ser diseñados para evitar la infiltración de agua que proviene de las inundaciones.
2. Las tuberías para los sistemas de eliminación de aguas residuales deben ser diseñadas y construidas tanto para impedir la infiltración de agua proveniente de las inundaciones hacia los sistemas como la infiltración de las aguas residuales desde los sistemas hacia las aguas de inundación.

3. Se permite colocar los siguientes sistemas debajo del nivel de inundación de diseño, siempre que cumplan con los Puntos 1 y 2 de esta sección y que además sean construidos para resistir las cargas y esfuerzos hidrostáticos e hidrodinámicos incluyendo los efectos de flotabilidad durante la ocurrencia de una inundación.

- a. Todas las tuberías de servicio de agua.
- b. Los sellos de bombas en sistemas individuales de abastecimiento de agua cuando la bomba esté ubicada por debajo del nivel de inundación de diseño.
- c. Toda la tubería de drenaje sanitario.
- d. Toda la tubería de drenaje pluvial.
- e. Las tapas de los registros de acceso deben estar selladas excepto donde estén elevadas al nivel o por encima del nivel de inundación de diseño.
- f. Todos los otros muebles, llaves, accesorios de muebles, sistemas de tubería y equipo.
- g. Calentadores de agua, que cuenten con dispositivos de cierre automático de la fuente de abastecimiento de gas por falla de flama.
- h. Respiraderos y sistemas de ventilación.

4. Donde el nivel de inundación de diseño de los muebles sanitarios está por debajo del nivel del siguiente pozo de visita aguas arriba del alcantarillado público, los muebles deben ser protegidos por una válvula de contraflujo instalada en la descarga de la edificación. Todas las partes que conforman las válvulas deben estar construidas de tal manera que puedan proveer un sello mecánico para prevenir el contraflujo y cuando estén completamente abiertas deben tener una capacidad no menor que la de las tuberías en las que están instaladas. Su ubicación debe permitir el acceso a los mecanismos para su servicio y reparación.

5. Los sistemas de tuberías no deben ser montados sobre muros intencionalmente proyectados para romperse bajo cargas de inundación ni deben penetrar a través de ellos.

SECCIÓN 4303 PROTECCIÓN DEL EDIFICIO Y DE LAS TUBERÍAS

4303.1 Consideraciones generales. Durante el proceso de instalación, reparación de alguna parte de una instalación hidráulica o de una instalación sanitaria, los elementos constructivos como pisos, muros, losas, trabes, cerramientos u otra parte de la edificación deben conservar, cuando menos, las propiedades de diseño estructural con el cual fueron aprobados y construidos, de acuerdo con los requisitos de seguridad estructural establecidos en este CEV.

4303.2 Corrosión. Las tuberías metálicas que pasen a través de elementos de concreto, pisos, losas o muros de mampostería, deben estar protegidas contra la corrosión por un revestimiento protector, o cualquier otro medio resistente a las reacciones causadas por la cal y el concreto. El revestimiento o cubierta debe permitir la expansión y contracción de la tubería para impedir cualquier tipo de fricción y su espesor mínimo debe ser de 0.5 mm.

4303.3 Tuberías debajo de zapatas o trabes de cimentación. Las tuberías que pasen debajo de una zapata o trabe de cimentación deben ser provistas de un arco de alivio o de una camisa cuyo diámetro debe ser dos veces el diámetro del tubo instalado. No se permite el paso a través de zapatas o trabes de cimentación a menos que se cumpla con las disposiciones de la Sección 4303.1.

4303.4 Tuberías a través de muros. Las tuberías que atraviesen muros deben estar protegidas contra fracturas mediante huecos o camisas que permitan la libre expansión y contracción de las tuberías y sean aprobados por el responsable de la seguridad estructural de la edificación.

4303.5 Clima. De acuerdo con la zona climática de la edificación, las tuberías instaladas en el exterior del edificio deben aislarse contra la humedad, el calor y el frío extremos con materiales aprobados para este fin. Las aberturas realizadas para el paso de tuberías en los muros exteriores o cubiertas deben ser selladas e impermeabilizadas.

4303.6 Rellenado de camisas. De ser posible, el espacio libre entre una camisa y la tubería que protege debe ser relleno o calafateado herméticamente, de un modo aprobado por el FRAE.

SECCIÓN 4304 TUBERÍAS EN ZANJAS CON RELLENO

4304.1 Zanjas y lecho. Las tuberías enterradas que deban ser colocadas en zanjas de manera que el ramal completo o parte del ramal se tenga que cubrir

con relleno, para su ejecución se debe consultar al fabricante y seguir sus recomendaciones y observaciones a fin de salvaguardar su integridad. Las tuberías no deben estar apoyadas sobre rocas, concreto o piezas de mampostería en ningún punto del ramal que forman.

4304.2 Relleno. El material de relleno para cubrir la tubería colocada en la zanja debe estar libre de rocas, madera, desechos de construcción y escombros arriba del lomo de la tubería. Para la disposición y forma de colocación del relleno se deberá consultar al fabricante de las tuberías y seguir sus recomendaciones y observaciones a fin de salvaguardar su integridad. El material de relleno debe ser colocado alrededor y sobre ambos lados de la tubería para que los ramales permanezcan alineados, el relleno debe ser compactado siguiendo las indicaciones del fabricante.

4304.3 Instalación de las tuberías con respecto a la cimentación. Las tuberías enterradas paralelamente a las zapatas o trabes de cimentación deben instalarse por encima de la línea de reposo, la cual debe ser trazada desde los bordes de desplante de la zapata o trabe en un ángulo de 45° hacia el subsuelo y hacia ambos lados (Ver Figura 4304.3).

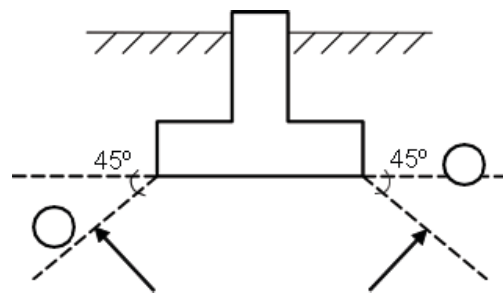


FIGURA 4304.3

SECCIÓN 4305 SOPORTE DE TUBERÍAS

4305.1 Características. El soporte de las tuberías hidráulicas y sanitarias debe ser habilitado de acuerdo a lo siguiente:

1. Los medios de sujeción o soportes usados en la fijación de las tuberías de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, deben asegurar la alineación del ramal, y la estabilidad de todos los elementos de la instalación que se trate (tuberías, conexiones y accesorios), además de permitir los movimientos de expansión y contracción de las tuberías sin afectar su buen estado físico, ni su funcionamiento.
2. Los medios de sujeción o soporte deben de utilizarse para ambas instalaciones, ya sean estas hidráulicas o sanitarias, independientemente de la po-

sición de servicio de las mismas, ya sea en posición horizontal o en posición vertical y asegurando las pendientes especificadas.

3. Los soportes, sujeciones colgantes o anclajes deben tener suficiente resistencia para soportar su parte proporcional del peso de las tuberías y de los contenidos de estas, y de un ancho suficiente para abrazar las tuberías e impedir la distorsión de la tubería. Los ganchos, flejes y abrazaderas deben ser de materiales normalizados.

4. En tuberías metálicas en las cuales se llegue a presentar el efecto de par galvánico, por estar en contacto con elementos de sujeción usados para las instalaciones hidráulicas y sanitarias. Deberá de proveerse un medio de aislamiento (encamisado plástico) en la zona de contacto entre el medio de sujeción, y el material usado en la instalación.

5. En el caso de las instalaciones sanitarias, las tuberías colocadas horizontalmente deberán de proveerse de un sistema de apoyo rígido (atraque) contra el desplazamiento en todos diámetros a usarse en las citadas instalaciones, en los cambios de dirección que sean a 45° y 90°.

6. Los medios de sujeción o soportes usados en la fijación de las tuberías de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, deben ser capaces de resistir los efectos sísmicos de tal forma que el ramal soportado por ellos no sufra deformaciones, fracturas, desprendimientos ni daños físicos ni funcionales. Las tuberías deben ser soportadas o sujetas a distancias que no excedan las indicadas por el fabricante de las tuberías.

- a. La separación horizontal máxima de los soportes de las tuberías de hierro fundido debe ser aumentada a 3.0 m en los casos en donde se instalen longitudes de tubería de 3.0 m
- b. Guía de medio piso para dimensiones de 127 mm (2 pulgadas) y más pequeñas.

SECCIÓN 4306 IMPERMEABILIZACIÓN DE ABERTURAS

4306.1 Aberturas a prueba de agua. Se deberán impermeabilizar los muros y cubiertas exteriores que sean atravesados por tuberías, en los tramos por donde ésta pase. Las juntas en las cubiertas de madera, alrededor de las tuberías de ventilación o desagües de cualquier tipo, deben hacerse a prueba de agua mediante el uso de hojas de plomo, cobre o acero galvanizado o de un material elastomérico aprobado. El sello impermeable debe efectuarse con un material aprobado y compatible con los materiales en los que se aplique.

SECCIÓN 4307 MANO DE OBRA

4307.1 Instalación. Las válvulas, conexiones, tuberías y accesorios sanitarios deben ser instalados en correcta relación respecto a la dirección de flujo, y siguiendo las indicaciones técnicas del fabricante.

SECCIÓN 4308 IDENTIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

4308.1 Identificación. Las tuberías y los accesorios (tuberías, conexiones, válvulas, céspedes, trampas hidráulicas, muebles sanitarios) utilizados en un sistema de instalaciones hidráulicas y sanitarias debe exhibir la identificación de su fabricante.

4308.2 Certificación. Todos los materiales empleados en las instalaciones hidráulicas y sanitarias deben ser instalados en estricta conformidad con las normas bajo las cuales dichos materiales han sido aceptados y aprobados. En ausencia de dichos procedimientos de instalación, deben seguirse las instrucciones de instalación del fabricante. El personal ejecutante que lleve a cabo las instalaciones hidráulicas y sanitarias debe contar con documentos que avalen la capacitación sobre los conocimientos en instalaciones hidráulicas y sanitarias.

4308.3 Norma de producto. Todas las instalaciones hidráulicas y sanitarias, en sus tuberías, conexiones, accesorios, válvulas, muebles sanitarios, y cualquier otro accesorio utilizados en ambos tipos de instalaciones, deben cumplir con las disposiciones de las Normas Mexicanas o Normas Oficiales Mexicanas vigentes al momento de su instalación.

CAPÍTULO 44 - MUEBLES SANITARIOS E INSTALACIONES FIJAS

SECCIÓN 4441 MUEBLES, LLAVES Y ACCESORIOS DE MUEBLES

4441.1 Generalidades. Los muebles sanitarios, llaves y accesorios de muebles deben construirse con materiales aprobados, tener superficies lisas e impermeables, estar libres de defectos y de superficies sucias visibles u ocultas y satisfacer los requerimientos y las normas vigentes citadas en este CEV.

Los muebles sanitarios, llaves y accesorios deben estar provistos de un adecuado suministro de agua potable para la descarga de limpieza y el mantenimiento de las condiciones de higiene sanitaria de los muebles sin que haya peligro de contraflujo o de conexión cruzada.

SECCIÓN 4402 DIÁMETRO DE SALIDAS DE CONEXIÓN

4402.1 Dimensiones mínimas. Los diámetros mínimos de las salidas de conexión a la descargas de aguas servidas de los muebles sanitarios deben ser de acuerdo con lo indicado en la Tabla 4402.

TABLA 4402. DIÁMETROS MÍNIMOS DE SALIDAS DE CONEXIÓN PARA MUEBLES SANITARIOS

MUEBLE	DIÁMETRO NOMINAL MÍNIMO EN mm	DIÁMETRO NOMINAL MÍNIMO EN pulg.
Regadera (coladera de)	50	2
Lavabo	38	1 ½
Inodoro	100	4
Tina	38	1 ½
Fregadero o tarja doméstica	50	2
Triturador de residuos	50	2
Lavadero de ropa	38	1 ½
Lavavajillas	50	
Lavadora doméstica de ropa	50	2
Lavadora	38	1 ½
Bidet	38	1 ½

SECCIÓN 4403 INSTALACIÓN

4403.1 Consideraciones generales. La instalación de muebles debe cumplir lo siguiente:

1. Los muebles con salida de desagüe al piso o montados al piso, cuando así hayan sido diseñados, deben asegurarse a la salida de su conexión o a al piso por medio de taquetes de plástico, tornillos, tuercas y anclajes adecuados resistentes a la corrosión.
2. Los muebles anclados a muros deben estar rígidamente soportados de modo tal que no sea transmitido esfuerzo alguno al sistema de instalación hidráulica o sanitario, por medio de soportes adecuados para tal fin. *
3. Los muebles sanitarios y sus accesorios deben ser accesibles para su revisión en operación, mantenimiento reemplazo.
4. El eje medio de inodoros o de bidets debe estar a no menos de 38 cm de los muros adyacentes, ni debe haber menos de 38 cm desde el eje medio de un bidé al borde exterior más próximo de un inodoro contiguo. Debe haber un espacio libre de al menos 50 cm de frente al inodoro, bidet o lavabo respecto de cualquier muro, cancel, artefacto o puerta.
5. Los inodoros y bidets deben estar separados un mínimo de 10 cm de los lavamanos, del borde exterior de charolas de regaderas y borde exterior de bañeras o tinas empotradas.
6. Los lavabos deben estar separados un mínimo de 10 cm de los muros adyacentes y del borde inmediato de cualquier mueble sanitario.
7. La ubicación de los muebles sanitarios y sus accesorios no debe interferir con la operación y funcionamiento de ventanas o puertas.
8. Cada mueble que use agua fría y caliente debe tener la salida de agua caliente del lado izquierdo y la salida de agua fría del lado derecho. Queda prohibido el cruce de mangueras en la parte inferior del mueble.
9. En zonas con peligro de inundación los muebles sanitarios deben estar ubicados o instalados de acuerdo con lo especificado en la Sección 4302.2.

SECCIÓN 4404 REGADERAS, CHAROLAS RECEPTORAS Y ACCESORIOS

4404.1 Charolas receptoras. Las charolas receptoras de las regaderas deben contar con un rebosadero o sardinel de una altura uniforme y nivelada no mayor de 10 cm ni menor de 5 cm contados a partir del nivel superior de la coladera. El sardinel debe tener un ancho mínimo de 7 cm. El piso terminado debe tener una inclinación uniforme hacia la coladera con una pendiente no menor del 2% ni mayor del 3%. El piso de las charolas receptoras debe estar terminado con un material impermeable al agua y textura antiderrapante.

4404.2 Coladeras. Las charolas receptoras de las regaderas deben contar con una coladera de bote con obturador hidráulico que no permita el paso de olores al interior del baño. El centro de la recepción de la coladera debe ubicarse a no más de 30 cm de distancia hacia cualquiera de las 4 esquinas de la charola receptora de la regadera y la pendiente de la charola debe de ir dirigida hacia el centro de la coladera. Toda la superficie externa de la rejilla de la coladera debe quedar a ras del piso terminado.

4404.3 Llaves mezcladoras. Las regaderas deben contar con llaves mezcladoras (válvulas de empujar) para proveer agua fría y agua caliente. Ambas llaves mezcladoras deben quedar en el mismo eje horizontal y deben instalarse a una altura no mayor de 1.20 m ni menor de 1.0 m medida desde el nivel de piso terminado de la charola receptora. Cuando la colocación de las llaves mezcladoras es en el mismo eje vertical, debe instalarse el servicio de agua caliente arriba y el de agua fría abajo, a una altura no mayor de 1.20 m ni menor de 1.0 m medida de la llave del agua caliente hasta el nivel de piso terminado de la charola receptora.

4404.4 Regaderas. La regadera debe cumplir con la norma NOM-008-CONAGUA-1998 o la vigente según aplique. El brazo de la regadera debe colocarse a una altura no mayor de 2.0 m ni menor de 1.9 m medida desde el nivel superior de la coladera de la charola receptora. Para el caso de accesorios de regadera suspendidos del cielorraso, la parte inferior de dicho accesorio debe colocarse a una altura no mayor de 2.0 m ni menor de 1.9 m medida desde el nivel superior de la coladera de la charola receptora.

SECCIÓN 4405 LAVABOS

4405.1 Características. Los lavabos se deben colocar a una altura no mayor de 90 cm ni menor de 80 cm medida desde el nivel del piso terminado al nivel superior del borde frontal del lavabo. Si el lavabo en

su conjunto viene acompañado de pedestal, la distancia del pedestal y del lavabo en conjunto debe ser la misma que se mencionó anteriormente. Además de un sifón de cierre hidráulico. Los lavabos no prefabricados y los o forjados artesanalmente deben ser aprobados por la autoridad competente.

4405.2 Accesorios. Los lavabos deben ser provistos de un grifo con llaves mezcladoras independientes, en conjunto o en monomando, para proveer agua fría y agua caliente, además de contar con un sifón (cés-pol) de cierre hidráulico para la descarga de aguas usadas.

SECCIÓN 4406 INODOROS

4406.1 Características. Los inodoros deben cumplir con la NOM 009-CONAGUA-2001o la vigente según aplique. Los inodoros no deben consumir más de 6 litros de agua por descarga. No se permite la instalación de inodoros que no tengan sello de fabricación conforme a la normatividad aplicable; o que tengan paredes que no sean lavadas completamente en cada descarga o que permitan el contraflujo de los contenidos de la taza dentro del tanque de llenado.

4406.2 Dispositivos de llenado y descarga. Debe proveerse una adecuada cantidad de agua para llenar el tanque desalojar los contenidos del inodoro, limpiar el inodoro y rellenar el sifón hidráulico del inodoro. El llenado del tanque bajo debe ser controlado por una válvula de llenado, de apertura al nivel bajo y cierre automático al llegar el agua al nivel máximo en el tanque. La operación de descarga de agua se efectuará manualmente al accionar una palanca o botón para abrir la válvula de descarga. La válvula de admisión y la válvula de descarga debe estar en conformidad con la normatividad aplicable. Ver anexo NOM-010-CONAGUA- 2000 o la vigente según aplique.

4406.3 Instalación de sistemas eficientes. Se debe instalar inodoros con consumo máximo de 6 litros por descarga que cumpla con la normatividad aplicable, ver anexo. NOM-009-CONAGUA-2001 y NOM-010-CONAGUA-2000 o las vigentes según aplique.

4406.4 Acceso. Todas las partes de las válvulas de admisión y válvula de descarga de tanque de inodoro, deben ser accesibles para su mantenimiento, reparación o reemplazo.

4406.5 Asientos de los inodoros. Los inodoros deben estar equipados con asientos de material liso, no absorbente y deben tener un tamaño adecuado al tipo de taza del inodoro.

SECCIÓN 4407 TINAS

4407.1 Características. Las tinas deben ser de material liso no absorbente y repelente a la suciedad. Las tinas no prefabricadas o forjadas artesanalmente deben ser aprobadas por la autoridad competente.

4407.2 Accesorios. Las tinas deben ser equipadas con coladera, grifo y llaves mezcladoras para proveer agua fría y agua caliente. La coladera debe estar equipada con un tapón hermético y un sifón de cierre hidráulico adecuados al uso.

4407.3 Tinas con regadera. Las regaderas instaladas en tinas deben cumplir con la Sección 4404.4 de este CEV y deberán instalarse de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

SECCIÓN 4408 FREGADERO O TARJA DOMÉSTICA

4408.1 Características. Los fregaderos o tarjas deben ser de material liso no absorbente y repelente a la suciedad. Los fregaderos se deben colocar a una altura no mayor de 95 cm ni menor de 90 cm medida desde el nivel de piso terminado al nivel superior del borde frontal del fregadero. Los fregaderos no prefabricados o forjados artesanalmente deben ser aprobados por la autoridad competente.

4408.2 Accesorios. Los fregaderos deben ser provistos de un grifo con llaves mezcladoras independientes, en conjunto o un monomando, para proveer agua fría y agua caliente, y una o más coladeras con contracanasta de cierre hermético para evitar el paso de residuos a la tubería, además de contar con uno o más (céspedes) cierre hidráulico en la descarga de las aguas usadas.

SECCIÓN 4409 TRITURADORES DE RESIDUOS DE COMIDA

4409.1 Características. Los trituradores de residuos de comida, deben ubicarse debajo del gabinete del fregadero. Se debe proveerse un contacto eléctrico ubicado debajo del gabinete del fregadero o en su proximidad, El contacto y las conexiones eléctricas del triturador deben ser a prueba de agua.

4409.2 Suministro de agua requerido. Los trituradores de residuos de comida deben tener un adecuado suministro de agua para asegurar su funcionamiento correcto, en correspondencia con la información técnica del proveedor.

4409.3 Instalación del triturador. El triturador de residuos de comida se debe colocar siguiendo las instrucciones técnicas por parte del fabricante.

SECCIÓN 4410 LAVADEROS

4410.1 Características. Los lavaderos deben ser de material liso no absorbente y repelente a la suciedad. Deben contar con una charola estriada para el lavado de ropa y un depósito de almacenamiento de agua o de enjuague de ropa independientes uno del otro. Los lavaderos no prefabricados o forjados artesanalmente deben ser aprobados por la autoridad competente.

4410.2 Colocación. Los lavaderos se deben colocar a una altura no mayor de 0.90 m ni menor de 0.80 m medida desde el nivel superior del piso terminado al nivel superior del lavadero.

4410.3 Accesorios. La alimentación de agua al lavadero se debe hacer únicamente con agua fría y debe hacerse expresamente con válvulas de globo en su modalidad de llave de nariz. No se permite la instalación de válvulas de compuerta o esfera para la alimentación hidráulica de este servicio.

4410.4 Desagüe. Los lavaderos deben ser provistos de uno o más desagües, dependiendo de su fabricación. Uno en la charola estriada y otro en el depósito de almacenamiento de agua, sus desagües pueden estar comunicados entre sí o tenerlos en forma individual.

El desagüe debe ser dirigido al centro de una coladera colocada en el interior de un rebosadero o sardinel. Las medidas mínimas del rebosadero o sardinel serán: un ancho mínimo de 10 cm y 10 cm de una altura uniforme y nivelada. El sardinel debe tener un área de captación de 25 cm x 25 cm como mínimo y este debe ubicarse debajo del lavadero. La salida del, o los desagües deben ir dirigidos al centro de la coladera a 5 cm de separación de la misma. También puede alternativamente conectarse el céspele a una coladera de piso con obturador hidráulico.

*

SECCIÓN 4411 LAVAVAJILLAS

4411.1 Protección del suministro de agua. El suministro de agua para el lavavajillas se debe de contar con un espacio trasero en su ubicación para no maltratar la manguera, la válvula de alimentación de agua y el desagüe en su conjunto

4411.2 Fregadero y lavavajillas. El lavavajillas debe tener en forma independiente una salida de desagüe. La conexión de la salida de desagüe del lavavajillas conectado a la salida de desagüe de un fregadero será posible únicamente si el fabricante del lavavajillas lo considera en la guía de instalación del mismo.

4411.3 Fregadero, lavavajillas y triturador. La conexión de salida del desagüe del lavavajillas conectado a la salida de desagüe de un fregadero y conectado a su vez a una salida de desagüe de un triturador, será posible únicamente si el fabricante del lavavajillas y fabricante del triturador lo consideran en la guía de instalación del mismo.

4411.4 Instalación del lavavajillas. La máquina lavavajillas debe ser provista de agua fría. La alimentación de agua debe hacerse expresamente con válvulas de globo en su modalidad de llave de nariz, con salida roscada exterior para conexión a manguera. No se permite la instalación de válvulas de compuerta o esfera para la alimentación hidráulica de este servicio. El lava-vajillas debe ser colocado de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

SECCIÓN 4412 MÁQUINAS LAVADORAS DE ROPA

*

4412.1 Descarga. La descarga de aguas servidas de una máquina lavadora de ropa debe hacerse en forma independiente.

4412.2 Instalación de la lavadora. La lavadora debe ser provista de agua fría y agua caliente. La alimentación de agua debe hacerse expresamente con válvulas de globo en su modalidad de nariz, con salida roscada exterior para conexión a manguera tanto como para agua fría como para agua caliente. No se permite la instalación de válvulas de compuerta o esfera para la alimentación hidráulica de este servicio. La lavadora debe instalarse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

SECCIÓN 4413 COLADERAS DE PISO

4413.1 Coladeras de piso interiores. Las coladeras de piso alojadas en el interior de la edificación deben ser a prueba de olores, con cono o bote que forme un obturador o sello hidráulico que impida la salida de malos olores.

4413.2 Coladeras de piso exteriores. Las coladeras de piso ubicadas en el exterior de la edificación, incluyendo cocheras, deben ser a prueba de olores con obturador o sello hidráulico y rejilla abatible o rejilla desmontable. Deben de ser colocadas en un lugar accesible para su operación y mantenimiento.

*

SECCIÓN 4414 TINAS DE HIDROMASAJE

4414.1 Registro de acceso. Las tinas de hidromasaje deben contar con un registro o puerta de acceso para revisar, reparar o reemplazar la bomba de circulación de agua sin dificultad.

4414.2 Instalación. Las tinas de hidromasaje y sus accesorios deben instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

4414.3 Desagües de tubería. La bomba de circulación debe estar ubicada por encima del vertedero de corona del sifón hidráulico para facilitar su acceso. La línea de desagüe de la bomba debe ser graduada apropiadamente para asegurar el mínimo de retención de agua en la voluta después del uso del artefacto. Para la instalación y mantenimiento se deben seguir las instrucciones del fabricante.

4414.4 Suministro de agua. Las tinas de hidromasaje deben suministrarse con agua fría y agua caliente.

4414.5 Prueba de fugas. Las pruebas de fugas y el funcionamiento de la bomba deben realizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

SECCIÓN 4415 BIDET

4415.1 Características. Los bidets deben tener sello de fabricación y cumplir con la Normas Oficiales Mexicanas presentadas en el anexo. Los bidets deben colocarse de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

4416.2 Suministro de agua. Los bidets deben suministrarse con agua fría y agua caliente.

SECCIÓN 4416 ACCESORIOS Y DISPOSITIVOS DE LOS MUEBLES SANITARIOS

4416.1 Consideraciones generales. Las válvulas y llaves de suministro de agua de los muebles hidrosanitarios deben contar con el sello del fabricante y cumplir con la Normas Oficiales Mexicanas presentadas en el anexo. Los conectores de agua flexibles deben cumplir con la normatividad aplicable.

*

4416.2 Calidad de los materiales. Todos los accesorios y dispositivos de los muebles sanitarios deben contar con el sello del fabricante y cumplir con la Normas Oficiales Mexicanas presentadas en el anexo.

Las rejillas de coladeras, los tornillos y los elementos de fijación deben ser de materiales resistentes a la corrosión.

4416.3 Instalación. Todos los accesorios y dispositivos de los muebles sanitarios deben ser instalados de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

SECCIÓN 4417 CANCELES DE REGADERAS

4417.1 Consideraciones generales. Los cancelos de regaderas deben ser translúcidos de material de plástico o de vidrio. La estructura portante de los cancelos y los accesorios de fijación y montaje de los cancelos deben estar contruidos de material anticorrosivo o deben estar revestidos con material anticorrosivo. Los vidrios de los cancelos deben cumplir con la norma NOM-146- SCFI-2016.

SECCIÓN 4418 CALENTADORES DE AGUA

4418.1 Características. Cada vivienda debe contar con un calentador automático de agua aprobado, o con otro tipo de sistema para el calentamiento de agua, que sea suficiente para suministrar agua caliente a los muebles sanitarios destinados al uso doméstico.

4418.2 Certificación de calentadores. Los calentadores de agua deben cumplir con la norma NOM-011-SESH-2012 (PROY-NOM-200-SCFI-2015) y la norma NOM-003-ENER-2011.

4418.3 Calentadores de depósito y de rápida recuperación. Los calentadores de depósito o rápida recuperación que tienen alimentación y salida de agua por la parte superior de su cuerpo deben instalarse con tuercas unión en sus tuberías para facilitar la instalación y mantenimiento. Deben tener una válvula de compuerta o esfera en la tubería de agua fría, entre la salida de la tubería del muro y la tuerca unión de la tubería de entrada de agua fría.

Las tuberías de entrada y salida deben ser capaces de resistir las temperaturas, dilataciones y movimientos del calentador en su operación y permitir su mantenimiento. Los materiales empleados deben estar aprobados para ese fin y la instalación en su conjunto debe seguir las instrucciones del fabricante.

Especial atención debe tenerse en las distancias y materiales donde la instalación hidráulica es realizada con tubería no metálica.

4418.4 Calentadores de paso. Los calentadores de paso o instantáneos que tienen alimentación y salida de agua por la parte inferior de su cuerpo deben instalarse con tuercas unión en sus tuberías para facilitar su instalación y mantenimiento. Deben tener una válvula de compuerta o esfera en la tubería de agua fría, entre la salida de la tubería del muro y la tuerca unión de la tubería de entrada de agua fría.

Pueden usar mangueras de acero corrugado o de malla de acero aprobados para la alimentación y salida de agua.

Las tuberías de entrada y salida deben ser capaces de resistir las temperaturas, dilataciones y movimientos del calentador en su operación y permitir su mantenimiento. Debe tenerse una presión estática y dinámica en los rangos de operación que suministra el fabricante.

Los materiales empleados deben estar aprobados para ese fin y la instalación en su conjunto debe seguir las instrucciones del fabricante. Especial atención debe tenerse en las distancias y materiales donde la instalación hidráulica es realizada con tubería no metálica.

La instalación debe tener una válvula de alivio o seguridad calibrada según la normatividad, salida de gases de combustión al exterior y permitir la operación para una temperatura máxima del agua de salida de 60 °C.

4418.5 Ubicación. Los calentadores deben estar ubicados y conectados a sus alimentaciones de: entrada de agua fría, salida de agua caliente, entrada de gas o alimentación eléctrica; de tal modo que se provea al calentador con acceso a su alrededor para efectuar con seguridad maniobras de supervisión, mantenimiento o reemplazo.

4418.6 Puesta en funcionamiento. Para su la puesta en marcha de los calentadores de agua una vez instalados se deben de revisar la tubería de agua fría, la tubería de agua caliente, sus accesorios, el cuerpo del calentador, la válvula de alivio y la chimenea.

No deben de presentar fugas de agua estando sometidos a presión de agua estática (sin servicio) o sometidos a presión dinámica (en servicio).

4418.9 Ahorro de energía y de agua. Para propiciar el ahorro de energía, los calentadores se deben situar lo más cerca posible de los puntos de mayor consumo de agua caliente a fin de evitar pérdidas excesivas de calor por las tuberías.

4418.10 Posicionamiento y altura de los calentadores. Para calentadores de depósito o de rápida recuperación, la altura a la que se colocaran, medido

desde su patas o base inferior al nivel de piso terminado no debe ser menor de 30 cm ni mayor de 1.20 m.

Para calentadores de paso o instantáneos la altura a la que se colocaran medido desde su base inferior del cuerpo del calentador al nivel de piso terminado, no debe ser menor de 90 cm ni mayor de 1.20 m.

En ambos tipos de calentadores se deben observar las indicaciones del fabricante para el correcto funcionamiento del dispositivo.

*

CAPÍTULO 45- ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA

SECCIÓN 4501 CONSIDERACIONES GENERALES

4501.1 Consideraciones generales. Este apartado contiene los requisitos mínimos para el diseño de instalaciones de distribución de agua potable para vivienda.

4501.2 Requerimientos de agua potable. La edificación debe estar provista de un suministro de agua potable en cantidades y presiones especificadas, según lo demande el proyecto ejecutivo. En una edificación en donde se instale un sistema de distribución de agua potable y de agua no potable, cada sistema debe estar identificado; con una marca de color, rótulo, placa o señalización, o cualquier otro método apropiado. Debe ser indicada cualquier boca de salida de agua no potable que pudiera ser utilizada inadvertidamente para beber o para propósitos domésticos.

4501.3 Contaminación. El abastecimiento de agua potable debe ser diseñado y debe estar instalado de manera de evitar la contaminación del agua potable por medio del contacto con otros líquidos, sólidos o gases que puedan introducirse al abastecimiento de agua potable. No deben hacerse conexiones a un abastecimiento de agua potable que pudieran contaminar el agua, ni una conexión cruzada entre el abastecimiento y fuentes de contaminación.

SECCIÓN 4502 DOTACIÓN DE SERVICIOS

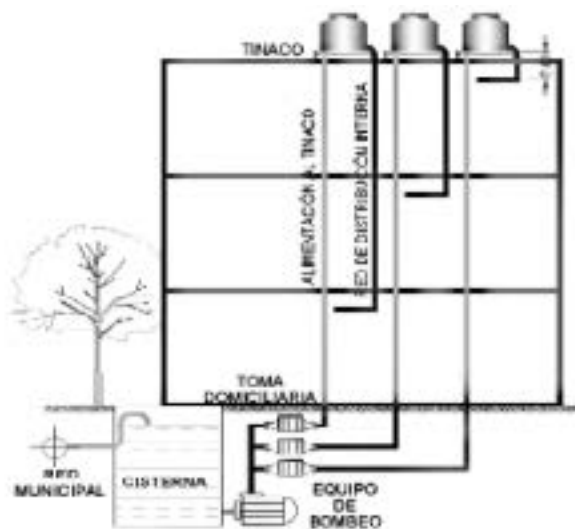
4502.1 Dotación de agua potable. Se debe asegurar que el agua destinada a los sistemas de distribución de agua potable en las edificaciones cumpla con la NOM-127-SSA1-1994, ver el anexo. Cuando la red municipal está a cargo del organismo operador este debe proporcionar los datos de caudal y presión que deben servir de base para el dimensionado de la toma o de la red en la edificación en caso de que la alimentación al interior de la misma sea directa desde este tipo de suministro.

4502.1.1 Sistema de abastecimiento. El sistema de abastecimiento de agua es el que conduce el agua de la toma domiciliaria a los muebles de la edificación o depósitos de almacenamientos (cisternas o tinacos), y debe disponer de la cantidad necesaria de agua, con la presión adecuada, así como de instalaciones apropiadas para su almacenamiento y distribución. No se permite la conexión direc-

ta desde la red pública de agua, a través de bombas u otros aparatos mecánicos de succión. Los sistemas de abastecimiento de agua, están divididos según su origen: directo de la red de distribución, por gravedad, combinados los anteriores; y por presión mecánica (hidroneumático).

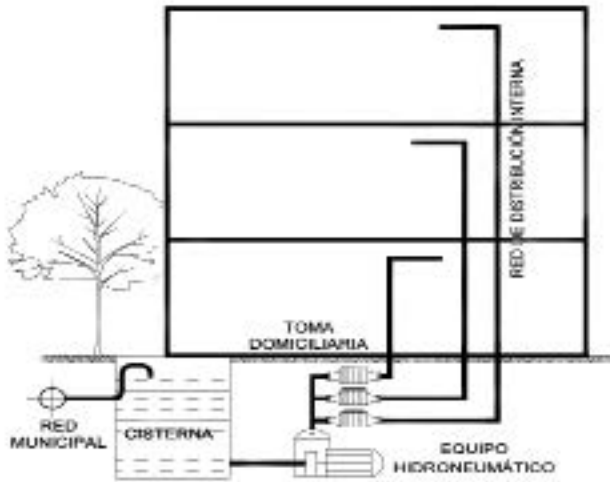
4502.1.2 Sistema de abastecimiento directo. La alimentación de agua a los muebles sanitarios de la edificación se debe realizar en forma directa desde la red municipal de agua potable, sin necesidad de instalar tinacos de almacenamiento, proporcionando el abasto a la edificación. Para efectuar el abastecimiento de agua en forma directa desde la red municipal, la presión mínima necesaria para que los muebles sanitarios trabajen eficientemente es de 0.2 kg/cm².

4502.1.3 Sistema de abastecimiento por gravedad. En este sistema, la distribución de agua se realiza a partir del acopio de la misma en tanques de almacenamiento o tinacos localizados en la azotea de la edificación. Cuando la distribución del agua es por gravedad, es necesario que el fondo del tinaco esté como mínimo a 2.00 m en vertical, sobre la salida de agua del mueble sanitario que tenga la salida de agua a mayor altura, ya que la presión que se genera es de aproximadamente 0.20 kg/cm². Esta es la presión mínima requerida para un funcionamiento eficiente de los muebles domésticos de la planta más cercana a los tanques de almacenamiento de agua, en concordancia con la norma NMX-C415-ONNCCE-2015 o la vigente aplicable.



SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD

4502.1.4 Sistema de abastecimiento por presión mecánica. En este sistema, la distribución de agua se realiza a partir de un equipo que se utiliza para abastecer de agua a la edificación por medio de un sistema de presión mecánica (hidroneumático). La capacidad del sistema dependerá de las características de la edificación, tipo de servicio, volumen de agua requerido, presiones, número de niveles, y características de los muebles. Actualmente es de uso generalizado, incluso en vivienda unifamiliar, por su garantía de presión y caudal, se debe de observar la durabilidad del equipo y en su mantenimiento.



SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR PRESIÓN

4502.1.5 Toma domiciliaria. La instalación de suministro de agua en la edificación incluye una toma domiciliaria y, si la contabilización de la medición es múltiple o única, cuenta también con derivaciones particulares o colectivas.

4502.1.6 Red con medidor único. Se aplica cuando la instalación general contiene una toma domiciliaria con un solo medidor, tubería de alimentación principal y las derivaciones colectivas.

4502.1.7 Red con medidores individuales. La instalación general contiene medidores individuales para cada usuario, además de las requeridas para las derivaciones de uso colectivo.

4502.1.8 Banco de medidores. Los medidores de agua en edificaciones plurifamiliares deben ser instalados en un banco de medidores, preferentemente al ingreso de la edificación, desde el cual se derivan las tuberías de alimentación para cada vivienda. Los medidores deben ser ubicados en forma conveniente y de manera tal que estén adecuadamente protegidos, en un espacio impermeable de dimensiones suficientes para su instalación o remoción en caso de ser necesario, se debe tener fácil acceso para efectuar labores de lectura, mantenimiento, o reemplazo. Se puede considerar la lec-

tura centralizada remota, desde un panel ubicado convenientemente y de fácil acceso. En este caso debe preverse un espacio para el panel de control de lectura remota y ductos para la instalación de cables de transmisión desde los registros de lectura de los medidores.

4502.1.9. Dotación y consumo humano. La dotación es la cantidad de agua que consume en promedio una persona durante el día. En caso de edificaciones unifamiliares y plurifamiliares el consumo se considera tomando en cuenta el número de habitantes por vivienda que marque el INEGI. La dotación mínima la designa el organismo operador. En caso de no contar con esta información se debe consultar el *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento* de CONAGUA, el cual proporciona los valores de la Tabla 4503.A. El clima se selecciona en función de la temperatura media anual considerando la Tabla 4503.B.

**TABLA 4503. A
DOTACIÓN DIARIA POR PERSONA PARA CONSUMO DOMÉSTICO, POR TIPO DE VIVIENDA Y CLIMA**

Clima	Dotación de consumo de agua en L por persona al día, de acuerdo a la superficie de la edificación		
	Hasta 99 m ²	100 - 149 m ²	más de 150 m ²
Cálido	185	230	400
Semicálido	150	205	300
Templado	150	195	250
Frío y Semifrío	150	195	250

**TABLA 4503. B
CLASIFICACIÓN DE CLIMAS POR TEMPERATURA**

Temperatura media anual en °C	Tipo de clima
Mayor de 22	Cálido
De 18 a 22	Semicálido
De 12 a 17.9	Templado
De 5 a 11.9	Semifrío
Menor que 5	Frío

**SECCIÓN 4503
DEMANDA DE AGUA**

4503.1 Dotación mínima. La dotación mínima de agua potable para una edificación está en función de su tamaño y del clima según se ve en la tabla 4503.A.

4503.2 Demanda. La tubería de distribución de agua

en la edificación debe ser dimensionada estimando la demanda máxima probable de flujo, se pueden utilizar métodos como el conocido "Hunter" para muebles ahorradores o de bajo consumo. Las trayectorias y derivaciones diseñadas para asegurar el flujo y presión de operación en todos los muebles.

*

SECCIÓN 4504 ACCESORIOS, PRESIÓN Y FLUJO

4504.1 Accesorios a muebles sanitarios. Todos los muebles requieren de un flujo y presión determinado alimentado por un elemento de control (válvulas) a usarse en los diferentes tipos de muebles sanitarios como: regaderas, lavabos, bidets, tinas, fregaderos o tarjas, salidas para lavadoras de ropa y para lavavajillas, estas deben cumplir con la norma NMX-C-415-ONNCCE-2015 o la vigente aplicable (PROY-NOM-012-CONAGUA-2015), misma en la cual se indican flujos y presiones de trabajo para las mencionadas válvulas.

SECCIÓN 4505 ALIMENTACIONES

4505.1 Dimensión del alimentación. La dimensión mínima de las tuberías de alimentación a los accesorios de los muebles hidrosanitarios debe ser de un diámetro nominal de 13 mm ($\frac{1}{2}$ pulg).

En el caso de mangueras que alimenten a muebles, la distancia desde su conexión de la salida de la tubería de alimentación que sale de muro o piso, no debe exceder a más de 0.60 m de longitud al punto de conexión con el mueble.

4505.2 Presión de diseño. En caso de que la presión en el ramal principal de alimentación de agua sea fluctuante, el sistema de distribución hidráulica de la edificación debe ser diseñado con la presión más baja disponible y el consumo nominal simultáneo de la edificación.

4505.3 Golpe de ariete. El efecto del golpe ariete es provocado por el cierre intempestivo de válvulas o llaves, tuberías o ramales que trabajan con una presión mayor a 0.8 kg/cm^2 . En estos sistemas se debe amortizar este efecto colocando cámaras de aire en las tuberías de agua fría y de agua caliente, para cada aparato de consumo. Las cámaras de aire deben tener una longitud no menor de 0.40 m en posición vertical antes de las válvulas de corte al mueble.

4505.4 Cálculo de la red. Los diámetros de las tuberías de distribución (agua fría y agua caliente) a la edificación, se calculan por el método que el proyectista considere adecuado, siempre y cuando

sea debidamente fundamentado y presente en la memoria de cálculo. La velocidad mínima y máxima para el diseño de las tuberías deben ser proporcionadas por el fabricante del tipo material que se va a utilizar en el proyecto para la conducción de agua potable a la vivienda. Esto en base al coeficiente de rugosidad η de Manning que existe para cada tipo de material.

4505.8 Antirretornos. Se debe disponer de válvulas anti retorno (válvulas check) en diferentes puntos de la instalación para evitar la inversión del sentido del flujo. Obligatoriamente se debe instalar una válvula anti retorno después de la salida de agua (tubería de descarga), de la bomba que lleva el agua a los tanques de almacenamiento o tinacos. En la alimentación a muebles y equipos de la instalación, donde la llegada de agua se debe realizar de tal modo que no se produzcan retornos. La colocación y ubicación en estos muebles queda a discreción del proyectista.

SECCIÓN 4506 TUBERÍAS OCULTAS

4506.1 Tuberías enterradas. La instalación de una tubería hidráulica de servicio o de distribución está prohibida en suelos contaminados con solventes, combustibles, compuestos orgánicos, fertilizantes u otros materiales perjudiciales que puedan causar filtración, corrosión, degradación o falla estructural del material de la tubería. Donde se sospeche de la existencia de suelos perjudiciales, debe ser requerido un análisis químico de las condiciones de los suelos y de las aguas freáticas para asegurar la aceptabilidad del servicio de agua para esta instalación específica. Cuando existan condiciones perjudiciales, deben ser requeridos materiales alternativos aprobados o un cambio de recorrido aprobado, o una protección recomendada por el fabricante para resguardar la tubería de algún agente externo.

Las tuberías y los accesorios de las tuberías, incluyendo válvulas y llaves utilizadas en el sistema de abastecimiento de agua deben tener un contenido de plomo máximo del 8 %. Toda tubería hidráulica instalada bajo tierra y afuera de la estructura debe tener una clasificación de presión mínima de 10 kg/cm^2 , donde la presión exceda los 10 kg/cm^2 , el material de la tubería debe tener una presión mínima de trabajo igual a la presión disponible más alta.

4506.2 Válvulas de interrupción, de paso o de corte. El sistema de alimentación y distribución de agua de una vivienda debe estar dotado de válvulas de cierre, paso o corte de servicio como mínimo en los siguientes puntos:

- a) En la tubería hidráulica de servicio de la edificación desde la tubería de abastecimiento público,

- b) En la toma domiciliaria, en el lado de la descarga del medidor,
- c) En la tubería hidráulica de distribución a la entrada de la edificación,
- d) En cada piso al ramal de alimentación, para cerrar el paso de agua hacia un piso o nivel en un conjunto de viviendas,
- e) En la tubería de entrada particular a la vivienda, antes de que la tubería entre a la misma, deben tener una válvula de corte individual.
- f) En la tubería de abastecimiento a un tanque de agua por gravedad,
- g) A la salida de los depósitos de almacenamiento de agua (tinacos) de la vivienda, precedidos por una tuerca unión para su mantenimiento,
- h) A la entrada de agua al calentador de agua,
- i) En cada servicio de agua caliente y fría al mueble hidrosanitario de la vivienda

No deben instalarse válvulas en el piso o en lugares inundables.

4506.3 Acceso a válvulas. Se debe proveer de un acceso libre a todas las válvulas de interrupción, para su uso, servicio, mantenimiento, reparación y/o reemplazo. Las válvulas de globo o e esfera conocidas como llaves de nariz para mangueras de riego de jardines, deben ser identificadas. Todas las demás válvulas instaladas en ubicaciones que no sean adyacentes a muebles deben ser identificadas indicando su servicio.

SECCIÓN 4507 ALMACENAMIENTO

4507.1 Sistema almacenamiento de agua. Para sistemas de abastecimiento de agua en los cuales su suministro es por medio de la red de suministro de agua y la presión en este sistema de abastecimiento municipal no es suficiente en dotar el volumen de agua de uso en la edificación o la cantidad mínima especificada por este CEV, se debe considerar el almacenamiento de agua para los servicios de la edificación, con recipientes de almacenamiento, los cuales pueden ser tanques elevados o cisterna, o ambos.

4507.2 Tanque elevado. Todos los tanques elevados para el suministro de agua deben de permanecer tapados para impedir la contaminación del agua almacenada.

SECCIÓN 4508 TUBERÍAS

4508.1 Instalación. Los equipos de bombeo de agua hacia los tanques de almacenamiento o tinacos y del sistema de presión mecánica (hidroneumático), se deben reemplazar de acuerdo a la información técnica del fabricante de los equipos y en concordancia con condiciones de seguridad y funcionamiento. En su instalación se debe observar el espacio necesario para su supervisión, servicio, mantenimiento, reparación y/o reemplazo.

La entrada de agua potable a los tanques de almacenamiento debe ser controlada por una válvula de flotador, si es alimentado por presión de la red municipal; o bien, si es alimentado por un sistema de bombeo, debe de contar con un sistema de control (arranque - paro de bomba) de llenado, automatizado (electro niveles), para impedir que el tanque rebase su altura de almacenamiento y se rebese.

El diámetro de la tubería de descarga de la bomba (entrada a los recipientes) debe ser el obtenido, en el resultado que arroje el cálculo del proyectista para el tiempo de llenado determinado para los recipientes de almacenamiento de agua. El diámetro de la tubería de bajada de agua, que es el de alimentación al ramal principal de la vivienda, debe ser el obtenido en el resultado que arroje el cálculo del proyectista para la alimentación de la demanda total de los aparatos de consumo en la vivienda.

Los tanques de almacenamiento de agua potable por gravedad no deben ser ubicados directamente debajo de ninguna tubería sanitaria o de evacuación o de alguna otra fuente de contaminación.

4508.2 Toma domiciliaria. La tubería de la toma domiciliaria en conjunto con sus accesorios, debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011.

SECCIÓN 4509 MATERIALES DE TUBERÍAS Y CONEXIONES A USARSE EN LA VIVIENDA

4509.1 Materiales. Las tuberías y conexiones que se consideren y que formen parte del proyecto para la instalación de la red de agua potable en la vivienda, deben estar listadas en la norma NOM-001-CONAGUA-2011.

Los métodos técnicos empleados para la idoneidad de uso de los diferentes tipos de materiales a utilizar en la ejecución de las instalaciones hidráulicas y para la conducción de agua potable, será proporcionado por el propio fabricante de las tuberías a emplear en la instalación hidráulica en vivienda.

SECCIÓN 4510 SUJECIONES

4510.1 Soporte, grapas y abrazaderas. La colocación de soportes, grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a muros y pisos, se debe hacer de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados vertical u horizontalmente a muros o pisos respectivamente, se deben disponer soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre éstos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones se deben guardar las distancias de colocación de los soportes a las recomendaciones emitidas técnicamente por el fabricante de la tubería empleado en la instalación hidráulica de la vivienda. No deben transmitir ruidos o vibraciones a la vivienda. El tipo de grapa, soporte o abrazadera debe ser siempre de fácil montaje y desmontaje, contar con un acceso y área libre para su servicio, mantenimiento, reparación y/o reemplazo. En el caso de tuberías metálicas se debe observar la recomendación del fabricante para evitar pares galvánicos.

SECCIÓN 4511 RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

4511.1 Características. Los recipientes o tinacos para almacenamiento de agua por gravedad deben cumplir con la norma NMX-C-374-ONNCCE-CNCP-2012.

La capacidad de volumen requerido y la selección del o de los recipientes para el almacenamiento de agua para la vivienda lo determinará el cálculo de almacenamiento de agua que arroje el proyecto hidráulico en determinación de la capacidad necesaria para el número de personas que se consideren en la vivienda. El cálculo de la capacidad necesaria del tinaco, depende del número de personas que se consideren en la vivienda y de la dotación como la especifique el proyectista en referencia a la sección 4503 de éste CEV.

4511.2 Instalación. Para la instalación de los tinacos se debe de tomar como referencia la información técnica del fabricante al respecto, tanto para su colocación como para su mantenimiento. Al iniciar la bajada en el codo se debe localizar el jarro de aire el cual debe tener una altura mayor que el máximo nivel de agua en el tinaco. En la instalación de los tinacos se deben contar con un acceso libre para su colocación y un área libre para su servicio, mantenimiento, reparación y/o reemplazo.

SECCIÓN 4512 CISTERNA

4512.1 Consideraciones de uso. Cuando la instalación de una cisterna se considere dentro del proyecto de viviendas, se deben tener las siguientes consideraciones:

4512.2 Características. Las cisternas deben ser construidas con la asesoría e información técnica del proveedor del material suministrado para tal propósito, (concreto reforzado) y sus aditivos; así como la información del proveedor del material suministrado para impermeabilizarla en sus paredes y piso, si fuera necesario (recubrimiento interior).

Deben ser completamente impermeables y contar con registro de cierre hermético y sanitario, con espacio suficiente para que pueda entrar un hombre por medio de una escalera de aluminio para el mantenimiento de la misma.

Deben ubicarse sus costados a 3.00 m de cualquier tubería de aguas negras, o se consultara al fabricante de la tubería acerca de este rubro.

Sus esquinas inferiores al piso serán redondeadas. La distancia al lindero del predio más próximo debe ser 1.00 m. En caso de no cumplir con la distancia mínima se debe diseñar un sistema de protección que evite la posible contaminación de la cisterna o viceversa.

En el diseño de la cisterna, esta debe tener un cárcamo de captura de sólidos e impurezas del agua de la cisterna, debe diseñarse de tal forma cubica de medidas 0.30 m de ancho x 0.30 m de largo x 0.30 m de profundidad como mínimo. Quedando abajo del nivel de piso terminado de la cisterna y debe ser ubicado debajo del tubo de succión de la bomba sin que la pichancha del tubo de succión de la bomba llegue al fondo del mismo cárcamo, quedando la pichancha del tubo de succión de la bomba a una distancia de 0.20 m del nivel de piso terminado de la cisterna y de la entrada al cárcamo.

La pendiente máxima de la cisterna será del 2% y la misma será dirigida al cárcamo con el fin de que las impurezas que arrastra el agua se depositen en el cárcamo.

La cisterna debe de contar con una tubería de ventilación (respiradero).

La capacidad de almacenamiento de agua de la cisterna, será mínimo de 2 veces el consumo diario.

4512.3 Control de nivel. El control de llenado de la cisterna se hará por medio de una válvula de llenado con flotador y del diámetro adecuado para su llenado.

En el caso de tomar el agua para llevarla hasta los depósitos de almacenamiento en la parte superior de la vivienda, esto se debe hacer por medio de interruptores automáticos (electroniveles) que permitan:

- Arrancar la bomba cuando el nivel de agua en el depósito de almacenamiento superior de la vivienda descienda hasta la mitad de la altura útil.
- Parar la bomba cuando el nivel de agua en el depósito de almacenamiento de la vivienda ascienda a su nivel máximo.
- Parar la bomba cuando el nivel de agua en la cisterna descienda a una altura de 0.05 m. por encima de la canastilla (pichancha) de succión de la bomba.

SECCIÓN 4513 INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

4513.1 Jarros de aire, características e instalación. Los jarros de aire sirven principalmente para eliminar las burbujas de aire de las tuberías del agua fría. Se instalan para dos variantes de la instalación.

- Jarros de aire para tinacos: Los jarros de aire deben tener una altura mayor a la parte superior del tinaco o tanque de almacenamiento y se recomienda que este sea colocado en el codo de la bajada principal del ramal vertical. Se pueden usar los jarros de aire que se proveen con los tanques de almacenamiento de agua.
- Jarros de aire para calentadores: Los jarros de aire instalados en la línea de agua caliente que sirven para eliminar el vapor de los calentadores cuando la temperatura en el interior es muy elevada, y como elemento de seguridad ante sobrecalentamiento del agua por falla en el termostato, solo para calentadores de depósito. Estos se pueden instalar en vivienda de no más de 2 niveles, deben tener una altura mayor a la parte superior del tinaco o tanque de almacenamiento de agua. En edificios de departamentos y condominios pluri-familiares se recomienda instalar una válvula de alivio, en la tubería de agua caliente, para los calentadores de depósito y de rápida recuperación en lugar de los jarros de aire, únicamente en caso en el caso de dicha válvula de alivio no venga instalada en el calentador de agua.

4513.2 Colocación de tuberías. Todas las tuberías deben ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural y constructivo de la vivienda, se debe evitar cualquier daño o disminución de los elementos estructurales. Las tuberías verticales deben colocarse al paramento en espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos permitan

su instalación, revisión, reparación, mantenimiento y/o reemplazo. La tubería hidráulica de servicio de agua potable no debe ser instalada en, debajo o encima de sumideros, tanques sépticos, área de percolación séptica o pozos absorbentes.

4513.3 Agua fría y agua caliente. Las tuberías de agua fría y agua caliente se pueden instalar en el mismo espacio siempre y cuando existe una separación de 0.03 m. Las tuberías deben ir separadas de tuberías de refrigeración, ductos de aire acondicionado, tubería de gas LP o tubería de gas natural; de cualquier canalización o elemento que contenga cableado eléctrico con voltaje de 127 VAC o mayor, a una distancia de separación de por lo menos 0.10 m, para los conductores eléctricos que manejan hasta 1,2 V o 0.1 A, no existe distancia mínima de separación.

Todas las tuberías de distribución de agua potable deben alejarse lo más posible de instalaciones sanitarias, como mínimo 1.0 m.

Cuando las tuberías de agua crucen las tuberías de drenaje, se deben instalar siempre por encima de éstas con una distancia vertical mínima de 0.15 m. La tubería de servicio de agua y la descarga de drenaje sanitario deben estar separadas por 1.50 m de tierra compactada.

4513.4 Tuberías de cobre. Las tuberías de cobre que se coloquen en contacto con elementos de acero galvanizado y para evitar fenómenos de corrosión debidos a pares galvánicos y arrastres de iones de Cu^+ entre los elementos de acero y el cobre, se les debe colocar un material aislante en el contacto entre ambas piezas.

Para la unión de los tramos de tuberías de cobre, conexiones de cobre, latón y bronce; válvulas y accesorios, ya sea en tuberías de alimentación de agua caliente y/o en tuberías de agua fría se debe utilizar soldadura conocida como de carrete o hilo de aleación 95/5 (estaño/antimonio), y pasta fundente no corrosiva. No se permite el uso de soldadura de aleación 50/50 (estaño/plomo) para instalaciones de agua potable.

Las tuberías metálicas se deben proteger contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador en toda su longitud. Los revestimientos adecuados, cuando los tubos están enterrados o empotrados según el material de los mismos deben ser: para tubos de acero con revestimiento de polietileno, resina epóxica o alquitrán de poliuretano; para tubos de cobre, revestimientos de plástico.

4513.5 Identificación de redes. En todas las edificaciones donde dos o más sistemas de distribución de

agua, uno de agua potable y el otro de no potable, estén instalados, cada sistema debe estar identificado ya sea por una marca de color o por etiquetas de metal. La identificación de las tuberías debe incluir los contenidos del sistema de tubería y una flecha indicando la dirección del flujo.

Los sistemas de tuberías peligrosas también deben contener información acerca de la naturaleza del peligro. La identificación de la tubería debe repetirse a intervalos máximos de 1.0 m y en cada punto donde la tubería pase a través de una pared, piso o techo. Las letras deben ser fácilmente observables dentro de la habitación o espacio donde la tubería este ubicada. El color debe ser visible y consistente a lo largo de toda la edificación.

4513.6 Contaminación. Un sistema de abastecimiento de agua debe ser diseñado, instalado y mantenido de tal manera que se impida la contaminación del agua potable por medio de líquidos no potables, sólidos o gases. La tubería de suministro a los muebles hidrosanitarios debe ser instalada de manera que se impida el contraflujo. Las conexiones cruzadas están prohibidas.

La tubería que ha sido utilizada para otro propósito que el de transportar agua potable no debe ser utilizada para transportar agua potable. La superficie interior de un tanque de agua potable no debe estar forrada, pintada o reparada con cualquier material que cambie el sabor, olor, color o potabilidad del abastecimiento de agua cuando el tanque es puesto en servicio o cuando retorna a él. Las bombas, coladeras, ablandadores, tanques y otros dispositivos que manipulan o tratan agua potable deben ser protegidos contra la contaminación.

4513.7 Prueba hidrostática. El sistema de distribución debe ser aprobado una vez que cumpla con las inspecciones y ensayos referidos a la sección 4203 de éste CEV.

La inspección de elementos bajo tierra debe llevarse a cabo después de que las zanjas estén excavadas y acolchonadas, la tubería instalada, y antes de que el relleno comience a ser colocado.

La inspección de obra negra debe llevarse a cabo después de que el techo, entramado, bloqueo anti fuego y sellado contra incendio, contratiro y arriostramiento estén en su lugar y toda la tubería sanitaria, de desagüe pluvial y de distribución de agua esté conectada en obra negra y antes de que se instalen las membranas de techos y paredes.

Una inspección final de los servicios debe llevarse a cabo cuando todos los muebles sanitarios estén instalados correctamente y la estructura esté lista para su ocupación.

4513.8 Limpieza final. Las instalaciones de agua potable, nuevas o reparadas, deben ser purgadas de materias perjudiciales y desinfectadas antes de usarse y cuidar que por ellas fluya el agua potable a la velocidad y presión mínima para evitar azolve que con el tiempo degeneren en escamas permanentes que contaminen dicho flujo.

El sistema de tubería debe ser higienizado con agua limpia hasta que el agua sucia desaparezca de las tuberías de salida, se debe llenar con una solución de agua/cloro que contenga 10 ml de cloro por 1 L de agua y el sistema o parte del mismo, debe ser sellado y debe permanecer durante 6 h. El sistema debe ser limpiado con agua limpia hasta que la presencia del cloro desaparezca.

CAPÍTULO 46 - DRENAJE SANITARIO

SECCIÓN 4601 CONSIDERACIONES GENERALES

4601.1 Consideraciones generales. Este documento contiene los requisitos mínimos para el diseño de instalaciones sanitarias para vivienda. Está basado en ingeniería sanitaria relativa a edificios. El sistema de drenaje sanitario se instala para retirar de la vivienda de forma segura las aguas servidas o residuales resultado de la utilización de los muebles y accesorios sanitarios. Este sistema debe descargar al sistema de alcantarillado municipal a un sistema aprobado por las autoridades competentes.

4601.2 Separación de aguas. En las edificaciones ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües de las viviendas deben ser separados; uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales, se permite que las tuberías principales de descarga sanitaria y pluvial vayan adyacentes ambas en una misma zanja, garantizando la impermeabilidad de un sistema a otro.

4601.3 Ventilación. El sistema de ventilación del sistema de drenaje sanitario es un medio de circulación de aire dentro de las tuberías de drenaje. Es necesario considerar el uso de trampas hidráulicas y obturadores para evitar la contaminación en la vivienda por malos olores.

SECCIÓN 4602 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

4602.1 Precauciones. Las instalaciones sanitarias deben ser colocadas con la debida atención para preservar la resistencia de los componentes estructurales y la prevención de los daños a los muros y otras superficies debido a la colocación de equipos y muebles sanitarios. Debe evitarse que posibles movimientos de la estructura dañen la tubería sanitaria. Para estos casos y efectos la tubería de drenaje sanitario debe de estar por lo menos a 1.0 m de distancia de la tubería principal de alimentación de agua potable.

Las tuberías que pasen a través de un muro de concreto o bloque de cemento, pisos u otros materiales corrosivos deben estar protegidas contra la corrosión externa por un revestimiento que resista la reacción de la cal y el ácido del concreto, de acuerdo a la información técnica suministrada por el proveedor de las tuberías. El revestimiento debe permitir la expansión y contracción de la tubería para impedir

la fricción cuyo espesor mínimo debe ser de 20 mm o bien otro medio de alivio como omegas o dobleces diseñados para este fin.

4602.2 Desagüe y ventilación. Las tuberías de desagüe deben tener un diámetro no menor de 38 mm (1½ pulg.), el cual no debe ser inferior al de la boca de desagüe de cada mueble. Se debe instalar con una pendiente mínima del 1%. Las tuberías de desagüe deben estar provistas de un tubo ventilador, mínimo de 38 mm (1½ pulg.) de diámetro y deben de seguirse las indicaciones para la terminación de la ventilación de acuerdo a lo establecido en el capítulo 47.

La conexión de tuberías de muebles sanitarios y coladeras de la instalación hidrosanitaria debe proveer obturadores o sellos hidráulicos. Las conexiones de transición entre tubos de diferentes materiales para los sistemas de albañal se deben hacer mediante piezas especiales. Los inodoros deben ser de modelos aprobados por las Norma Oficial Mexicana aplicable y al instalarse deben quedar provistos de tubo ventilador.

4602.3 Tuberías dispuestas en zanjas, excavación y relleno. Una tubería enterrada debe estar apoyada en todo su largo. Las zanjas deben ser excavadas de forma que el fondo forme el lecho para la tubería y un apoyo de carga sólido y continuo deber ser provisto entre las juntas. Ver la Sección 4304 de este CEV.

4602.4 Remoción de rocas. Cuando se encuentre roca en el fondo de la excavación de la zanja, la roca debe ser removida a un mínimo de 7.5 cm por debajo del nivel de instalación de la tubería y siguiendo las instrucciones e información técnica suministrada por el proveedor de las tuberías.

4602.5 Rellenos. Si se encuentran materiales blandos en el fondo de la zanja, se debe lograr su estabilización acorde al resultado que arroje el estudio de mecánica de suelos sobre el terreno de la edificación.

Si se considera la estabilización por medio de concreto simple, se debe colocar una cama de arena para proveer un colchón de carga uniforme como soporte para la tubería. Ver la Sección 4304 de este CEV.

4602.6 Conexiones entre tubería de drenaje y muebles sanitarios. Las conexiones entre la tubería de desagüe y los muebles sanitarios deben cumplir con las siguientes exigencias:

4602.6.1 Muebles. Los muebles sanitarios para vivienda son: inodoro, lavabo, regadera, fregadero o tarja, lavadero; y conexión de desagüe para lavadora doméstica, la cual puede estar instalada en la azotea o patio de servicio. También pueden llegar a encontrarse bidet, tina, y salidas de desagüe para trituradora de desperdicios y lava-vajillas.

Los muebles sanitarios deben ser colocados a nivel y con la correcta alineación con referencia a los muros adyacentes o piso. Los muebles sanitarios y los accesorios deben cumplir con la norma aplicable. Ver el numeral 4104.1

4602.6.2 Inodoro. La conexión entre la tubería de captación de agua servida al piso o muro y la boca de salida del inodoro debe realizarse con un material que garantice la hermeticidad. El inodoro en su descarga debe estar centrado al tubo receptor y anclado al piso con taquetes y pernos o tornillos autoroscantes (pijas), resistentes a la corrosión y específicos para este fin.

Las juntas entre el tanque bajo y el inodoro deben hacerse por medio de tornillos de plástico o de material inoxidable y deben tener empaques para sellar y evitar escurrimientos. La unión entre la salida de agua de descarga del tanque bajo al inodoro debe hacerse con un empaque para tanque a taza. No se permite el uso de mastique, silicón o cera de junta para este propósito.

La unión entre el borde inferior del inodoro y el piso, debe ser sellada herméticamente con material fácilmente removible. No se permite el uso de silicón para este propósito. El inodoro debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-009-CONAGUA-2001 y quedar colocado a nivel. El diámetro de la tubería está indicado en el capítulo 44 tabla 4402.

4602.6.3 Lavadora de ropa electrodoméstica. El desagüe de la lavadora debe ser por medio de una apertura atmosférica y descargar exclusivamente a una tubería vertical de diámetro indicado en el capítulo 44 tabla 4402.

La lavadora de ropa debe cumplir con lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-005-ENER-2015.

4602.6.4 Coladeras. Las coladeras de piso deben tener obturador o trampa hidráulica, tapa removible y en su interior formar el obturador o sello hidráulico para evitar la salida de gases. La coladera debe tener un área de pasaje de agua menor que el fondo de la coladera. El diámetro mínimo de las salidas de drenaje de las coladeras al piso debe ser de 38 mm (1 ½ pulg.).

4602.6.5 Lavabos. El desagüe para lavabo puede ser a muro o a piso. Entre la salida inferior del lavabo y la conexión a la boca de la toma de desagüe, se debe colocar un céspol de material plástico o metálico específico para este fin y que permita en su interior crear un obturador o sello hidráulico que impida el paso de malos olores. También se pueden colocar las llamadas trampas de hule específicas para este fin, en sustitución del céspol.

Entre la conexión de boca de la toma de la tubería de drenaje y el céspol se debe colocar un conector de hule para evitar el escurrimiento de las aguas servidas.

El lavabo debe sujetarse al muro con soporte universal o ménsulas para lavabo, evitando esfuerzos sobre la tubería de desagüe y alimentación hidráulica. En la unión donde el lavabo haga contacto con el muro y en caso en que el lavabo haga contacto con el pedestal, estas deben ser selladas herméticamente con sellador. El diámetro de la tubería de desagüe está indicado en el capítulo 44 tabla 4402.

4602.6.6 Regaderas. Las aguas jabonosas deben ser drenadas por coladera de piso o el medio apropiado para tal fin. El diámetro de salida de drenaje de las coladeras que captan el agua de la regadera está indicado en el capítulo 44 tabla 4402.

El piso de la regadera debe tener una pendiente del 2 % hacia la boca de salida, se debe hacer una junta impermeable entre el piso y la boca de entrada a la coladera.

4602.6.7 Fregaderos. Los fregaderos o tarjas pueden ir colocados a muro, a piso o sobre mueble. En la boca de la tarja se debe colocar una contracanasta con tapa, para dirigir la salida al desagüe de aguas servidas y la contención de sólidos, puede ser de material plástico o metálico. Entre la salida inferior del casquillo de la contracanasta del fregadero de la tarja se debe de colocar un elemento que dirija las aguas servidas a la toma de drenaje, esto se hace por medio de un céspol de material plástico o metálico específico para este fin, con obturador o sello hidráulico que impida el paso de malos olores.

También se pueden colocar las llamadas trampas de hule adecuadas para este fin, en sustitución del céspol.

Entre la conexión de boca de la toma de la tubería de drenaje y el céspol se debe colocar un conector de hule para evitar el escurrimiento en el muro o piso de aguas servidas al interior de la vivienda.

El diámetro de la tubería de desagüe está indicado en el capítulo 44 tabla 4402.

4602.6.8 Obturador o Sello Hidráulico. El desagüe de lavabos, fregaderos, tinas, regaderas y bidet, debe contar con un obturador o sello hidráulico, deben tener ventilación individual o conectada a otros tubos de ventilación al menos por núcleo de sanitario.

4602.6.9 Rompedor de presión. En caso de edificaciones de más de un nivel, las bajadas de aguas deben descargar a un registro o elemento rompedor de presión; y deben tener un tirante como mínimo de 30 cm para amortiguar la fuerza de llegada.

4602.6.10 Espacios libres. Ver Parte 3 de este CEV.

4602.6.11 Pisos y muros. Los espacios para baños deben tener pisos impermeables antiderrapantes, los muros del área de regaderas deben tener materiales impermeables hasta una altura de 1.80 m y del inodoro hasta 1.50 m, en los baños en que solamente exista regadera, sin tener tina, la parte del piso sobre el que descargue la regadera, debe estar provista de coladera con obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores.

4602.6.12 Ventilación. En los casos en que un cuarto para servicios sanitarios tenga ventilación artificial, el sistema que se establezca para dicha ventilación debe contar con un dispositivo independiente para abrirse o cerrarse a voluntad.

4602.6.13 Colocación de muebles sanitarios. Todos los muebles deben cumplir con las normas vigentes aplicables. Se deben fijar, sujetar y nivelar conforme a la información del fabricante, en la posición indicada por el proyecto, con el sistema de sujeción adecuado al modelo del mueble. No deben usarse las tuberías de desagüe o de alimentación como auxiliares para la fijación.

4602.6.14 Lavadero de ropa. Los lavaderos deben estar compuestos por un depósito de almacenamiento de agua (pileta) y de una charola estriada como superficie de tallado. Las medidas mínimas en su conjunto deben ser 55 cm x 55 cm. Se deben sujetar y soportar dependiendo de su peso y localización, con bases de tabique o con un armazón de barras de solera y empotrados en el muro. En el caso de sujetarse al muro con un armazón de solera deben usarse taquetes de expansión. El diámetro de tubería de desagüe se indica en capítulo 44, numeral 4410.4.

4602.6.15 Salida de descarga. Todo tubo receptor de agua servidas o coladera de captación de agua debe conectar al albañal interior.

4602.7 Unidades de descarga. Los valores unitarios usados para cuantificar los volúmenes de desalojo de aguas servidas de los muebles sanitarios en la vivienda se conocen como unidades de descarga o unidades de desagüe (UD) citados en la Tabla 4602.7 A, estos designan la carga nominal relativa o de evacuación de los diferentes tipos de muebles sanitarios, la cual debe ser considerada en forma individual o acumulada. Las unidades de descarga deben ser utilizadas para obtener las dimensiones de la tubería y ramales de desagüe por medio de la Tabla 4602.7 B

TABLA 4602.7 A. DIÁMETROS MÍNIMOS DE TUBERÍAS DE DESAGÜE Y SU EQUIVALENCIA EN UNIDADES DE DESCARGA (UD).

Tipo de mueble sanitario	Unidades de descarga o de desagüe por tipo de mueble (UD)	Diámetro mínimo de tubería para recibir la descarga del mueble en mm (in)
Lavadora de ropa electrodoméstica	2	38 (1 ½ in)
Fregadero o tarja doméstica	4	50 (2 in)
Triturador de residuos	4	50 (2 in)
Lavavajillas.	2	50 (2 in)
Lavadero	2	38 (1 ½in)
Regadera (coladera de)	4	50 (2 in)
Inodoro	4	100 (4 in)
Tina	4	38 (1 ½ in)
Bidet	2	38 (1 ½ in)
Lavabo	2	38 (1 ½ in)

Si el mueble sanitario no está considerado en la Tabla 4602.7 A, se debe aplicar la Tabla 4602.7 C de acuerdo al diámetro de la boca de salida del mueble.

La dimensión mínima para la trampa de muebles no incluidos debe ser la dimensión nominal de la boca de descarga, pero nunca menos de 32 mm (1.25 pulg.).

Los valores unitarios de desagüe de muebles para flujo continuo y semicontinuo no mostrados deben ser calculados a razón de 0.06 L/s de flujo equivalente a dos unidades mueble.

TABLA 4602.7 B. ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE TUBERÍAS HORIZONTALES DE DESAGÜE.

Número máximo de unidades de desagüe o descarga de muebles conectados a cualquier porción del desagüe o sus ramales			
Diámetro de la tubería en mm (pulg.)	Pendiente en por ciento		
	1.5 %	2%	4%
38 (1 ½)	-	4	4
50 (2)	10	21	26
75 (3)	20	27	36
100 (4)	180	216	250
150 (6)	700	840	1000
200 (8)	1600	1900	2300

TABLA 4602.7C UNIDADES DE DESCARGA, DE MUEBLES O TRAMPAS SEGÚN SU DIÁMETRO

Drenaje de mueble o trampa en mm (pulg.)	Valor unitario en unidades de descarga del mueble (UD)
32 (1 ¼)	1
38 (1 ½)	2
50 (2)	3
75 (3)	5
100 (4)	6

4602.8 Condiciones de la instalación. La tubería de drenaje sanitario debe ser instalada con un alineamiento y pendiente uniforme. La pendiente mínima de la tubería de drenaje horizontal debe estar de acuerdo a la Tabla 4602.8 A.

- a) Reducciones. No está permitido que el diámetro de la tubería sea reducido en dirección al flujo.
- b) Los ramales horizontales de desagüe deben conectar a las tuberías verticales de bajada de desagüe con conexiones "Y" y a no menos de 10 diámetros del tubo vertical.
- c) Para las ventilaciones ver el Capítulo 47.

TABLA 4602.8 A PENDIENTE DE LA TUBERÍA DE DRENAJE HORIZONTAL

Diámetro mm (pulg.)	Pendiente mínima en porcentaje
Hasta 76 (3)	2
76 a 150 (3 a 6)	1
200 ó mayor (8 o mayor)	0.5

**SECCIÓN 4603
CÁLCULO DEL SISTEMA DE DRENAJE**

44603.1 Unidades de descarga y cálculo de ramales. El número máximo de unidades de drenaje de muebles conectados a un drenaje sanitario, descarga, ramal horizontal o vertical, debe determinarse usando las Tablas 4602.7 A, 4602.7 B 4602.7 C, 4602.8 A, 4603.1.

Cuando se tenga previsto la instalación de muebles futuros en la instalación, esta debe ser diseñada de acuerdo a los requerimientos de captación individual y acumulada de desagüe de los muebles.

La instalación puede ser terminada con un tapón o conexión aprobada para el desazolve del sistema.

4603.2 Juntas. Las juntas entre tuberías o accesorios deben cumplir con la normatividad aplicable y las indicaciones del fabricante y:

- a) Solamente entre materiales compatibles aprobados
- b) Utilizando los procedimientos de ejecución aprobados
- c) Sometiendo el material a las pruebas aplicables.

Ver en el Anexo 1 el listado de Normas Mexicanas y Normas Oficiales Mexicanas y en caso de no existir utiliza las de la Normas Internacionales aplicables.

4603.3 Tuberías y piezas especiales.

4603.3.1 Especificaciones. Las tuberías pueden instalarse ocultas bajo el piso de los edificios, siempre y cuando se garantice su impermeabilidad, cuando sean visibles deben estar apoyadas sobre el piso o suspendidas de la estructura del edificio sin ocasionarle deterioro.

Cada tramo de tubería y accesorio utilizado en la instalación sanitaria debe llevar la identificación del fabricante, cumplir con las normas vigentes aplicables y deben ser instalados de acuerdo con los métodos indicados por el fabricante.

Las tuberías y conexiones que formen parte de la red sanitaria en la edificación, deben cumplir con la norma NMX-AA-176-SCFI-2015. Instalaciones Hidrosanitarias para la Edificación de Vivienda- Especificaciones y Métodos de Ensayo.

4603.4 Soportes. La colocación de soportes, grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos sanitarios en muros, bajo losas o en rellenos de entrepisos y bajo estos, se debe hacer de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados vertical u horizontalmente,

TABLA 4603.1 RAMELES HORIZONTALES Y BAJANTES

Diámetro de la tubería (mm)	Máximo número de unidades de drenaje de muebles (UD). Totales			
	A un ramal horizontal	De bajante a ramal horizontal	Descarga para bajante de 3 niveles o menos	Descarga para bajante de 3 niveles o mas
38	3	2	4	8
50	6	6	10	24
75	20	20	48	72
100	160	90	240	500
150	620	350	960	1900
200	1400	600	2200	3600

conservando su pendiente. Se deben disponer los soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre éstos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones, y se deben guardar las distancias de colocación de los soportes a las recomendaciones del fabricante de la tubería. No deben transmitir ruidos o vibraciones a la edificación. El tipo de grapa, soporte o abrazadera debe ser siempre de fácil montaje y desmontaje, contar con un acceso y área libre para la revisión, servicio, mantenimiento, reparación o reemplazo de las tuberías o los medios de sujeción. En el caso de tubería metálica se debe observar la recomendación del fabricante para evitar pares galvánicos. La tubería debe ser instalada en tramos rectos, no se aceptan dobleces en la tubería para librar obstáculos o alcanzar conexiones próximas.

4603.5 Descargas al exterior.

- La tubería o albañal que conduce aguas servidas de una edificación hacia fuera de los límites de su predio deben ser como mínimo de 150 mm (6 pulg.) de diámetro y al menos con una pendiente del 2 % en el sentido del flujo.
- Los albañales se deben colocar cuando menos a 1.00 m de distancia de muros y se deben construir bajo los pisos de los patios o pasillos de la edificación.
- El fondo de la excavación debe ser consolidado y colocar las tuberías sobre una cama de arena en toda su longitud para evitar asentamientos.
- Los cambios de dirección de las conexiones de ramales al albañal se deben hacer con conexiones a 45°. Se permiten conexiones "T" solamente para unir tuberías de bajantes, de vertical a horizontal.
- Los albañales interiores se deben construir con una pendiente no menor a 1.5 %.
- Solo se permiten cambios de dirección de albañales por medio de registros.

4603.6 Registros. Los albañales se deben conectar a registros colocados a distancia no mayores de 10 m. entre uno y otro y en cada cambio de dirección del albañal. Los registros deben tener las siguientes dimensiones mínimas según su profundidad: de

0.40 m. x 0.60 m. y una profundidad de hasta 0.80 m; de 0.50 m x 0.70 m para profundidades de 1.00 m a 2.00 m y de 0.60 m a 0.80 m para profundidades mayores a 2.00 m. Los registros deben tener tapas con cierre hermético, que se puedan mover con facilidad y que no permita la entrada de fauna nociva. Se debe proveer acceso a todos los registros y el primer registro debe estar en el límite del predio o muy cerca. *

SECCIÓN 4604 DRENAJES PLUVIALES

4604.1 Alcance. Todas las aguas pluviales recibidas en el predio de la vivienda, deben ser considerado en el presente capítulo.

Se debe considerar la aportación de todos los techos, áreas pavimentadas, garajes, jardines, patios y terrazas mismos que deben drenar a un sistema separado y distinto de los de recolección de aguas servidas negras o grises y hasta el límite del predio.

Cuando haya sido aprobado por la autoridad competente y no se contraponga con ninguna ley o normatividad vigente, se permite que las aguas pluviales descarguen sobre áreas planas tales como vialidades, banquetas, jardines de vialidades; y siempre que el agua no fluya hacia el interior las edificaciones.

Esta sección cubre las instalaciones necesarias dentro de los predios y, diferenciándose claramente de las de ingeniería urbana ya referidas en el Capítulo 6. Especial cuidado se debe tener para cumplir el ordenamiento de la autoridad competente relativo a las áreas libres y permeables. Cuando se haya diseñado y autorizado un sistema de drenaje combinado se deben observar las indicaciones de la autoridad competente y las de este CEV.

4604.2 Diseño.

4604.2.1 Generalidades. Es objetivo primordial en el diseño de los sistemas de alcantarillado de

aguas pluviales, el evitar el escurrimiento y acumulación de agua en las vialidades de las poblaciones que llevan a la erosión y deterioro de los pavimentos. De manera similar en los predios se debe separar la recolección y conducción de las aguas de lluvia del resto de las aguas servidas, para no sobredimensionar los sistemas o provocar inundaciones por desbordamientos de los muebles sanitarios.

4604.2.2 Estudios. Se debe recabar la información climatológica correspondiente a los registros de precipitaciones en la zona geográfica donde se construya la vivienda, para obtener de ahí los datos de precipitación característica en la zona geográfica, a partir de esos datos se puede estimar la cantidad de precipitación, para el dimensionamiento de los sistemas de captación pluvial.

4604.2.3 Diseño por captación pluvial. Existen diversos modelos disponibles de cálculo, pero por ser el más extensamente utilizado, se debe emplear el llamado método de la fórmula racional que relaciona el área de captación con la intensidad de precipitación. Especial cuidado hay que tener con la correcta selección de esos valores en las condiciones de saturación del área de captación de la precipitación. La intensidad de precipitación de diseño debe seleccionarse tomando en cuenta los datos meteorológicos y el periodo de retorno que contemple los eventos históricos de las estaciones meteorológicas cercanas.

4604.3 Infiltración. Cuando se permita o se indique y con la autorización de la autoridad competente, se puede diseñar un sistema de infiltración deliberada al subsuelo, empleando pozos, galerías, tubería con perforaciones, de junta abierta o cualquier otro método o técnica para enviar las aguas pluviales captadas a los mantos acuíferos subterráneos. Siempre se deben observar los límites permisibles y la calidad de agua exigida por la normatividad vigente antes de ser infiltrada al terreno.

Las tuberías a emplear no pueden ser menores de 100 mm de diámetro y se debe proveer una válvula de prevención del contraflujo hacia las edificaciones cuando se tengan sótanos o espacios situados a niveles inferiores al del alcantarillado municipal.

4604.4 Tanques de tormenta. Cuando las características de las redes públicas de colección de aguas pluviales no permitan la descarga inmediata de las aguas captadas en los predios, se debe proveer de los medios para regular el gasto de evacuación del agua de lluvia y suavizar los flujos en las condiciones pico de demanda. En estos casos se indica como solución preferida la instalación de almacenamientos temporales, conocidos como tanques de tormenta o cisterna de aguas pluviales. De igual manera ocurre, si el nivel de piso terminado de las áreas que captan

agua de lluvia se encuentra por debajo de los niveles de las atarjeas públicas, se precisa de cárcamos de bombeo.

Con los datos de precipitación correspondientes a la tormenta de diseño se calcula el tanque o cisterna para un llenado de una hora y un vaciado continuo de 4 y hasta 24 horas según las condiciones particulares de cada aplicación. Los cárcamos de bombeo se calculan con al menos 5 minutos de tormenta máxima captada.

4604.5 Dimensiones de las tuberías. Para el dimensionamiento de tubería de bajadas pluviales se deben de tomar en consideración las tablas 4604.5 A, 4604.5 B y 4604.5 C.

En caso de no existir indicación al respecto se toman los valores de las tablas, sin embargo, a menos que se cuente con mecanismos para impedir la obturación de las coladeras y bajadas pluviales con basura, o sólidos de cualquier tipo, se debe instalar un diámetro mínimo de 100 mm, en cualquier caso, de tuberías verticales.

*

Por seguridad se debe proveer de no menos de 2 bajadas para una superficie de techo de 200 m² y no menos de 4 para áreas mayores de 200 m².

TABLA 4604.5 A. DIMENSIONES DE TUBERÍAS VERTICALES PARA BAJADAS PLUVIALES. (CAPACIDAD LLENA A LA TERCERA PARTE DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL)

Diámetro mm (pulg.)	Intensidad de lluvia en mm/h		
	100	150	200
	Superficie de captación de aguas pluviales en m ²		
50 (2)	68	45	34
75 (3)	208	139	10
100 (4)	434	289	217
150 (6)	1274	849	639
200 (8)	2737	1825	1368

TABLA 4604.5 B. DIMENSIONES DE TUBERÍAS HORIZONTALES PARA PENDIENTES DEL 1 %.

Diámetro mm (pulg.)	Intensidad de lluvia en mm/h		
	100	150	200
	Superficie de captación de aguas pluviales en m ²		
75 (3)	76	51	38
100 (4)	174	116	87
150 (6)	495	330	247
200 (8)	1064	709	532

**TABLA 4604.5 C. DIMENSIONES DE TUBERÍAS HORIZON-
TALES CON PENDIENTES DEL 2%**

Diámetro mm (pulg.)	Intensidad de lluvia en mm/h		
	100	150	200
	Superficie de captación de aguas pluviales en m ²		
75 (3)	107	71	53
100 (4)	246	164	123
150 (6)	698	465	349
200 (8)	1504	1003	752

4604.6 Características de la instalación. Se aplican las recomendaciones constructivas de los párrafos aplicables a las aguas negras y grises de las Secciones 4601 y 4602, resaltando:

4604.6.1 Velocidades. Las velocidades del flujo deben ser proporcionados por el proveedor de los diferentes tipos de tuberías a usarse en la instalación sanitaria en vivienda, pero siempre dentro del rango de 0.60 a 3.00 m/s a tubo lleno.

4604.6.2 Materiales. Las tuberías y conexiones que se consideren y que formen parte de la red de captación de aguas pluviales en la vivienda, deben cumplir con lo indicado en la norma NMX-AA-176-SCFI-2015.

4604.6.3 Registros. En caso de evacuar las aguas pluviales esto se debe de hacer por medio de registros de albañales, de al menos 40 x 60 cm en profundidades de hasta un metro, por cada 10 m de tramo recto y uno en cada cambio de dirección o descarga de una columna o bajada de aguas pluviales.

4604.6.4 Coladeras. Las coladeras en azoteas deben tener un área de boca de por lo menos de una vez y media la de la bajada, las de tipo plana deben tener un área de boca al menos 2 veces la del tubo de descarga al que está conectada.

4604.6.5 Bajo nivel. Los desagües de áreas de captación pluvial por debajo del nivel de banqueta deben estar protegidos por válvula de no retorno o contra flujo y no menores de 0.100 m.

4604.6.6 Sumideros. Los sumideros y pozos de absorción deben ser no menores de 1.0 m de diámetro y 1.50 m de profundidad, accesibles en su ubicación y asegurando que se separan los sólidos en decantadores previos a la disposición de las capas de materiales filtrantes y se cumplen los parámetros de descarga de la normatividad vigente.

4604.6.7 Paredes interiores. Se debe asegurar que las tuberías son instaladas sin bordes o reducciones en el sentido del flujo y con conexiones a 45°.

4604.7 Sistema combinado. Para dimensionar las tuberías en sistemas combinados se pueden convertir las proyecciones horizontales de las áreas tributarias a unidades de descarga de mueble de la manera siguiente: Para precipitaciones de 25 mm/h un área de 372 m² se hace equivalente a 256 UD y para los excedentes se debe adicionar 1 UD por cada 1.5 m². Cuando existe una descarga adicional de tanques reguladores por medio de una bomba se debe tomar su caudal para ser adicionado y al menos cada litro por minuto se puede considerar igual a 2.35 m² de techo. Para otras precipitaciones hacer los ajustes necesarios consultando las referencias especializadas.

CAPÍTULO 47 - SISTEMAS DE VENTILACIÓN

SECCIÓN 4701 CONSIDERACIONES GENERALES

4701.1 Alcance. Las disposiciones de este capítulo regulan los materiales, diseño, construcción e instalación de los sistemas de ventilación sanitaria.

4701.2 Sello hidráulico. Todo sistema de drenaje sanitario en la edificación debe tener al menos un tubo dedicado a la ventilación sanitaria que permita la admisión o emisión de aire de manera que el sello de cualquier trampa hidráulica no esté sujeto a un diferencial de presión de aire de más de 25 mm (1 pulg.) de columna de agua (249 Pa). Cada trampa y mueble con trampa deben ser ventilados de acuerdo a los métodos de ventilación aquí señalados.

4701.3 Limitación de uso. El sistema de tubería de ventilación no debe ser utilizado para otros propósitos que no sean la ventilación del sistema sanitario.

4701.4 Materiales. Los materiales y métodos utilizados para la construcción e instalación de sistemas de ventilación deben cumplir con las disposiciones aplicables al Capítulo 47.

SECCIÓN 4702 EXTENSIONES Y TERMINALES DE VENTILACIÓN SANITARIA

4702.1 Remate de ventilación sanitaria. El sistema de ventilación sanitaria de la edificación debe tener al menos un tubo de ventilación que se extienda hasta el exterior. La ventilación sanitaria debe ser un respiradero seco que se conecte al desagüe sanitario de la edificación o una extensión del mismo.

Se requiere un tubo de ventilación vertical para cada bajante de desagüe sanitario que tenga cinco intervalos de ramales o más. Cada ventilación vertical o ventilación de respiradero de bajante debe terminar al exterior. Se permite el uso de una válvula de admisión de aire para sistemas sanitarios.

4702.2 Ventilaciones sobre techo. Toda tubería de ventilación sanitaria que se extienda a través de un techo debe ser terminada en un remate de ventilación de una sola pieza, o en un remate de ventilación hechos por dos codos de 90°, de forma que la salida en el último codo dirija hacia abajo. Quedan prohibidas las ventilaciones de secciones de tubo cortadas, que la boca del tubo quedes expuesta hacia arriba con o sin protección. En una azotea sin

uso (azoteas solo para tinacos de agua, recipientes de gas LP, cabezal de medidores de gas, antenas de TV, etc.) se extenderá su longitud 0.30 m sobre el nivel del techo, excepto donde el techo vaya a ser utilizado como azotea con uso (patio de parrilladas, asoleaderos, jardines, patio de eventos, etc.) donde además de la protección contra la intemperie, en estos casos la extensión del tubo de ventilación debe ser de no menos de 2.10 m sobre el nivel del techo. Toda extensión de la tubería de ventilación a través de un techo o muro debe ser como mínimo de 38 mm (2 ½ pulg.) de diámetro. Todo incremento en el tamaño de la ventilación debe hacerse dentro de la estructura como mínimo a una distancia de 0.30 m debajo del techo o dentro del muro. Los tubos de ventilación o respiraderos no deben utilizarse como mástiles o para soportar mástiles de antenas de televisión o similares.

SECCIÓN 4703 REQUERIMIENTOS Y CONEXIONES DE VENTILACIONES

4703.1 Ubicación de la ventilación. Cada terminal de ventilación abierta para un sistema de desagüe sanitario no debe localizarse directamente debajo de una puerta, ventana, o cualquier otro paso de aire a la edificación o de una edificación adyacente. Cualquier terminal de ventilación no debe estar a menos de 3.00 m horizontalmente de dichas aberturas, excepto que esté por lo menos a 0.60 m por encima de la parte superior de dichas aberturas. Terminales de ventilación que se extiendan a través de un muro deben terminar como mínimo a 3.00 m desde la línea del terreno y 3.00 m sobre el nivel de piso terminado del terreno. La terminal de la ventilación no debe terminar debajo de una bovedilla que tenga el cielo raso ventilado. Los remates de ventilación contiguas a un muro deben estar protegidas para impedir entrada de que fauna nociva.

4703.2 Conexiones. Todas las ventilaciones individuales, en ramales y en circuito deben estar conectados a una ventilación vertical o ventilación de bajante. Toda tubería de ventilación y todos los ramales deben tener pendiente para drenar hacia la tubería de desagüe por gravedad. Toda ventilación seca conectada a un desagüe horizontal debe conectarse por encima de la línea central de la tubería horizontal de desagüe. Donde se instale tubería de desagüe para futuros muebles debe también instalarse ventilación sanitaria con diámetro no menor que medio diámetro del tubo de desagüe y ambos debidamente identificados.

SECCIÓN 4704 PROTECCIÓN

4704.1 Elevación vertical de la ventilación. Todo tubo de ventilación seco debe elevarse verticalmente un mínimo de 150 mm por encima del nivel de inundación de la trampa hidráulica del mueble más alto o del mueble con trampa que es ventilado, con excepción de las ventilaciones para interceptores ubicados en el exterior.

4704.2 Elevación por encima de muebles. La conexión entre la tubería de ventilación y la ventilación de bajantes debe hacerse al menos a 150 mm sobre el nivel de inundación de la trampa hidráulica del mueble más alto servido por la ventilación. Los tubos horizontales de ventilación que forman ramales de ventilaciones, respiraderos de alivio o respiraderos en circuito, deben estar por lo menos a 150 mm sobre el nivel de inundación de la trampa hidráulica del mueble al que sirven.

SECCIÓN 4705 VENTILACIÓN DE MUEBLES

4705.1 Distancia horizontal de la trampa hidráulica a la ventilación. Cada trampa hidráulica de mueble sanitario debe tener un tubo de ventilación de protección, ubicado de manera que la pendiente y la longitud desarrollada en el desagüe del mueble, desde el vertedero de la trampa hidráulica al respiradero de accesorio estén dentro de los requisitos establecidos en la Tabla 4705.1A.

Excepción: La longitud desarrollada del desagüe del mueble desde el vertedero de la trampa hidráulica hasta la conexión del respiradero para los muebles con autosifonaje como los inodoros, no debe estar limitada.

TABLA 4705.1A DISTANCIA MÁXIMA HORIZONTAL DE LA TRAMPA HIDRÁULICA DEL MUEBLE HIDROSANITARIO A LA VENTILACIÓN.

Diámetro de la trampa en mm (in)	Pendiente en %	Distancia desde la trampa (m)
32 (1 ¼)	2%	1.5
38 (1 ½)	2%	1.8
50 (2)	2%	2.5
75 (3)	1%	3.6
100 (4)	1%	4.8

4705.2 Ventilación para desagües de mueble. La caída total en un desagüe de mueble debido a la pendiente de la tubería no debe exceder el diámetro del desagüe del mueble, ni la conexión de la ventilación del desagüe del mueble, debe estar por debajo

del vertedero de la trampa hidráulica, excepto para inodoros. La ventilación de circuito no debe ser instalado dentro del espacio de dos diámetros de tubo de la trampa del vertedero.

4705.3 Ventilación independiente. Se permite que cada trampa y mueble con trampa hidráulica esté provisto de una ventilación independiente. La ventilación independiente debe conectarse al desagüe de mueble de la trampa hidráulica o al mueble con trampa hidráulica que se ventila.

4705.4 Ventilación independiente como respiradero común. Se permite que una ventilación individual ventile dos trampas hidráulicas o de mueble como respiradero común. Las trampas hidráulicas o de muebles que son ventiladas por una ventilación común deben ser localizadas en el mismo nivel de piso. Cuando el desagüe de muebles que reciben una ventilación común son conectados al mismo nivel, la conexión del respiradero debe estar en la interconexión del desagüe del mueble o corriente abajo de la interconexión.

4705.5 Conexiones a diferentes niveles. Cuando los desagües de los muebles se conectan en diferentes niveles, la ventilación debe conectarse como una extensión vertical del desagüe vertical. La tubería de desagüe vertical que conecta los dos desagües de muebles debe ser considerada como respiradero para el desagüe del mueble más bajo y debe ser dimensionado de acuerdo con la Tabla 4705.1A. El mueble superior no debe ser un inodoro.

SECCIÓN 4706 TUBERÍA DE VENTILACIÓN HÚMEDA

4706.1 Tubería horizontal de ventilación húmeda permitida. Cualquier combinación de muebles dentro de dos grupos de muebles sanitarios ubicados en el mismo nivel estén ventilados por medio de una tubería horizontal de ventilación húmeda. La tubería debe ser considerada como el respiradero de los muebles y debe extenderse desde la conexión con el tubo seco de ventilación en la dirección del flujo del tubo de desagüe hasta la conexión con el desagüe del mueble más lejano, aguas abajo, hasta el ramal horizontal de desagüe. Solamente los muebles ubicados dentro del grupo de muebles sanitarios deben conectarse al ramal horizontal de la tubería de ventilación húmeda. Cualquier mueble adicional debe descargar aguas abajo.

4706.2 Tubería vertical de ventilación húmeda permitida. Está permitido que cualquier combinación de muebles sanitarios dentro de dos grupos de muebles sanitarios ubicados en el mismo nivel, sean ventilados por una tubería vertical de ventilación húmeda. La tubería debe considerarse el respi-

radero de los muebles y debe extenderse desde la conexión del tubo seco de ventilación hasta la conexión de desagüe del mueble sanitario más bajo. Cada mueble con ventilación húmeda debe conectarse independientemente de la tubería húmeda de ventilación vertical. Los desagües de inodoros deben conectarse al mismo nivel. Otros desagües de muebles sanitarios deben conectarse por encima o al mismo nivel de los desagües del inodoro. La conexión de la tubería seca de ventilación a la tubería húmeda de ventilación vertical debe ser una ventilación individual o común que sirva a uno o dos muebles sanitarios.

4706.3 Conexión de la ventilación. La conexión del tubo seco al tubo húmedo de ventilación debe ser de una ventilación individual o una ventilación común para lavabo, bidet, regadera o tina. En sistemas de ventilación verticales húmeda la conexión de desagüe de mueble aguas arriba debe ser una conexión de desagüe de mueble con ventilación seca. En sistemas de ventilación horizontal es húmeda no debe descargar más de un mueble con ventilación húmeda aguas arriba de la conexión de desagüe del mueble con ventilación seca.

4706.4 Dimensión. El tubo seco de ventilación que sirve a un tubo de ventilación húmeda debe ser dimensionado con relación al mayor diámetro requerido de tubería dentro del sistema de ventilación húmeda servido por el tubo seco de ventilación. El tubo de ventilación húmeda debe ser de un diámetro como se especifica en la Tabla 4706.1A, basado en la unidad de desagüe del mueble al tubo de ventilación húmeda.

**TABLA 4706.1A
DIMENSIÓN DEL TUBO HÚMEDO DE VENTILACIÓN**

Diámetro del tubo húmedo de ventilación en mm (in)	Carga unitaria de desagüe del mueble (UD)
38 (1 ½)	1
50 (2)	4
75 (3)	12
100 (4)	32

**SECCIÓN 4707
VENTILACIÓN DE RAMALES**

4707.1 Ventilación permitida de la descarga de ramales. Una ventilación de la descarga acumulada de ramales debe considerarse como ventilación para todos los muebles que descargan a esa bajante cuando se instalen conforme a los requisitos de esta sección.

4707.2 Instalación de la bajante de descarga acumulada. La bajante de descarga acumulada debe ser vertical y los desvíos y/u horizontales o verticales entre la conexión de desagüe del mueble más bajo y la conexión de desagüe del mueble más alto están prohibidos. Cada desagüe de cada mueble debe conectarse independientemente al ramal que conecta a la bajante de descarga. La bajante no debe recibir la descarga de inodoros o urinarios.

4707.3 Respiradero de bajante. Se debe proveer ventilación sanitaria a la bajante de descarga acumulada. El diámetro de la ventilación no debe ser menor que el diámetro de la bajante. Se deben permitir desvíos en la ventilación sanitaria de la bajante y deben estar ubicados por lo menos a 0.150 m sobre el nivel de inundación del mueble más alto y deben estar de acuerdo con la Sección 4703 Debe permitirse que la ventilación de la bajante se conecte con otras ventilaciones de bajantes y ventilaciones verticales de acuerdo con la Sección 4702.

4707.4 Dimensión de la bajante. La bajante debe ser dimensionada en base a la captación total de descargas y la descarga del ramal de acuerdo con la Tabla 4707.1 A La bajante de descarga debe tener el mismo diámetro en toda su longitud.

**TABLA 4707.1A
DIMENSIÓN DE LA VENTILACIÓN SANITARIA DE BAJANTES**

Diámetro de la tubería en mm (in)	Máximo número de unidades de desagüe de muebles (UD)	
	Descarga total a un nivel de ramal	Descarga total para la bajante
38 (1 ½)	1	2
50 (2)	2	4
75 (3)	Sin límite	24
100 (4)	Sin límite	50
150 (6)	Sin límite	100

**SECCIÓN 4708
VENTILACIÓN EN CIRCUITO**

4708.1 Ventilación en circuito. Debe ser permitida una ventilación en circuito para un máximo de ocho descargas de muebles conectados en un ramal sanitario horizontal. Cada desagüe de mueble debe estar conectada horizontalmente al ramal sanitario que está ventilando en circuito. El ramal sanitario horizontal debe ser clasificado como ventilación desde la conexión del desagüe del mueble más dis-

tante aguas abajo hasta la conexión del desagüe del mueble conectado al ramal horizontal en la posición más distante aguas arriba.

4708.2 Conexión de la ventilación. La conexión de una ventilación en circuito debe estar ubicada entre los dos desagües del mueble que se hallen aguas arriba. La ventilación debe conectarse al ramal horizontal de acuerdo con la Sección 4703, la ventilación en circuito no debe recibir ninguna otra descarga.

4708.3 Pendiente y dimensión del ramal horizontal. La máxima pendiente de la sección del respiradero del ramal sanitario horizontal debe ser del 8 %. Cada ramal horizontal separado que forma parte de una ventilación en circuito debe ser dimensionado independientemente conforme esta Sección. El ramal horizontal ventilado en circuito corriente abajo debe ser dimensionado para la descarga total de ese ramal, incluyendo los ramales corriente arriba, y los muebles dentro del ramal.

4708.4 Ventilaciones de alivio. Se debe instalar una ventilación de alivio para los ramales horizontales de ventilación en circuito que reciben la descarga de cuatro o más inodoros y que están conectados a una bajante de desagüe que recibe la descarga de ramales horizontales superiores.

4708.5 Conexión e instalación. La ventilación de alivio debe conectarse al ramal sanitario horizontal entre la bajante y el desagüe de la descarga del mueble más lejano aguas abajo de la ventilación en circuito.

4708.6 Desagüe de mueble o ramal de mueble. Se permite que la ventilación de alivio sea un desagüe de mueble, o ramal de mueble para los muebles ubicados dentro del mismo intervalo de ramal horizontal. La máxima descarga a una ventilación debe ser de cuatro UD.

4708.7 Muebles adicionales. Se permite a los muebles que no están conectados a la ventilación en circuito, descargar al ramal sanitario horizontal. Estos muebles deberán estar instalados en el mismo nivel de piso que los muebles ventilados en circuito y deben ser ventilados individualmente o en común.

SECCIÓN 4709 SISTEMA DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN COMBINADOS

4709.1 Tipo de mueble sanitario. Un sistema combinado de desagüe y ventilación no debe ser usado por otras descargas de muebles que no sean desagües de piso, fregaderos y lavabos. Sistemas de desagüe y ventilación combinados no deben recibir la descarga de trituradores de desperdicios de comida.

4709.2 Instalación. El único tubo sanitario vertical de un sistema combinado de desagüe y ventilación

debe ser la conexión entre el desagüe del mueble y la horizontal de desagüe y ventilación combinados.

4709.3 Pendiente. El sistema combinado de desagüe y ventilación debe tener una pendiente máxima del 4%.

4709.4 Conexión. El sistema combinado de desagüe y ventilación debe estar provisto con un tubo seco de ventilación conectado en algún punto dentro del sistema o el sistema deberá conectarse a un ramal horizontal que esté ventilado de acuerdo con uno de los métodos de ventilación especificados en este capítulo. El sistema combinado de desagüe y ventilación conectado al desagüe sanitario de la edificación que recibe solamente la descarga de una bajante o bajantes debe ser provisto con un tubo seco de ventilación. El tubo que conecta el sistema combinado de desagüe y ventilación se debe extender verticalmente un mínimo de 150 mm m sobre el nivel de inundación del mueble más alto que está siendo ventilado antes de hacer el desvío horizontal.

4709.5 Dimensión del respiradero. La ventilación debe ser dimensionado para la carga unitaria total de desagüe del mueble conforme con la Sección 4712.

4709.6 Ramal de mueble o desagüe de mueble. El tubo del desagüe del mueble debe conectarse al sistema combinado de desagüe y ventilación dentro de la distancia especificada en la Tabla 4705.1A. En la tubería combinada de desagüe y ventilación debe ser considerada la ventilación para el mueble.

4709.7 Dimensión. El diámetro mínimo de la tubería combinada de desagüe y ventilación debe ser conforme a las Tablas 4709.7A y 4709.7B

**TABLA 4709.7A PENDIENTE HORIZONTAL
PARA TUBOS DE VENTILACIÓN**

Diámetro del tubo en mm (pulg.)	Pendiente mínima en %
64 (2 ½) o menos	2
75 a 150 (3 a 6)	1

**TABLA 4709.7B TUBERÍA DEL SISTEMA DE
DESAGÜE Y VENTILACIÓN COMBINADOS**

Diámetro de la tubería mm (pulg.)	Máximo número de unidades de desagüe de muebles (ud)	
	Conectados a un ramal sanitario o a una bajante	Conectados al desagüe principal o secundario de la edificación
50 (2)	3	4
75 (3)	12	31
100 (4)	20	50
150 (6)	360	575

SECCIÓN 4710 VENTILACIÓN DE MUEBLES EN ISLA

4710.1 Limitación. Se permite la ventilación en isla a fregaderos y lavabos domésticos. Se permite la ventilación de los fregaderos conectados con el lavaplatos automático o trituradores de comidas, o ambos en combinación con el desagüe del fregadero.

4710.2 Conexión de respiradero. La ventilación del mueble en isla debe estar conectada a su desagüe del mismo modo que una ventilación individual o común. La ventilación debe subir verticalmente por encima del desagüe del mueble que está siendo ventilado antes de desviarse horizontalmente para posteriormente desviarse verticalmente hacia abajo. El respiradero o ramal de respiradero para ventilar los muebles en isla múltiple, debe extenderse 150 mm por encima del mueble en isla más alto que es ventilado, antes de conectarse al respiradero terminal.

4710.3 Instalación de la ventilación debajo del nivel de inundación del mueble. El tubo de ventilación ubicado por debajo del nivel de piso terminado del mueble que es ventilado, debe ser instalado como lo requiera la tubería de desagüe de acuerdo a lo indicado en el Capítulo 47, excepto en lo referido a su dimensión. El diámetro de la ventilación debe ser de acuerdo con la Sección 4707. El tubo de desagüe en su punto más bajo debe ser conectado al sistema de desagüe sanitario. La conexión debe ser a un tubo horizontal de desagüe y este a su vez puede ir conectado a un tubo vertical de desagüe. Se deben de colocar tapones roscados como registros en el sistema de ventilación del mueble o muebles en isla para permitir la limpieza de toda la tubería de ventilación ubicada debajo del nivel de inundación de los muebles. El tapón registro debe permitir la limpieza en ambas direcciones.

SECCIÓN 4711 VENTILACIÓN PARA DESVÍOS

4711.1 Ventilación para ramales horizontalmente desviados. Los desplazamientos horizontales de bajadas de desagüe deben ser ventilados donde cinco o más intervalos de ramales están ubicados por encima del desplazamiento. El desplazamiento debe ser ventilado en la sección superior de la bajante de desagüe y de la sección inferior de la bajante de desagüe.

4711.2 Sección superior. Debe desahogarse en una bajante desviada por medio de una conexión a ventilación vertical. El desvío debe ser considerado como la base de la bajante.

4711.3 Sección inferior. Debe ser ventilada la sección inferior de bajante con desvío por una conexión

conectada entre el desvío y el próximo ramal horizontal inferior. La conexión será una extensión vertical con diámetro igual a la bajante.

SECCIÓN 4712 DIÁMETRO DEL TUBO DE VENTILACIÓN

4712.1 Dimensiones de ventilaciones de bajantes acumuladas. El diámetro mínimo requerido para ventilaciones sanitarias de bajantes acumuladas y respiraderos verticales debe ser determinado por el desarrollo longitudinal del tramo y el total de unidades de desagüe de los muebles servidos de acuerdo con la Tabla 4712.1A, pero en ningún caso debe ser el diámetro menor que la mitad del diámetro del desagüe servido, o menor que 38 mm.

4712.2 Otras ventilaciones respiraderos además de los respiraderos de bajante o respiraderos verticales. El diámetro de ventilaciones individuales, en ramal, respiraderos en circuito o y respiraderos de alivio deben ser de por lo menos la mitad del diámetro requerido del desagüe servido o 50 mm. La dimensión del desagüe debe ser determinada de acuerdo con la Capítulo 46 en referencia a la Tabla 4602.7B. Los tubos de ventilación no deben tener un diámetro menor de 38 mm. Los respiraderos que tienen una longitud de tramo de más de 12.00 m deben aumentarse en una dimensión nominal en toda la longitud del tramo del tubo de ventilación.

4712.3 Longitud desarrollada. La longitud desarrollada de un ramal individual, respiradero en circuito o de alivio deben medirse desde el punto más alejado de conexión del respiradero al sistema de desagüe sanitario, al punto de conexión con el respiradero vertical, respiradero de bajante o terminal exterior de la edificación

4712.4 Ventilaciones de ramales múltiples. Cuando respiraderos de ramales múltiples son conectados a un ramal de respiradero común, el respiradero común debe ser dimensionado de acuerdo con esta sección, en base a la dimensión del ramal horizontal de desagüe común que es o sería requerido para servir al total de la carga de la unidad de descarga de los muebles conectados (UD) que están siendo ventilados.

4712.5 Ventilaciones que exceden 12.00 m de longitud. Las ventilaciones de ramales múltiples que exceden los 12.00 m de longitud desarrollada deben aumentarse un tamaño nominal para toda la longitud desarrollada de la tubería de ventilación.

TABLA 4712.1A DIÁMETROS DEL TUBO Y DISTANCIA LONGITUDINAL DE TUBOS DE VENTILACIÓN DE BAJANTE Y VENTILACIONES VERTICALES

Diámetro de la bajada sanitaria	Total de unidades de descarga o de desagüe ventiladas (UD)	Máxima altura para el tubo de ventilación vertical en metros				
		Diámetro del respiradero en mm (pulgadas)				
		38 1½	50 2	75 3	100 4	150 6
38	8	45.7				
38	10	30.5				
50	12	22.9	61.0			
50	20	15.2	45.7			
75	10	12.8	45.7	317.0		
75	21	9.8	33.5	246.9		
75	53	8.2	28.7	207.3		
75	102	7.6	26.2	189.0		
100	43		10.7	76.2	298.7	
100	140		8.2	61.0	228.6	
100	320		7.0	51.8	195.1	
100	540		6.4	45.7	176.8	
150	500			10.1	39.6	304.8
150	1100			7.9	30.5	237.7
150	2000			6.7	25.6	201.2
150	2900			6.1	23.5	182.9

INSTALACIONES
ELÉCTRICAS

CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA 2017

PARTE
9

A vertical line of ten black dots is positioned to the right of the main title, extending from the top of the word 'INSTALACIONES' down to the bottom of the page.

CAPÍTULO 48 - REQUISITOS GENERALES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

SECCIÓN 4801 CONSIDERACIONES GENERALES

4801.1 Alcance. Los siguientes capítulos cubren los requisitos para las instalaciones de energía eléctrica, definiendo los equipos, componentes internos y componentes externos, en vivienda unifamiliar o multifamiliar de hasta cinco niveles, sin límite de áreas construidas.

Los elementos de las instalaciones a que se refiere este CEV están limitados a las instalaciones de energía eléctrica de 120/240 V o 400 A (ampere) máximo, en alimentación monofásica o bifásica.

Los componentes externos donde aplica este CEV son la acometida, los circuitos alimentadores, la iluminación externa, instalaciones de aire acondicionado, bombas de agua, cableado de sistemas de paneles fotovoltaicos, entre otros, colocados en el interior o exterior de la vivienda.

4801.2. Aplicación. Para que la vivienda demuestre cumplimiento con este CEV, se deben aplicar las disposiciones administrativas del Capítulo 1 y lo dispuesto en los Capítulos de la parte 9. Los sistemas eléctricos, los equipos o los componentes no especificados o cubiertos en estos capítulos deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012-Instalaciones Eléctricas (utilización)

4801.3 Normatividad. La instalación eléctrica de las tuberías, ductos, cajas y registros, los centros de carga, los interruptores termomagnéticos, los interruptores de navajas, los controles y arrancadores, los accesorios diversos, las unidades de alumbrado, las acometidas y subestaciones, los conductores, dispositivos, equipos; instalados en un edificio habitacional para la alimentación y distribución de energía eléctrica, deben cumplir las especificaciones que estipule el proyecto ejecutivo, y las Normas Mexicanas (NMX) y Normas Oficiales Mexicanas (NOM) como se define en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 - Instalaciones Eléctricas (utilización), por medio de certificados de producto emitidos por un Organismo de Certificación acreditado de acuerdo a la LFMN.

4801.4 Instalación. Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional por personal calificado de acuerdo a Artículo 100 de la NOM-001-SEDE-2012. Si se utilizan tapas o placas metálicas en cajas de conexión o cajas de paso no metálicas, éstas deben introducirse como mínimo 6 mm por debajo de la superficie externa de las cajas.

Las aberturas no utilizadas de las cajas de conexión, canalizaciones, canales auxiliares, gabinetes, carcasas o cajas de los equipos, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección contra corto circuito o entrada de sustancias extrañas.

Los componentes y equipos eléctricos deben seleccionarse, instalarse y usarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las características del equipo eléctrico, una vez seleccionadas y establecidas en el Proyecto Ejecutivo Eléctrico no deben ser modificadas o reducirse su calidad durante el proceso de instalación.

En muros divisorios entre viviendas en régimen de condominio, solo se puede colocar apagadores, contactos eléctricos y su cableado, no se debe instalar equipos que pueden ser perforados.

4801.5 Protección de la estructura del edificio. Los elementos estructurales no deben ser perforados, cortados o modificados.

Las instalaciones eléctricas en los espacios vacíos, montantes y conductos de ventilación o manipulación de aire deben hacerse de modo que no aumente la posible propagación del fuego o productos de la combustión. La penetración de instalaciones eléctricas a través de muros, particiones, pisos o cielorrasos clasificados como resistentes al fuego debe ser protegida por los métodos aprobados que permitan mantener a los elementos atravesados en su clasificación de resistentes al fuego.

4801.6 Distancias de los conductores a las viviendas. Distancias de las construcciones a conductores de no más de 600 V nominales.

4801.6.1 Sobre los techados. Los tramos aéreos de conductores desnudos y cables de varios conductores expuestos a la intemperie de no más de 600 V nominales, deben estar a una distancia vertical no inferior a 2.45 m por encima de la superficie de los techados. La distancia horizontal hacia el techado se debe mantener no inferior a 1.00 m del borde del techado en todas las direcciones. *

Excepción 1: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V y el techado tenga una pendiente mayor a 0.1 m por cada 0.3 m, se permite una reducción de la distancia a 1.00 m

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V, se permite una re-

ducción de la distancia únicamente sobre la parte que sobresalga del techado a no menos de 0.46 m si (1) los conductores no pasan a más de 1.80 m y de 1.20 m en horizontal sobre la parte saliente del techado y (2) terminan en una canalización que atraviese el techado o en un apoyo aprobado.

Excepción 3: El requisito de mantener una distancia vertical de 1.00 m desde el borde del techado, no se debe aplicar al tramo final del conductor cuando éste está unido a un lateral del edificio.

Excepción 4: El requisito de mantener una distancia vertical de 1.00 m desde el borde del techado, no se debe aplicar al tramo final del conductor cuando éste está unido a un lateral del edificio.

4801.6.2 Con respecto a estructuras distintas de edificios o puentes. La distancia vertical, diagonal y horizontal a los anuncios, chimeneas, antenas de radio y televisión, depósitos y otras estructuras que no sean ni edificios ni puentes, no debe ser inferior a 1.00 m.

4801.6.4 Tramos finales. Se permite sujetar al edificio los tramos finales de los cables de los circuitos alimentadores o de los circuitos derivados al edificio que suministran o desde el que toman la energía, pero deben mantenerse a no menos de 1.00 m de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de emergencia o similares.

Excepción: Se permite que los conductores que pasan por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de 1.00 m exigido anteriormente.

No se deben instalar conductores aéreos de circuitos alimentadores o derivados detrás de claros a través de los que se puedan pasar materiales, como los claros en granjas y en edificios comerciales, y no se deben instalar cuando obstruyan la entrada a esos claros.

4801.6.5 Zonas para escaleras de incendios. En las construcciones de más de tres plantas o de 15.00 m de altura, las líneas aéreas se deben tender, siempre que sea posible, de modo que quede un espacio (o zona) libre de 1.80 m de ancho como mínimo, junto al edificio o que comience a no más de 2.44 m del edificio, para facilitar el uso de escaleras contra incendios cuando sea necesario.

4801.7 Ubicación y espacios libres de equipos. La dimensión del espacio de trabajo en la dirección de acceso para los tableros de control y a las partes en tensión que es probable que requieran examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras estén con energía, no debe ser menor de 0.90 m en profundidad, o no menor que el ancho del equipo. Las distancias deben ser medidas desde las partes con energía o al frente del equipo cerrado.

Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo, con excepción de lo que exija o permita la NOM-001-SE-DE-2012. Instalaciones Eléctricas (utilización)

En los espacios energizados de gabinetes, tableros, conductores, por razones de seguridad, deben ser instaladas señales o advertencias de precaución y/o peligro, deben tener controlado su acceso por medio de llaves o puertas para el acceso solo de personal autorizado.

4801.7.1 Distancias de trabajo. La medida del espacio de trabajo en dirección al acceso a las partes vivas que funcionen a 600 V nominales o menos a tierra y que puedan requerir examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras estén energizadas no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 4801.7.1. Las distancias se deben medir desde las partes vivas, si están expuestas o desde el frente o abertura de la envolvente, si están encerradas. Las paredes de concreto, ladrillo o azulejo se deben considerar conectadas a tierra.

TABLA 4801.7.1 DISTANCIAS DE TRABAJO

Tensión eléctrica nominal a tierra (V)	Distancia libre mínima (m)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150	0,90	0,90	0,90
151-600	0,90	1,1	1,20

Las condiciones son las siguientes:

1. Partes vivas expuestas en un lado y no-vivas o conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se deben considerar partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a no más de 300 V.
2. Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado.
3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.

4801.7.2 Altura hasta el techo. La altura mínima hasta el techo de los espacios de trabajo alrededor de equipo de acometida, tableros de distribución de fuerza, paneles de alumbrado o de los centros de control de motores debe ser de 2.00 m. Cuando el equipo eléctrico tenga más de 2.00 m. de altura,

el espacio mínimo hasta el techo no debe ser inferior a la altura del equipo.

Excepción: El equipo de acometida o los paneles de alumbrado en unidades de vivienda existentes que no superen 200 A.

4801.7.3 Espacios libres. El espacio de trabajo requerido por esta sección no se debe utilizar como almacén. Cuando las partes energizadas normalmente cerradas se exponen para su inspección o servicio, el espacio de trabajo, debe estar debidamente identificado y libre.

4801.7.4 Acceso al espacio de trabajo. Debe haber al menos una entrada de área suficiente para dar acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

4801.7.5 Iluminación. Debe haber iluminación apropiada en todos los espacios de trabajo alrededor del equipo de acometida, tableros de distribución de fuerza, paneles de alumbrado o de los centros de control de motores instalados interiormente. No deben ser necesarios otros elementos de iluminación cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente. En los cuartos de equipo eléctrico, la iluminación no debe estar controlada exclusivamente por medios automáticos.

4801.7.6 Espacio dedicado para equipos. En caso de existir, todos los tableros de distribución, cuadros de distribución y centros de control de motores, se deben ubicar en espacios dedicados para ese uso y protegerse contra daños.

4801.7.5.1 Espacio dedicado para equipos al interior. En caso de existir, se debe cumplir con lo que se indica a continuación:

a) Espacio dedicado a la instalación eléctrica. El espacio igual al ancho y a la profundidad del equipo, y que se extiende desde el piso hasta una altura de 1.80 metros sobre el equipo o hasta el falso plafón estructural, el que sea menor, se debe dedicar a la instalación eléctrica. En esta zona no se deben ubicar tuberías, conductos, aparatos de protección contra incendios ni otros equipos ajenos a la instalación eléctrica.

Excepción: Los plafones suspendidos con paneles removibles se permiten dentro de la zona de 1.80 metros.

b) Sistemas ajenos. Se permite que el área por encima del espacio dedicado exigido en a), contenga sistemas ajenos siempre que se instale la protección para evitar daño al equipo eléctrico debido a condensación, fugas o rupturas en esos sistemas ajenos.

c) Plafones suspendidos. No se considera como plafón estructural un plafón en declive, suspendido o similar, que no añada resistencia a la estructura del edificio.

4801.7.5.2 Espacio dedicado para equipos al exterior. En caso de existir, el equipo eléctrico exterior se debe instalar en envolventes adecuados y debe estar protegido contra el contacto accidental de personal no autorizado, o contra el tráfico vehicular, o contra fugas o escapes accidentales de sistemas de tuberías. En el espacio libre de trabajo (ver 4801.7) no se deben colocar aditamentos arquitectónicos ni otros equipos.

4801.7.6 Envolventes o cuartos de equipo eléctrico con cerradura. Los envolventes que albergan aparatos eléctricos o los cuartos de equipo eléctrico que se controlan por medio de cerraduras con llave, se consideran accesibles solo para el personal calificado.

4801.7.7 Montaje y enfriamiento de equipo.

a. Montaje. El equipo eléctrico debe estar firmemente sujeto a la superficie sobre la que está montado. No deben utilizarse taquetes de madera en agujeros en ladrillo, concreto, yeso o en materiales similares.

b. Enfriamiento. En el caso que el equipo eléctrico que dependa de la circulación natural del aire y de los principios de la convección para el enfriamiento de sus superficies expuestas, debe instalarse de modo que las paredes o el equipo instalado al lado dejen el suficiente espacio para la circulación del aire sobre dichas superficies. Para los equipos diseñados para montarse en el suelo, se deben dejar espacios libres entre las superficies superiores y adyacentes, para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba. El equipo eléctrico con aberturas de ventilación debe instalarse de modo que las paredes u otros obstáculos no impidan la libre circulación del aire a través del equipo.

4801.8 Conductores eléctricos y conexiones.

Los requisitos mostrados se aplican para los conductores y conexiones que forman parte de la instalación eléctrica de la vivienda.

4801.8.1 Conductores. Los conductores utilizados para transportar corriente eléctrica, en la vivienda, deben ser de cobre, si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales se deben aplicar como si fueran conductores de cobre.

4801.8.1.1 Tamaño nominal de los conductores. Los tamaños nominales de los conductores.

res se expresan en mm² y opcionalmente su equivalente en AWG (American Wire Gage) o en mil circular mil (kcmil). La dimensión mínima de los conductores para los circuitos de alimentación y los circuitos derivados debe ser de cobre calibre 14. El calibre del conductor de acuerdo a la ampacidad que maneja debe cumplir con lo indicado en la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

4801.8.1.2 Aislamiento individual del conductor. Los conductores portadores de corriente deben ser aislados.

Para dar cumplimiento a éste CEV el aislamiento usado en la vivienda como mínimo debe ser tipo THW o equivalente, de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

4801.8.1.3 Integridad del aislamiento. Cuando la instalación se encuentre terminada, los cables no deben tener dañado el aislamiento por mal manejo durante la instalación, el sistema debe estar libre de cortocircuitos y de conexiones a tierra de los conductores portadores de corriente.

4801.8.1.4 Conductores en paralelo. Los conductores de circuitos que están eléctricamente conectados en cada extremo para formar un solo conductor deben estar limitados a los tamaños No 1/0. Los conductores en paralelo deben ser de la misma longitud, del mismo material conductor, de la misma área circular y del mismo tipo de aislamiento. Los conductores en paralelo deben ser terminados de manera semejante. Donde funcionen en conductos eléctricos o cables separados, el conducto eléctrico o los cables deben tener las mismas características físicas.

4801.8.1.6 Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y, donde sean utilizados, el conductor a tierra y todos los conductores a tierra de equipos deben estar contenidos dentro del mismo conducto eléctrico, cable o cordón.

4801.8.1.7 Agentes dañinos. No es conveniente instalar conductores o equipos en locales húmedos o mojados; ni donde estén expuestos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que puedan tener un efecto dañino sobre los conductores o equipos; ni expuestos a temperaturas excesivas,

En caso que se instalen conductores en lugares húmedos o mojados deben tener un aislamiento tipo THW o equivalente como mínimo, tener cubierta metálica impermeable a la humedad y ser de un tipo aprobado para uso en

lugares mojados. Para dar cumplimiento a este CEV no se deben instalar conductores eléctricos a la intemperie, expuestos a la luz solar directa, o enterrados sin una canalización o tubería de protección.

4801.8.2 Conexiones eléctricas. Debido a las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectores o uniones a presión y terminales soldables apropiados para el material del conductor e instalarse adecuadamente. No es permitido unir terminales y conductores de materiales distintos, como cobre y aluminio. Para demostrar cumplimiento con este CEV no se deben utilizar materiales como soldadura, fundentes o compuestos, que cause daño a los conductores, sus aislamientos, la instalación o a los equipos.

4801.8.2.1 Terminales. La conexión de los conductores a las terminales debe proporcionar una conexión segura, sin deterioro de los conductores y debe realizarse por medio de conectores de presión (incluyendo tornillos de fijación), conectores soldables o empalmes terminales flexibles.

Excepción: Se permite la conexión por medio de tornillos o pernos roscados y tuercas en placas de sujeción de cables y tuercas para conductores de tamaño nominal de 5.26 mm² (10 AWG) o menores.

Las terminales para más de un conductor y las terminales utilizadas para conectar aluminio, deben estar así identificadas.

4801.8.2.2 Empalmes o uniones. Los conductores deben empalmarse con dispositivos de presión adecuados según su uso: conectores de presión, conector tipo resorte y autodesforre, para el cumplimiento con este CEV no se deben usar empalmes soldados en el interior de la vivienda. Los empalmes por contacto deben tener una conexión firme tanto mecánica como eléctrica.

Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante adecuado.

Los conectores o medios de empalme de los cables instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar especificados para ese uso.

Longitud del conductor para el empalme o terminación. Cuando los conductores sean empalmados, terminados o conectados a accesorios o dispositivos, se debe proporcionar una longitud mínima de 150 mm de conductor li-

bre en cada toma de corriente, empalme o punto de interruptor. La longitud requerida debe ser medida desde el punto en la caja donde el conductor emerge del conducto eléctrico o de la envoltura del cable. Donde la abertura a una toma de corriente, a un empalme, o a un punto interruptor esté a menos de 200 mm en cualquier dimensión, cada conductor debe estar por lo menos 75 mm fuera de tal abertura.

4801.8.2.3 Limitaciones por temperatura. La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su capacidad de conducción de corriente, debe seleccionarse de forma que no exceda la temperatura de operación de cualquier elemento del sistema que tenga la menor temperatura de operación, como conectores, otros conductores o dispositivos. Se permite el uso de los conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminales mediante ajuste o corrección de su capacidad de conducción de corriente o ambas. De acuerdo a la Tabla 310-15(b)(16) d e la NOM-001-SEDE-2012.

- a) Las terminales de equipos para circuitos de 100 A nominales o menos o identificadas para conductores de tamaño nominal 2.082 a 42.41 mm² (14 a 1 AWG), deben utilizarse para conductores con temperatura de operación del aislamiento máxima de 60 °C.

Excepción 1: Se permite utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de conducción de corriente de los conductores se determine basándose en su capacidad a 60 °C, según el tamaño nominal de los conductores usados.

Excepción 2: Se permite el uso de equipos con conductores en sus terminales de la mayor temperatura de operación a la capacidad de conducción de corriente máxima, siempre que el equipo esté listado e identificado para usarse a la capacidad de estos conductores.

Excepción 3: Se permite utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de conducción de corriente de los conductores se determine basándose en su capacidad a 75 °C, según el tamaño nominal de los conductores empleados.

Excepción 4: Se permite el uso de equipos con conductores, en sus terminales, de mayor temperatura de operación a la capacidad de conducción de corriente máxima, siempre que el equipo esté listado e identificado para usarse a la capacidad de estos conductores.

NOTA: La información que aparezca en el equipo puede modificar adicionalmente el tamaño nominal y la temperatura de operación de los conductores conectados. *

CAPÍTULO 49 - ALAMBRADO Y PROTECCIÓN

SECCIÓN 4901 IDENTIFICACIÓN DE LAS TERMINALES

4901.1 Medios de identificación de las terminales.

La identificación de las terminales a las que va conectado el conductor puesto a tierra debe ser de color blanco. La identificación de las demás terminales debe ser de un color distinto del blanco.

Excepción: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo sea atendida por personas calificadas, de acuerdo a Artículo 100 de la NOM-001-SE-DE-2012, se permite que las terminales de los conductores puestos a tierra estén identificadas permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una clara marca blanca u otro medio igualmente eficaz.

4901.2 Identificación de las terminales.

4901.2.1 Terminales de dispositivos. Todos los dispositivos dotados de terminales para la conexión de conductores y destinados para conectarlos a más de un conductor del circuito, deben tener terminales debidamente marcadas para su identificación.

Excepción 1: Cuando la conexión eléctrica de una terminal proyectada para conectarla al conductor puesto a tierra, sea claramente identificada.

Excepción 2: Las terminales de los paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados de iluminación y aparatos eléctricos.

Excepción 3: Los dispositivos con capacidad nominal de más de 30 A, excepto las clavijas de conexión con polaridad y los contactos eléctricos de toma de corriente con polaridad para aparatos eléctricos.

4901.2.2 Contactos y clavijas de toma de corriente.

En los contactos de toma de corriente, clavijas de aparatos eléctricos con polaridad y conectores de cordones para toma de corriente con polaridad, debe identificarse la terminal destinada para su conexión al conductor puesto a tierra (blanco o gris claro).

La identificación se debe hacer por un metal o recubrimiento metálico de color blanco o con la palabra "blanco" o la letra "B" situada cerca de la terminal identificada.

Si la terminal no es visible, el orificio de entrada del conductor para la conexión se debe pintar de blanco

o marcar con la palabra "blanco" o la letra "B"

Excepción: No es necesario identificar las terminales de las tomas de corriente para aparatos eléctricos de dos conductores sin polaridad.

4901.3 Identificación de los conductores no-puestos a tierra. Cuando haya en un edificio más de un sistema de tensión eléctrica (diferentes voltajes o diferentes fases), cada conductor de fase de cada sistema debe estar identificado por fase y por sistema. El medio de identificación se debe colocar permanentemente en cada panel de alumbrado y control de cada circuito derivado.

NOTA: El medio de identificación de cada conductor de fase del sistema, siempre que sea accesible, puede ser a través de un código de colores independiente, cinta de marcar, etiqueta u otro medio eficaz.

4901.4 Códigos de colores de los circuitos derivados

a) Conductor puesto a tierra (neutro). El conductor puesto a tierra de un circuito derivado se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris claro. Cuando en la misma canalización, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente haya conductores de distintos sistemas, si se requiere que un conductor del sistema esté puesto a tierra, debe tener forro exterior de color blanco o gris claro. Los conductores puestos a tierra de los demás sistemas, si son necesarios, deben tener forro exterior de color blanco con una tira de color identificable (que no sea verde) que vaya a lo largo del aislamiento o por cualquier otro medio de identificación.

Excepción 1: El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral se debe identificar en el momento de la instalación mediante marcas claras en sus extremos.

b) Conductor de puesta a tierra de los equipos. El conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito derivado, se debe identificar por un color verde continuo solamente o con una o más franjas amarillas, excepto si está desnudo.

c) Conductor de fase.- Cualquier color menos los descritos anteriormente.

4901.5 Medios de identificación de los conductores puestos a tierra.

4901.5.1 Tamaño nominal 13.3 mm² (6 AWG) o inferior. Un conductor puesto a tierra (neutro)

aislado de tamaño nominal de 13.3 mm^2 (6 AWG) o inferior, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que le cubra en toda su longitud.

Excepción 1: Los cables de varios conductores aislados con tela barnizada.

Excepción 2: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo sea atendida por personas calificadas, de acuerdo a Artículo 100 de la NOM-001-SE-DE-2012, se permite que los conductores puestos a tierra en cables multiconductores estén identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una clara marca blanca u otro medio igualmente eficaz.

Excepción 3: El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral, se debe identificar en el momento de la instalación mediante marcas claras en sus extremos.

Excepción 4: Un cable con un solo conductor resistente a la luz solar y con clasificación de intemperie, que se utilice como conductor puesto a tierra en los sistemas solares fotovoltaicos, se debe identificar en el momento de la instalación mediante una clara marca blanca en sus extremos.

Para cables aéreos, la identificación se debe hacer como se indica anteriormente o por medio de una marca situada en el exterior del cable que lo identifique.

Se debe considerar que cumplen lo establecido en esta sección los cables de cubierta exterior que presenten un color blanco o gris claro, con hilos de color en su blindaje que permitan identificar su origen o fabricante.

4901.5.2 Tamaños nominales superiores a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG). Un conductor aislado y puesto a tierra (neutro) de 13.3 mm^2 (6 AWG) o superior, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que le cubra en toda su longitud, o una marca clara blanca en sus extremos en el momento de la instalación. Está permitido que los cables planos multiconductores de 21.15 mm^2 (4 AWG) o mayores, lleven una marca por encima del conductor puesto a tierra.

Excepción: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo sea atendida por personas calificadas, de acuerdo a Artículo 100 de la NOM-001-SE-DE-2012, se permite que los conductores puestos a tierra en cables multiconductores estén identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una clara marca blanca u otro medio igualmente eficaz.

4901.5.3 Cordones flexibles. Un conductor aislado que se usa como conductor puesto a tierra, si está contenido dentro de un cordón flexible, se debe identificar mediante un forro externo blanco o gris claro o por franjas blancas o forro blanco.

4901.5.4 Conductores de distintos sistemas puestos a tierra. Cuando se instalen en la misma canalización, cable, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente, conductores de diferentes sistemas. Cada conductor puesto a tierra de otro sistema, en caso de ser necesario, debe tener un forro exterior blanco con una tira de distinto color (menos verde) claramente distinguible, que vaya a lo largo de todo el aislamiento, o mediante otro medio de identificación que distinga cada conductor puesto a tierra de cada sistema.

4901.5.5 Uso del color blanco o gris claro. Sólo se debe utilizar un forro continuo blanco o gris claro en un conductor, o una marca de color blanco o gris claro en un extremo para identificar el conductor puesto a tierra.

Excepción 1: Se permite un conductor aislado con forro blanco o gris claro como conductor no puesto a tierra, cuando se identifique permanentemente para indicar su uso, mediante pintura u otro medio eficaz en sus extremos y en todos los lugares en donde el conductor sea visible y accesible.

Excepción 2: Se permite un cable que contenga un conductor aislado con acabado exterior blanco o gris claro en curvas de interruptores unipolares de tres o cuatro vías, cuando el conductor blanco o gris claro se use para alimentar al interruptor, pero no como conductor de retorno desde el interruptor a la salida que alimenta. En estas aplicaciones no es necesario identificar el conductor blanco o gris claro.

Excepción 3: Se permite un cordón flexible para conectar un aparato eléctrico que lleve un conductor identificado por su acabado exterior blanco o gris claro, ya sea que dichas salidas estén alimentadas o no por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra.

Excepción 4: Sólo si se requiere un conductor puesto a tierra blanco o gris claro en circuitos de menos de 50 V.

4901.6 Cálculo de circuitos derivados, alimentadores y acometidas. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la suma de la carga no continua, más el 125 % de la carga continua.

En caso que no se tengan datos de la carga continua y no continua, los conductores de los circuitos derivados deben tener una ampacidad no menor que la correspondiente a la carga máxima que será alimentada.

Nota 1.- Para el cálculo de la carga máxima, las salidas para iluminación y de contactos se deben considerar cuando menos de 180 volt-ampere para cada contacto sencillo o múltiple instalado en el mismo yugo y para cada salida de iluminación.

Para demostrar cumplimiento con este CEV, la clasificación de los circuitos derivados debe ser de 30 A máximo.

4906.1 Requisitos. El tamaño mínimo de los conductores, la protección contra sobrecorriente en amperes y la capacidad nominal mínima del contacto en amperes para los circuitos derivados de acuerdo a su clasificación de carga en amperes, se define en la Tabla 210-24 de la NOM-001-SEDE-2012

4906.1.1 Corriente de interrupción. Los equipos destinados a interrumpir corrientes de falla deben tener un rango nominal de interrupción no menor que la tensión nominal del circuito y la corriente existente en las terminales de línea del equipo.

4906.1.1.2 Capacidades de cortocircuito. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente y las corrientes de interrupción de falla a tierra de los equipos del circuito que se va a proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito contra fallas, operen para limpiar la falla sin causar daños a los equipos eléctricos del circuito. Se debe suponer que la falla puede ocurrir entre dos o más conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el(los) conductor(es) de puesta a tierra del equipo.

4901.7 Protección de circuito por falla a tierra. Todos los contactos eléctricos en instalaciones monofásicas, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra, colocado en el mismo contacto:

- a) Cuartos de baño.
- b) Cocheras y partes de las construcciones sin terminar situadas a nivel del piso, que se utilicen como zonas de almacén o de trabajo.
- c) Cocinas. Cuando los receptáculos estén instalados en la superficie del mueble de cocina.
- d) Fregaderos. Cuando los receptáculos estén instalados para servir aparatos eléctricos situados en las barras y situados a menos de 1.8 m del borde exterior del fregadero.

- e) En exteriores.
- f) Sótanos sin acabados, limitadas a zonas de almacén, de trabajo o similar.

SECCIÓN 4902 SALIDAS DE CONTACTOS

4902.1 Salidas de contacto eléctrico. Para demostrar cumplimiento con este CEV las salidas de contacto eléctrico deben ser de 3 polos y deben tener el cable de conexión a tierra con continuidad hasta la varilla de tierra.

4902.2 Disposiciones generales. Se deben instalar contactos toma corriente como se especifica en los siguientes apartados.

- a) Cordón colgante. Un conector de cordón que esté soportado en un cordón colgante instalado permanentemente, se debe considerar como salida para contacto.
- b) Conexiones de cordón. Se debe instalar una salida para contacto siempre que se utilicen cordones flexibles con clavija de conexión. Cuando se permita que los cordones flexibles estén conectados permanentemente, se debe permitir suprimir los contactos para dichos cordones.
- c) Salidas para contactos de aparatos eléctricos. Las salidas para contactos instaladas en una vivienda con aparatos eléctricos específicos, tales como lavadoras, deben instalarse a menos de 1,8 m del lugar definido para colocar el **aparato eléctrico**.

4902.3 Salidas para contactos en unidades de vivienda

- a) Disposiciones generales. En las unidades de vivienda, en cada cuarto de cocina, sala de estar, sala, salón, biblioteca, cuarto de estudio, solarío, comedor, recibidor, vestíbulo, biblioteca, terraza, recámara, cuarto de recreo o cualquier habitación similar, deben instalarse salidas para contactos de acuerdo con las disposiciones siguientes:
 - 1) Separación. Las salidas para contactos deben instalarse de modo que ningún punto medido horizontalmente a largo de la línea del piso de cualquier espacio de pared esté a más de 1.80 metros, de una salida para contacto.
 - 2) Espacio de pared. Cualquier espacio de 60 centímetros o más de ancho incluyendo el espacio que se mida en las esquinas y no interrumpido por aberturas de puertas o aberturas similares, chimeneas y gabinetes fijos.
- b) Pequeños aparatos eléctricos. Deben instalarse, por lo menos, dos circuitos derivados de 20

A para los contactos ubicados en la cocina, desayunoador, comedor, sala o áreas similares en las unidades de vivienda (incluyendo el cuarto de lavado de ropa y el equipo de refrigeración en cocinas). Estos circuitos no deben alimentar a otras salidas que no sean los contactos mencionados.

- c) Cuartos de baño. En los cuartos de baño de unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un contacto a no más de 90 cm del borde exterior de cada lavabo. Las salidas de contacto se deben localizar en una pared o una división que sea adyacente al lavabo o a la cubierta del lavabo.
- d) Viviendas unifamiliares y multifamiliares. En una vivienda unifamiliar y en cada unidad de una vivienda multifamiliar que esté a nivel del suelo, se debe instalar al menos una salida de contacto, con protección de intemperie, accesible mientras se está de pie al nivel del suelo y que esté ubicado a no más de 2.00 m sobre el suelo en la parte frontal, y en la posterior en caso que tenga una salida de la vivienda.
- e) Receptáculos mostradores. En las cocinas, baños y comedores de las unidades de vivienda los contactos no se deben instalar con la cara hacia arriba en las superficies de trabajo o en barras de los lavabos de los cuartos de baño.
- f) Sótanos y cocheras. En las viviendas unifamiliares, en cada sótano y en cada cochera con instalación eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida para contacto, además de la prevista para la lavadora.
- g) Áreas de lavado. En unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un contacto para lavadora.

Excepción: En viviendas multifamiliares con áreas de lavado o en donde se permitan áreas de lavado, no se exigirá el contacto para lavadora.

- h) Pasillos. En las unidades de vivienda, los pasillos de 3.00 metros o más de longitud deben tener por lo menos una salida de contacto, la longitud del pasillo se mide a lo largo de la línea central del pasillo, sin pasar por ninguna puerta.
- i) Salidas para equipos de calefacción, aire acondicionado y refrigeración. Debe instalarse una salida para contacto monofásica de 120 V y 15 ó 20 A en un lugar accesible para el mantenimiento de los equipos de calefacción, refrigeración y aire acondicionado en las azoteas, áticos y espacios de poca altura. La salida para con-

tacto debe estar situada al mismo nivel y a una distancia no mayor de 7.50 m del equipo.

SECCIÓN 4903 SALIDAS REQUERIDAS PARA ALUMBRADO

4903.1 Salidas requeridas para alumbrado. Las salidas para alumbrado se deben instalar de acuerdo a lo siguiente:

- a) Espacios interiores de la vivienda. Dormitorio, baño, vestíbulo, pasillos interiores, se deben instalar por lo menos una salida para alumbrado y adicionalmente, las necesarias para cubrir las necesidades particulares de cada local.
- b) Por lo menos una salida de alumbrado controlada con un interruptor de pared, en pasillos exteriores, garajes adjuntos y garajes separados con energía eléctrica.
- c) Para garajes adjuntos y garajes independientes con energía eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida de alumbrado controlada por un interruptor de pared para iluminar el lado exterior de las entradas o salidas con acceso a nivel del piso, la salida de alumbrado debe tener protección contra la intemperie.
- d) Por lo menos una salida de alumbrado controlada por interruptor de escalera, para las escaleras internas de la vivienda.

Las salidas para alumbrado deben estar controladas por medio de interruptores de pared (apagadores) instalados en el mismo lugar que controlan.

Excepción 1: En pasillos, escaleras y accesos exteriores, se permite el control remoto, central o automático del alumbrado.

Excepción 2: Se permitirá que las salidas de alumbrado estén controladas por sensores de presencia que: (1) sean adicionales a los interruptores de pared o (2) estén situados donde se instalan normalmente los interruptores de pared y estén equipados con un control manual adicional que permita que el sensor funcione como interruptor de pared.

Excepción 3. Encima de las tinas de baño y regaderas. Ninguna parte de las luminarias conectadas mediante cordón, luminarias suspendidas con cordón, cable o cadena, rieles de alumbrado, colgantes o ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón se debe ubicar dentro de la zona de 90 cm medidos horizontalmente y de 2.50 m medidos verticalmente, desde la parte superior del borde de la tina o de la parte superior del estanco de la regadera.

4903.2 Contactos con cordón y clavija.

Carga total conectada con cordón y clavija. Cuando dos o más contactos o salidas estén conectados a un circuito derivado, un contacto no debe alimentar una carga total conectada con cordón y clavija que exceda el máximo especificado en la Tabla 210-21(b)(2) de la NOM-001-SEDE-2012

4903.3 Alcance. La instalación de bombas de motor eléctrico se limita a la capacidad máxima de 30 A de los circuitos derivados que los alimentan. Para la instalación de bombas de mayor tamaño, además de los requisitos no contemplados en este CEV para este capítulo, se debe considerar lo definido en la NOM-001-SEDE-2012 - Instalaciones Eléctricas (utilización).

4903.4 Motores y sus controladores

4903.4.1 Determinación de la ampacidad y del valor nominal de corriente de los motores. La capacidad de conducción de corriente de los circuitos derivados y la corriente nominal de los motores, se deben determinar por los valores de la placa de características colocada en el motor. La protección independiente contra sobrecargas de un motor se debe basar en el valor nominal de corriente de la placa de características del motor.

4903.4.2 Placa de identificación del motor. Un motor debe estar marcado, al menos, con la siguiente información, que permita determinar su carga para el cálculo del diámetro de los conductores del circuito que lo alimenta:

- a) Tensión nominal y corriente nominal de plena carga
- b) Frecuencia nominal y número de fases
- c) Valor nominal en caballos de fuerza, para los motores de 93 W ($\frac{1}{8}$ hp) o mayores

4903.4.3 Protección contra líquidos. Se deben proporcionar guardas de protección o envolventes adecuados para proteger las partes expuestas portadoras de corriente de los motores y el aislamiento de las puntas de los cables de los motores, cuando se instalen directamente bajo los equipos o en otros lugares en donde es capaz que ocurran salpicaduras o aspersión de aceite, agua u otros líquidos, a no ser que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

4903.4.4 Ventilación y mantenimiento. Los motores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación adecuada y que el mantenimiento, como por ejemplo la lubricación de los rodamientos y el cambio de escobillas, puedan ser realizados fácilmente.

4903.4.5 Servicio no continuo. El diámetro de los conductores para un motor usado en aplicaciones de corta duración, intermitentes, periódicas o variables, deben estar calculados para conducir una am-pacidad no menor al 90% del valor nominal de corriente de la placa de características del motor, de acuerdo a la Tabla 430-22(e) de la NOM-001-SEDE-2012

4903.4.6 Motores de servicio intermitente y similares. Se permitirá que un motor, utilizado para una condición que es inherentemente de servicio de corta duración, intermitente, periódica o variable, esté protegido contra sobrecargas por el dispositivo protector contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, siempre que el valor nominal o ajuste del dispositivo protector (fusible sin retardo de tiempo) no exceda los valores indicados en la Tabla 430-52 de la NOM-001-SEDE-2012

4903.4.7 Fusibles. Se deben emplear fusibles para proteger a los motores contra sobrecargas, se debe insertar un fusible en cada conductor de fase y además en el conductor puesto a tierra.

4903.4.8 Dispositivos diferentes de fusibles. Cuando se proteja un motor contra sobrecarga mediante dispositivos que no sean fusibles, el número mínimo permisible y la ubicación de las unidades de sobrecarga, como bobinas de disparo o relevadores, se determinan de acuerdo con la Tabla 430-37 de la NOM-001-SEDE-2012

4903.4.9 Motores conectados a circuitos derivados de uso general. La protección contra sobrecarga de los motores conectados a circuitos derivados de uso general, se debe brindar como se especifica:

- a) No mayores de 746 W (1 hp). Se permitirá conectar uno o más motores sin dispositivos individuales de protección contra sobrecarga a un circuito derivado de uso general, únicamente si la instalación cumple con tener un dispositivo separado de protección contra sobrecarga que sea sensible a la corriente del motor.
- b) De más de 746 W (1 hp). Se permitirá conectar motores protegidos a no más de 20 A, únicamente cuando cada motor esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecarga, tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar aprobados para instalarlos en grupo con los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado.
- c) Conectados con cordón y clavija. Cuando un motor sea conectado a un circuito derivado por medio de una clavija a un contacto y no ten-

ga instalado un dispositivo individual de protección contra sobrecarga, el valor nominal del contacto y de la clavija de conexión no debe ser mayor de 15 A a 120 V ó 240 V, y se debe respetar lo especificado en la Tabla 210-21(b)(2) de la NOM-001-SEDE-2012

4903.5 Alcance. Este artículo cubre los requisitos de instalación, de la capacidad de conducción de corriente y tamaño nominal mínimo de los conductores, para los circuitos alimentadores que suministran energía a las cargas de los circuitos derivados, para los requisitos no incluidos en este capítulo se aplica la NOM-001-SEDE-2012.

4903.6 Capacidad nominal y tamaño nominal mínimos del conductor. Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no inferior a la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de los circuitos derivados.

El tamaño mínimo del conductor del circuito alimentador antes de la aplicación de cualquier ajuste o de factores de corrección, debe tener una amperacidad permisible no menor a la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

Los conductores de los circuitos alimentadores de una unidad de vivienda no tienen que ser de mayor tamaño que los conductores de entrada de la acometida.

El tamaño del conductor para circuitos alimentadores se selecciona de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(7) de la NOM-001-SEDE-2012.

4903.7 Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada de la acometida. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a la de los conductores de acometida cuando los conductores del alimentador transporten el total de la carga alimentada por los conductores de acometida con una intensidad máxima de 55 A

4903.8 Protección contra sobrecorriente. Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

4903.9 Alimentadores con neutro común

a) Se permite que hasta tres grupos de alimentadores de tres hilos o dos grupos de alimentadores cuatro o cinco hilos utilicen un neutro común.

b) En canalizaciones o envolventes metálicas. Cuando estén instalados en una canalización u otra envolvente metálica, todos los conductores de todos

los alimentadores con neutro común deben estar encerrados en la misma canalización o envolvente.

4903.10 Diagramas de los alimentadores. Antes de la instalación de los circuitos alimentadores se debe elaborar un diagrama unifilar que muestre los detalles de dichos circuitos. Este diagrama debe mostrar la superficie en metros cuadrados del edificio u otra estructura alimentada por cada alimentador; la carga total conectada antes de aplicar factores de demanda; los factores de demanda aplicados; la carga calculada después de aplicar los factores de demanda; y el tipo, tamaño nominal y longitud de los conductores utilizados y de las canalizaciones. Además debe mostrar la capacidad nominal o ajuste y la corriente de interrupción mínima requerida de los dispositivos de protección contra sobrecorriente requeridos.

Los conductores de alimentador deben diseñarse con un tamaño nominal tal que se evite una caída de tensión eléctrica superior al 3% en la toma de corriente eléctrica más lejana para fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y la caída máxima de tensión eléctrica sumada de los circuitos alimentadores y derivados más lejana no supere 5%.

4903.11 Medios de puesta a tierra de los conductores. Cuando un alimentador suministre energía a circuitos derivados que requieran conductores de puesta a tierra de equipo, el alimentador debe incluir o prever un medio de puesta a tierra, al que se deben conectar los conductores de puesta a tierra del equipo de los circuitos derivados, el tamaño del conductor de puesta a tierra debe estar de acuerdo a la Tabla 250-66 de la NOM-001-SEDE-2012.

4903.12 Conductores de fase derivados de sistemas puestos a tierra. Se permite derivar circuitos de corriente alterna de dos o más conductores de fase, desde los conductores de fase de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. Los dispositivos de desconexión en cada circuito derivado deben tener un polo en cada conductor no puesto a tierra.

4903.13 Protección de las personas mediante interruptores con protección de falla a tierra. Se permite que los alimentadores que proporcionen energía a circuitos derivados de 15 A y 20 A para receptáculos estén protegidos por un interruptor con protección contra falla a tierra.

NOTA: Para protección contra riesgos de incendio de origen eléctrico, los alimentadores que proporcionan corriente eléctrica a circuitos derivados de 15 A y 20 A pueden protegerse por dispositivos de corriente residual.

SECCIÓN 4904 ACOMETIDAS

4904.2 Alcance. Este artículo cubre a los conductores y equipos de acometida, dispositivos para el control, medición y protección de las acometidas así como de los requisitos para su instalación.

4904.1 Conductores de acometidas. Los conductores de acometida que suministran energía eléctrica a una edificación no deben atravesar el interior de otra edificación. No deben instalarse otros conductores que no sean conductores de acometida en el mismo conducto eléctrico o cable de acometida.

4904.3 Número de acometidas. Un edificio o vivienda a la que se suministre energía eléctrica debe tener sólo una acometida.

Excepción 1: Cuando se requiera una acometida independiente para bombas contra incendios.

Excepción 2: Para sistemas eléctricos de emergencia, de reserva legalmente obligatorios, de reserva opcionales o sistemas generadores en paralelo, que requieran una acometida independiente.

Excepción 3: Por capacidad. Se permiten dos o más acometidas:

- a) Cuando se requiera una capacidad de más de 2000 A, a una tensión eléctrica de alimentación de 600 V o menos; o
- b) Cuando los requisitos de carga de una instalación monofásica sean superiores a los que la compañía eléctrica suministra normalmente a través de una sola acometida, o
- c) por permiso especial.

Excepción 4: Edificios de gran superficie. Por permiso especial, en un solo edificio suficientemente grande como para necesitar dos o más acometidas.

Excepción 5: Para distintas características, por ejemplo distintas tensiones eléctricas o fases o para distintos usos, por ejemplo distintas tarifas.

Excepción 6: Las partes de un edificio que tengan entrada independiente por la calle y que no se comuniquen interiormente con el resto del edificio, pueden considerarse edificios separados, y por lo tanto, abastecerse con diferentes acometidas.

4904.4 Identificación de acometidas y alimentadores. Cuando un edificio o vivienda esté alimentado por más de una acometida o por una combinación de circuitos derivados, circuitos alimentadores y acometidas, se debe instalar una placa o un directorio permanente en cada lugar de conexión de acometida,

identificando todas las demás acometidas, los circuitos alimentadores y los circuitos derivados que alimenten al inmueble y el área cubierta por cada uno de ellos.

Un edificio no debe estar alimentado desde otro. Los conductores de acometida de un edificio no deben pasar a través del interior de otro edificio.

4904.4.1 Conductores considerados fuera del edificio. Se debe considerar que los conductores están fuera de un inmueble u otra estructura en cualquiera de las siguientes circunstancias: (1) si están instalados no menos de 50 mm de concreto por debajo del inmueble u otra estructura; (2) si están instalados en un edificio u otra estructura en una canalización empotrada en no menos de 50 mm de concreto o tabique, o (3) si están instalados en una bóveda de transformadores.

4904.4.2 Otros conductores en canalizaciones o cables. Los conductores que no sean de acometida no se deben instalar en la misma canalización ni en el cable que los de acometida.

Excepción 1: Conductores de puesta a tierra y puentes de unión.

Excepción 2: Conductores de equipo de control de carga que tenga protección contra sobrecorriente.

4904.4.3 Sellado de las canalizaciones. Cuando una canalización de acometida entra desde un sistema de distribución subterránea. También se deben sellar las canalizaciones de reserva o no utilizadas. Los selladores deben estar identificados para utilizarse con el aislamiento, blindaje u otros componentes.

4904.4.4 Separación con puertas, ventanas y similares. Los conductores de acometida instalados como conductores o cables multiconductores deben estar aislados o tener cubierta, deben tener una separación mínima de 90 cm de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de emergencia o similares.

Excepción: Se permite que los conductores que pasen por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de los 90 cm exigidos anteriormente.

No se deben instalar conductores de acometida aérea por abajo de claros a través de los que puedan pasar materiales, como claros entre edificios, y no se deben instalar en donde obstruyan dichos claros.

4904.5. Conductores de acometida aérea. A los conductores de acometida aérea hasta un inmueble o a

otra estructura (como un poste) en los que se instale un medidor o un medio de desconexión, se les debe considerar como acometida aérea y ser instalados como tal.

4904.5.1 Aislamiento o cubierta. Los conductores de acometida deben soportar normalmente la exposición a los agentes atmosféricos y a otras condiciones de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores individuales deben estar aislados o tener cubierta

Excepción: Está permitido que el conductor de tierra de un cable multiconductor esté desnudo.

4904.5.2 Tamaño y capacidad nominal del conductor

4904.5.2.1 Disposiciones generales. Los conductores deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la corriente eléctrica de la carga alimentada calculada y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

4904.5.2.2 Tamaño nominal mínimo del conductor. Los conductores deben tener un tamaño nominal no menor a 8.367 mm² (8 AWG) si son de cobre, o a 13.3 mm² (6 AWG) si son de aluminio.

4904.5.2.3 Conductores del electrodo de puesta a tierra. Un conductor del electrodo de puesta a tierra debe tener un tamaño nominal del conductor no menor al requerido en la Tabla 250-66 de la NOM-001-SEDE-2012.

4904.5.3 Separaciones o "claros". Los conductores de acometida aérea no deben ser fácilmente accesibles y, en las acometidas menores a 600V nominales, deben cumplir las siguientes condiciones:

4904.5.3.1 Sobre los techos de los inmuebles. Los conductores deben tener una separación vertical no menor a 2.5 m por encima de la superficie de los techos. La separación vertical sobre el nivel del techo se debe mantener a una separación no menor a 90 cm del borde del techo en todas las direcciones.

Excepción 1: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V, la separación del techo puede reducirse hasta en 0.5 m, si: (1) los conductores de la acometida pasan sobre el alero del techo en una longitud no mayor a 1,20 m y la parte menor de la acometida a 1.85 m, y (2) terminan en una canalización de entrada o en un soporte aprobado.

Excepción 2: Los requisitos de mantener una

separación vertical de 90 cm de la orilla del techo, no deben aplicarse al remate del conductor donde la acometida aérea esté sujeta a la pared de un inmueble.

4904.5.3.2 Separación vertical del piso. Los conductores de acometida aérea de no más de 600 V nominales, deben cumplir lo siguiente:

a) 3.0 m a la entrada de la acometida eléctrica a los inmuebles y además en el punto más bajo de la curva de goteo del cable aéreo a la entrada eléctrica del inmueble y las áreas sobre el piso terminado, aceras o cualquier plataforma accesible sólo para peatones, medidos desde el nivel final o superficie accesible desde los que se puedan alcanzar, cuando los conductores de alimentación estén limitados a 150 V a tierra.

b) 3.7 m sobre inmuebles residenciales y sus accesos, cuando la tensión eléctrica esté limitada a 300 V a tierra.

c) 4.5 m en las zonas de 3.6 m, cuando la tensión eléctrica supere 300 V a tierra.

d) 5.5 m sobre la vía pública, calles o avenidas, zonas de estacionamiento con tráfico de vehículos de carga, vialidad en zonas no residenciales y otras áreas atravesadas por vehículos, tales como sembradíos, bosques, huertos o pastizales.

4904.5.4 Punto de fijación. El punto de fijación de los conductores de acometida aérea a un inmueble u otra estructura debe estar a la separación mínima especificada anteriormente. En ningún caso, este punto de fijación debe estar a menos de 3 m del piso terminado.

4904.5.5 Medios de fijación. Los cables multiconductores utilizados en las acometidas aéreas se deben sujetar a los inmuebles u otras estructuras, por medio de accesorios o herrajes aprobados e identificados para su uso con conductores de acometida. Para dar cumplimiento a este CEV, las acometidas con línea abierta con cable desnudo no se permiten.

4904.5.6 Mástiles de acometida como soporte. Cuando se utilice un mástil de acometida como soporte de los conductores de acometida aérea, debe ser de una resistencia adecuada o estar sujeto por abrazaderas o por alambres de retención que soporten con seguridad los esfuerzos que origina el cable de acometida, deben estar aprobados para su uso. Para dar cumplimiento a este CEV no se deben usar mástiles de tipo canalización.

4904.5.7 Soportes sobre los inmuebles. Los conductores de acometida aérea que pasen sobre un

*

techo, deben estar debidamente apoyados en estructuras sólidas. Cuando sea posible, dichos soportes deben estar independientes del inmueble.

4904.6 Acometidas subterráneas

4904.6.1 Aislamiento. Los conductores de acometida subterránea deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores de acometida subterránea deben tener aislamiento para la tensión eléctrica aplicada.

Excepción: Se permite que el conductor puesto a tierra no tenga aislamiento, en los casos siguientes:

- a) Un conductor de cobre desnudo en una canalización.
- b) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado para las condiciones del suelo.
- c) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, sin tener en cuenta las condiciones del suelo, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo.
- d) Un conductor de aluminio o de cobre revestido de aluminio sin aislamiento o cubierta individual, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo directamente enterrado o dentro de una canalización enterrada.

4904.7 Puesta a tierra. Se deben conectar a tierra las partes metálicas no conductoras de equipo que se indican:

- a) Las canalizaciones de acometida, charolas, estructuras de electroductos, armadura o blindaje de los cables.
- b) Todos los envoltentes de equipo de acometida que contengan conductores, conexión de medidores, cajas o similares, interpuestos en la canalización o blindaje.
- c) Cualquier canalización metálica o envoltente por los que se lleve un conductor. Las conexiones se deben hacer en cada extremo y en todas las canalizaciones, cajas y envoltentes que existan entre el equipo de acometida y el electrodo de puesta a tierra.

El calibre del conductor de tierra debe ser seleccionado de acuerdo con la Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012.

4904.8 Dispositivos de conexiones. La continuidad del conductor conectado a tierra en circuitos deri-

vados y alimentadores de uno o varios conductores, no debe depender de la conexión a los dispositivos tales como bases, cajas de conexión, acero de cimentación y portalámparas.

4904.9 Conexiones de puesta a tierra del sistema.

Un sistema de alambrado de inmuebles, que es alimentado por una acometida de corriente alterna que está puesta a tierra, debe tener un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado al conductor puesto a tierra de acometida, para cada servicio

4904.10 Sistema de electrodos de puesta a tierra. En ningún caso, el valor de resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra puede ser mayor que 25Ω

4904.11 Electrodo permitido para puesta a tierra.

Los electrodos de varilla no deben tener menos de 2.44 m de longitud y deben ser de acero inoxidable o de acero recubierto con cobre o zinc, deben tener como mínimo 16 mm de diámetro.

CAPÍTULO 50 - MÉTODO DE CABLEADO

SECCIÓN 5001 CABLEADO Y MATERIALES

5001.1 Conductos y canalizaciones. Deben normarse los conductos y sus canalizaciones con base en los siguientes aspectos:

5001.2 Lugares expuestos a la luz solar directa. Los conductores o cables aislados usados en la vivienda, para dar cumplimiento a este CEV, no deben estar expuestos directamente a los rayos solares.

5001.3 Enterrados directamente. Los conductores o cables aislados usados en la vivienda, para dar cumplimiento a este CEV, no se deben enterrar en tierra o concreto sin una canalización adecuada.

5001.4. Factores de ajuste de más de 3 conductores. En los circuitos derivados se debe usar el factor de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable de acuerdo a la tabla B-310-15(b)(2)(11) de la NOM-001-SEDE-2012.

5001.5 Tubería no metálica. Está permitido el uso de tubo (conduit) no metálico en los siguientes casos:

- En cualquier edificio que no supere los cinco pisos sobre el nivel de la calle.
- En instalaciones ocultas dentro de las paredes, pisos y techos.
- Enterrados en jardines para alimentación de la vivienda.

No se debe usar el tubo (conduit) no metálico en:

- En áreas peligrosas (clasificadas).
- Como soporte de aparatos y otro equipo.
- Cuando esté sometido a temperatura ambiente que supere aquella para la que el tubo (conduit) está aprobada. (La temperatura ambiente del tubo (conduit de PVC se limita a 50° C)
- Cuando estén expuestos a la luz directa del sol, en instalaciones aparentes (se debe usar tubería metálica).

5001.6 Tubería metálica. Está permitido el uso de tubo (conduit) metálico en los siguientes casos:

- Expuestos y ocultos. El uso de tubo conduit metálico se permite para trabajo visible u oculto.
- Protección contra la corrosión. Se permitirá instalar el tubo conduit metálico ferroso o no ferroso,

incluyendo los codos, coples y accesorios, en concreto, en contacto directo con la tierra, o en áreas expuestas a influencias corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y son aprobados como adecuados para esa condición.

- Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión, aprobados para ese uso.

Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico bajo las siguientes condiciones:

- Cuando durante la instalación o después de ella pueda verse sometida a daño físico grave.
- Cuando esté protegida contra la corrosión únicamente por un esmalte.
- En concreto de cascajo o relleno de cascajo cuando esté sometida a humedad permanente, a menos que esté protegida en todos sus lados por una capa de concreto sin cascajo de por lo menos 5 centímetros de espesor, o a menos que la tubería esté como mínimo 45 centímetros bajo el relleno.
- En cualquier lugar peligroso (clasificado).
- Para soporte de luminarias u otros equipos.

5001.7 Número de conductores. El número de conductores no debe exceder al permitido por el porcentaje de ocupación de la sección transversal en tubo conduit especificado en la Tabla 1, Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

5001.8 Instalación de tubería metálica. Todas las uniones entre tubos (conduit), acoplamientos, cajas y accesorios, deben hacerse con uniones aprobadas.

Los soportes de tubo (conduit) metálico, deben hacerse a una distancia máxima según se indica:

Sujetado y asegurado.

- El tubo conduit metálico flexible (FMC) se debe sujetar y asegurar con un medio aprobado a una distancia no mayor de 30 cm de cada caja, gabinete u otra terminación de conduit, y se debe fijar y soportar a intervalos no mayores de 1.40 m
- El tubo conduit metálico ligero EMT se debe sujetar y asegurar en su lugar por lo menos cada 3.00 m además cada tramo de tubo EMT en-

tre los puntos de terminación se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 cm de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo, gabi-nete u otra terminación de conduit.

Se consideran las siguientes excepciones:

- a) Cuando tienen una trayectoria a través de un orificio en la pared, techos estructurales, techos suspendidos o techos inclinados o pisos.
- b) Cuando atraviesen puertas, ventanas o aberturas similares.
- c) Cuando vayan unidos a la superficie de un edificio.
- d) Cuando estén ocultos tras las paredes, suelos o techos de un edificio.
- e) Cuando estén instalados en canalizaciones.

5001.9 Requisitos de profundidad mínima. Los cables, tubos conduit u otras canalizaciones directamente enterradas, se deben instalar de modo que cumplan los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 300-5 de la NOM-001-SEDE-2012.

5001.10 Cajas para salidas, empalme ó unión. El uso de cajas de conexión se debe apegar a lo siguiente:

- a) Cajas metálicas. Las cajas usadas en la vivienda deben ser metálicas y deben estar puestas a tierra. deben ser resistentes a la corrosión o deben estar galvanizadas.
- b) Cajas no metálicas. No se permiten cajas no metálicas en las instalaciones de la vivienda.
- c) Clavos y tornillos. Los clavos y tornillos, cuando se emplean como medio de sujeción, no se permite que pasen a través de la caja a menos que la rosca de los tornillos dentro de la caja estén protegidas utilizando medios aprobados para evitar daños al aislamiento del conductor.

Para determinar el número máximo de conductores de acuerdo al tamaño comercial de la caja de conexión se usa la tabla 5001.10

Tabla 5000.10

Selección (clase)	Tipo (clase)	Metros (unidad)	Volumen (unidad)
A	A	1	1
B	B	2	2
C	C	3	3
D	D	4	4

CAPÍTULO 51 - CONDICIONES ESPECIALES

SECCIÓN 5101 SISTEMAS DE EMERGENCIA

5101.1 Generalidades

5101.1.1 Alcance. Los requisitos de esta sección se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, para la operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos, destinados para alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o energía, o ambos, cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal de energía eléctrica.

5101.1.2 Pruebas y mantenimiento. Se debe cumplir los requisitos siguientes:

- a) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad competente debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.
- b) Pruebas periódicas. Los sistemas deben probarse periódicamente bajo un programa, para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas.
- c) Mantenimiento de sistemas de baterías. Cuando haya instaladas baterías o sistemas de baterías, incluidas las utilizadas para el arranque, control y encendido de los motores auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.
- d) Registro escrito. Se debe llevar un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento efectuados.
- e) Pruebas con carga. Se deben instalar medios para probar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.

5101.1.4.3 Capacidad. Se debe cumplir los requisitos de 700-4 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Capacidad y valor nominal.
- b) Distribución selectiva de carga, tirar carga y limitar los picos.

5101.1.4 Equipo de transferencia. Se debe cumplir los requisitos de 700-5 Se debe cumplir los requisitos de 700-4 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Generalidades.

b) Desconectores de desviación.

c) Interruptores de transferencia automática.

d) Uso.

5101.1.5 Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los siguientes propósitos:

- a) Avería. Para indicar una avería de la alimentación de emergencia.
- b) Conducción de carga. Para indicar que la batería está llevando carga.
- c) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.
- d) Falla a tierra. El sensor para los dispositivos de señalización de fallas a tierra debe estar ubicado en el o delante del medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia.

5101.1.6 Avisos. Debe colocarse un aviso en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de emergencia.

5101.2 Alambrado de circuitos

5101.2.1 Alambrado del sistema de emergencia. El alambrado del sistema de emergencia debe cumplir lo siguiente:

- a) Identificación. Todas las cajas y envolventes de los circuitos de emergencia (incluyendo los interruptores de transferencia, generadores y tableros de fuerza) deben estar marcadas permanentemente de modo que sean fácilmente identificados como un componente de un sistema o circuito de emergencia.
- b) Alambrado. Se permite que el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde la misma fuente esté en la misma canalización, cable, caja o gabinete.
- c) Diseño y ubicación del alambrado. Los circuitos del alambrado de emergencia se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de falla por inundaciones, incendios, temblores, vandalismo y otras condiciones adversas.

5101.3 Fuentes de alimentación

5101.3.1 Requisitos generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de emergencia o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 10 segundos. El sistema de suministro debe cumplir con los requisitos aplicables de 700-12 de la NOM-001-SEDE-2012.

5101.4 Circuitos de sistemas de emergencia para alumbrado y fuerza.

5101.4.1 Cargas en circuitos derivados de emergencia. A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse aparatos eléctricos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en estos servicios.

5101.4.2 Alumbrado de emergencia. La iluminación de emergencia debe incluir todos los medios requeridos para señalar las salidas, las luces indicadoras de las salidas y todas las demás luces especificadas como necesarias para proporcionar la iluminación requerida.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que la falla de un elemento cualquiera del alumbrado, como una lámpara fundida, no deje en completa oscuridad los espacios que requieran iluminación de emergencia.

Cuando el único medio de iluminación normal consista en alumbrado de descarga de alta intensidad, como el de vapor de sodio o mercurio de alta y baja presión o las de halógenos metálicos, se requerirá que el sistema de alumbrado de emergencia funcione hasta que se restablezca totalmente la iluminación normal.

Excepción: Se permitirán medios alternativos que aseguren que se mantenga el nivel de iluminación del alumbrado de emergencia.

5101.4.3 Circuitos derivados para alumbrado de emergencia. Los circuitos derivados que alimentan el alumbrado de emergencia se deben instalar de modo que lleven la alimentación desde una fuente que cumpla los requisitos de 700-12 de la NOM-001-SEDE-2012, cuando se interrumpa la alimentación normal para el alumbrado. La instalación se puede hacer con cualquiera de las opciones establecidas en 700-17 de la NOM-001-SEDE-2012.

5101.4.4 Circuitos para alimentación de emergencia. Los circuitos derivados que alimenten equipo clasificado como de emergencia, deben contar con una fuente de alimentación a la cual pueda transferirse automáticamente la carga de esos equipos cuando falle el suministro normal.

5101.5 Control - Circuitos de alumbrado de emergencia

5101.5.1 Requisitos de los interruptores. El interruptor o interruptores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia, deben estar dispuestos de modo que sólo personas autorizadas tengan control del alumbrado de emergencia.

No deben instalarse interruptores conectados en serie ni de 3 ó 4 vías.

Excepciones: Cuando hay dos o más interruptores de una vía estén conectados en paralelo para controlar un solo circuito, al menos uno de ellos debe ser accesible solo a las personas autorizadas

Se permitirá instalar interruptores adicionales que sirvan para encender el alumbrado de emergencia pero no para apagarlo.

5101.5.2 Ubicación de los interruptores. Todos los interruptores manuales que controlen circuitos de emergencia, deben ubicarse en lugares accesibles a las personas autorizadas responsables de su control.

Excepción: Cuando se instalen múltiples interruptores, se permitirá que uno de ellos esté en lugar accesible, instalado de modo que permita energizar únicamente el circuito, pero que no lo pueda desenergizar.

5101.5.3 Luces exteriores. Se permitirá que las luces del exterior de un edificio, que no sean necesarias para iluminación cuando existe suficiente luz del día, se puedan controlar mediante un dispositivo automático accionado por la luz.

5101.5.4 Sistemas con regulador de intensidad. Se permite utilizar como dispositivo de control para energizar circuitos de alumbrado de emergencia un sistema de regulación de intensidad que tenga más de uno de estos reguladores y esté aprobado para uso en sistemas de emergencia. Inmediatamente después de la falla de la alimentación normal, se permite que el sistema de regulación de intensidad energice selectivamente únicamente aquellos circuitos derivados exigidos para proporcionar la iluminación mínima de emergencia. Todos los circuitos derivados alimentados por el del sistema de regulación de intensidad deben cumplir con los métodos de alumbrado de 5001.2 de este capítulo.

5101.5.5 Relevador de Control Automático de Carga. Si una carga de alumbrado de emergencia es automáticamente energizada al perderse el suministro normal, se permitirá que un relevador de control automático de carga energice la carga. El relevador de control automático de

carga no deberá ser utilizado como un equipo de transferencia.

5101.6 Protección contra sobrecorriente

5101.6.1 Accesibilidad. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado en circuitos de emergencia debe ser accesible únicamente a personas calificadas.

5101.6.2 Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alterna de alimentación de los sistemas de emergencia tenga protección del equipo contra fallas a tierra con un medio automático de desconexión. La indicación de falla a tierra de la fuente de emergencia se debe instalar según lo establecido en 700-6(d) de la NOM-001-SEDE-2012.

5101.6.3 Coordinación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de emergencia deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de la alimentación.

SECCIÓN 5102 SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDOS

5102.1 Generalidades

5102.1.1 Alcance. Las disposiciones de esta sección se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente requeridos, constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para las instalaciones requeridas de alumbrado, fuerza o ambas, cuando es interrumpido el suministro normal de energía eléctrica.

Los sistemas a que se refiere esta sección son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, en su totalidad, incluida la fuente de alimentación.

5102.1.2 Pruebas y mantenimiento. Las pruebas y mantenimiento deben cumplir lo siguiente:

a) Realización o verificación de la prueba. Debe realizarse o verificarse una prueba del sistema completo al instalarse.

b) Pruebas periódicas. Se deben probar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad competente, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.

c) Mantenimiento de los sistemas de baterías. Cuando se usen baterías para el control, arranque o encendido de máquinas auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.

d) Registro escrito o bitácora. Debe mantenerse un registro escrito o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.

e) Pruebas bajo carga. Deben proveerse los medios que permitan probar bajo carga todos los sistemas de reserva legalmente requeridos.

5102.1.3 Capacidad y régimen. Un sistema de reserva legalmente requerido debe tener la capacidad y régimen adecuados para la alimentación de todo el equipo proyectado para funcionar simultáneamente. Los equipos de los sistemas de reserva legalmente requeridos deben poder soportar la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

Se permite que la fuente alterna de energía alimente tanto a los sistemas de reserva legalmente requeridos como a las cargas de sistemas de reserva opcionales, bajo las condiciones de 701-4 de la NOM-001-SEDE-2012.

5102.1.5 Equipo de transferencia. Se debe cumplir con los requisitos de 701-5 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Generalidades
- b) Desconectores de desviación
- c) Interruptores de transferencia automática

5102.1.6 Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual para los siguientes propósitos:

- a) Avería. Para indicar una avería de la fuente de alimentación de reserva.
- b) Con carga. Para indicar que la alimentación de reserva está alimentando la carga.
- c) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.
- d) Falla a Tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia legalmente requeridos de más de 150 volts a tierra con conexión estrella sólidamente conectada a tierra y dispositivos de protección de circuito de 1000 amperes o más.

5102.1.7 Anuncios. Se deben colocar anuncios conforme para:

- a) Reserva obligatoria. En la entrada de la acometida se debe poner un anuncio que indi-

que el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva legalmente requeridas en el sitio.

- b) Puesta a tierra. Cuando se retira una conexión de puesta a tierra o de unión en el equipo de la fuente de alimentación normal interrumpe la conexión del conductor puesto a tierra del sistema(s) de alimentación alterno(s), se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal

5102.2 Alambrado del circuito

5102.2.1 Alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos. Se permitirá que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes, junto con otro alambrado general.

5102.3 Fuentes de alimentación

5102.3.1 Requisitos Generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de reserva o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 60 segundos. Debe cumplir lo establecido en 701-12 de la NOM-001-SEDE-2012, incluyendo lo establecido para:

- a. Baterías de acumuladores.
- b. Grupo generador
 - 1) Accionado por una fuente primaria de energía (motor).
 - 2) Máquinas de combustión interna como fuente primaria.
 - 3) Suministro Dual.
 - 4) Alimentación por baterías.
 - 5) Grupos generadores exteriores.
- c. Sistemas de alimentación ininterrumpida.
- d. Acometida separada.
- e. Conexión antes del medio de desconexión de la acometida.
- f. Sistema de celdas de combustible.
- g. Equipos autocontenidos.

5102.4 Protección contra sobrecorriente

5102.4.1 Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados en circuitos de reserva legalmente requeridos deben ser accesibles sólo a personas calificadas.

5102.4.2 Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alterna de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos tenga protección del equipo contra fallas a tierra con medios de desconexión automáticos. Se deberá proveer de indicadores de falla a tierra al sistema de reserva como se establece en 5002.1.6 d) señalización.

5102.4.3 Coordinación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de reserva legalmente requeridos deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado del suministro.

Excepción: No se exigirá la coordinación selectiva entre dos dispositivos de sobrecorriente en serie si no hay cargas conectadas en paralelo con el dispositivo más alejado de la fuente.

SECCIÓN 5103 SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES

5103.1 Generalidades

5103.1.1 Alcance. Las disposiciones de esta sección se aplican a la instalación y operación de los sistemas de reserva opcionales. Los sistemas a los que se refiere esta sección son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, incluyendo fuentes primarias, y aquellos dispuestos para conexión al sistema de alambrado del inmueble desde una fuente de alimentación alterna portátil.

5103.1.2 Capacidad y régimen. Se debe cumplir lo establecido en 702-4 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Corriente de cortocircuito disponible.
- b) Capacidad del sistema.
 - 1) Equipo de transferencia manual.
 - 2) Equipo de transferencia automática.

5103.1.3 Equipo de transferencia. El equipo de transferencia debe ser adecuado para el uso previsto y diseñarse e instalarse para prevenir la conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y la alterna al realizar cualquier operación. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para operar en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir los requisitos del Artículo 705 de la NOM-001-SEDE-2012. Se permitirá que el equipo de transferencia, ubicado en el lado de la carga

del dispositivo de protección del circuito derivado, tenga protección complementaria contra sobrecorriente con capacidad interruptiva suficiente para soportar la corriente de falla disponible en las terminales del generador. Los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente deben formar parte de un equipo de transferencia aprobado.

Se exigirá un equipo de transferencia para todos los sistemas de reserva sujetos a las disposiciones de este Artículo y para los cuales la alimentación del servicio público es la fuente normal o la de reserva.

Excepción: Se permitirá la conexión temporal de un generador portátil sin equipo de transferencia, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, y donde la alimentación normal esté físicamente separada por un medio de desconexión que se pueda bloquear o mediante la desconexión de los conductores de alimentación normal.

5103.1.5 Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual para:

- 1) Avería. Para indicar una avería de la fuente de alimentación de reserva opcional.
- 2) Conducción de carga. Para indicar que la alimentación de reserva opcional está alimentando la carga

5103.1.6 Avisos. Se deben instalar avisos para:

- a) Reserva. En el equipo de entrada de la acometida se debe colocar un anuncio que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva en el sitio. No se requiere instalar avisos en los equipos autocontenidos para alumbrado de reserva.
- b) Retiro de puesta a tierra. Cuando se retira una conexión de puesta a tierra o de unión en el equipo de la fuente de alimentación normal interrumpe la conexión del conductor puesto a tierra del sistema(s) de alimentación alterno(s), se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal

5103.2 Alambrado

5103.2.1 Alambrado de los sistemas de reserva opcional. Se permitirá que el alambrado del sistema de reserva opcional ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes con otro alambrado general.

5103.2.2 Puesta a tierra de generador portátil. Se debe cumplir lo establecido en 702-11 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Sistema derivado separado.
- b) Sistema derivado no separado.

5103.2.3 Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible y ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de fase alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de 225-36 de la NOM-001-SEDE-2012.

SECCIÓN 5104 FUENTES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA INTERCONECTADAS

5104.1 Generalidades

5104.1.1 Alcance. Esta sección trata de la instalación de una o más fuentes de generación de energía eléctrica que operan en paralelo con una o más fuentes primarias de electricidad.

Nota: Son ejemplos de tipos de fuentes primarias, las de suministro público o las de generación en el sitio

5104.1.2 Aprobación del equipo. Todo equipo debe estar aprobado para el uso proyectado. Los inversores interactivos para los sistemas interconectados deben estar aprobados e identificados para el servicio de interconexión.

5104.1.3 Instalación de Sistemas. La instalación de una o más fuentes de producción de energía eléctrica que operen en paralelo con la fuente primaria de electricidad, deberá hacerse solamente por personas calificadas.

5104.1.4 Directorio. En el lugar de instalación de cada equipo de acometida y de cada fuente de generación de energía eléctrica que se pueda interconectar, se debe instalar de forma permanente una placa o directorio, que indique todas las fuentes de energía eléctrica existentes sobre o dentro de los inmuebles.

Excepción: Se permite que en las instalaciones con gran número de fuentes de generación de energía, sean designadas por grupos.

5104.1.5 Punto de conexión. La salida de una fuente de generación de energía eléctrica interco-

nectada se debe conectar tal como se especifica en 705-12 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Lado línea.
- b) Sistemas eléctricos integrados.
- c) Más de 100 kilowatts.
- d) Inversores interactivos con la empresa suministradora.
 - 1) Desconector y protección contra sobrecorriente dedicados.
 - 2) Ampacidad del conductor o de la barra conductora.
 - 3) Protección contra fallas a tierra.
 - 4) Marcado.
 - 5) Adecuado para retroalimentación.
 - 6) Sujeción
 - 7) Conexión de salida del inversor.

5104.1.6 Características de la salida. La salida de un generador u otra fuente de generación de energía eléctrica que opere en paralelo con un sistema de suministro de energía eléctrica, debe ser compatible con la tensión eléctrica, la forma de la onda y la frecuencia del sistema al cual esté conectado.

5104.1.7 Capacidad nominal de corriente de corto circuito y de interrupción. Se debe considerar la contribución de las corrientes de falla de todas las fuentes de energía conectadas, para el cálculo de la capacidad de interrupción y de corriente de cortocircuito del equipo en sistemas interactivos.

5104.1.8 Medios de desconexión de las fuentes. Se deben instalar medios que permitan desconectar todos los conductores no puestos a tierra de una o varias fuentes de generación de energía eléctrica de todos los demás conductores.

5104.1.9 Medios de desconexión de los equipos. Se deben instalar medios que permitan desconectar los equipos de generación de energía, tales como inversores interactivos o transformadores asociados con una fuente de generación de energía, de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de alimentación. Los equipos proyectados para operarse y mantenerse como parte integral de una fuente de producción de más de 1000 volts no requieren contar con este medio de desconexión.

5104.1.10 Dispositivo de desconexión. El medio de desconexión de los conductores no puestos a tierra debe consistir en desconectores, manua-

les o automáticos, o interruptores automáticos, con las siguientes características:

1. Estar ubicados donde sean fácilmente accesibles.
2. Que puedan operarse desde afuera sin exponer al operador al entrar en contacto con las partes vivas, y si son de operación eléctrica, que pueda abrirse en forma manual, en caso de falla en el suministro de energía.
3. Tener una indicación clara cuando están en posición de abierto o cerrado.
4. Que tengan capacidades no menores a la carga conectada y a la corriente eléctrica de falla que va a ser interrumpida.
5. Desconexión simultánea de todos los conductores no puestos a tierra del circuito.
6. Poderse bloquear en la posición de abierto.

5104.1.11 Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en el Artículo 240 de la NOM-001-SEDE-2012. Los equipos y conductores conectados a más de una fuente de energía eléctrica deben tener un número suficiente de dispositivos de protección contra sobrecorriente, ubicados de modo que brinden protección desde todas las fuentes. Se debe cumplir los requisitos de 705-30 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Sistemas solares fotovoltaicos.
- b) Transformadores.
- c) Sistemas de celdas de combustible.
- d) Inversores interactivos.
- e) Generadores.

5104.1.12 Protección contra fallas a tierra. Cuando se utilice protección contra fallas a tierra, la salida de un sistema interactivo debe conectarse del lado de la fuente de esa protección.

Excepción: Se permitirá que la conexión se haga del lado de la carga de la protección contra fallas a tierra, siempre que los equipos estén protegidos contra fallas a tierra desde todas las fuentes de corriente de falla a tierra.

5104.1.13 Pérdida de la fuente primaria. En caso de pérdida de la fuente primaria, todas las fuentes de generación de energía eléctrica se deben desconectar automáticamente de todos los con-

ductores no puestos a tierra de la fuente primaria y no se deben volver a conectar, hasta que se restablezca el suministro de la fuente primaria.

Excepción: Se permitirá que un inversor interactivo aprobado automáticamente deje de entregar energía al sistema en caso de la pérdida de la fuente primaria y no se exigirá que se desconecten automáticamente todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria. Se permitirá que un inversor interactivo aprobado reinicie automática o manualmente la entrega de energía al sistema una vez se restablezca la fuente primaria.

5104.1.14 Pérdida de la fuente primaria trifásica. Una fuente trifásica de generación de energía eléctrica se debe desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de los sistemas interconectados cuando se abra una de las fases de esa fuente. Este requisito no será aplicable para fuentes de generación de energía eléctrica que alimenten sistemas de emergencia o de reserva legalmente requeridos.

Excepción: Se permitirá que un inversor interactivo aprobado, automáticamente deje de entregar energía al sistema cuando una de las fases de la fuente se abra y no se exigirá que se desconecten automáticamente todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria. Se permitirá que un inversor interactivo aprobado reinicie automática o manualmente la entrega de energía a la red pública una vez que se restablezcan todas las fases de la fuente.

5104.1.15 Puesta a tierra. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas se deben poner a tierra según lo que establece el Artículo 250 de la NOM-001-SEDE-2012.

Excepción: Para los sistemas de corriente continua conectados por medio de un inversor directamente a una acometida puesta a tierra, se permitirán otros métodos alternativos que proporcionen al sistema una protección equivalente y que se utilicen equipos aprobados e identificados para ese uso.

5104.2 Inversores interactivos

5104.2.1 Corriente y dimensionamiento del circuito. Se debe cumplir lo siguiente:

- a) Cálculo de la corriente máxima del circuito. La corriente máxima para cada circuito específico se debe calcular de acuerdo con:
 - 1) Corriente del circuito de alimentación del inversor. La corriente máxima debe ser la corriente máxima de entrada del inversor.

- 2) Corriente del circuito de salida del inversor. La máxima corriente debe ser la corriente que el inversor entrega en forma continua.

- b) Ampacidad y corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Las corrientes del sistema del inversor se deben considerar como continuas. Los conductores del circuito y los dispositivos de sobrecorriente deberán dimensionarse para conducir no menos del 125 por ciento de las corrientes máximas calculadas según lo establecido en (a) anterior.

5104.2.3 Inversores interactivos montados en lugares que no son fácilmente accesibles. Se permitirá que los inversores interactivos estén montados sobre techos u otras áreas exteriores que no sean fácilmente accesibles. Estas instalaciones deben cumplir las condiciones 705-70 de la NOM-001-SEDE-2012.

5104.2.4 Sistemas de energía interactivos que utilizan almacenamiento de energía. Los sistemas de energía interactivos que utilizan almacenamiento de energía también se deben marcar con la tensión máxima de operación, incluyendo cualquier tensión de ecualización y la polaridad del conductor del circuito puesto a tierra.

5104.2.5 Sistemas híbridos. Se permitirá que los sistemas híbridos estén interconectados con los inversores interactivos.

5104.2.6 Ampacidad del conductor del neutro. La ampacidad del conductor neutro debe cumplir con lo establecido en 705-95 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Conductor del neutro para la salida de un inversor monofásico de dos hilos.
- b) Conductor del neutro para instrumentación, detección de tensión o detección de fase.

5104.2.7 Interconexiones desbalanceadas. Se debe cumplir los requisitos de 705-100 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Monofásico.
- b) Trifásico.

5104.3 Generadores

5104.3.1 Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 240 de la NOM-001-SEDE-2012. El equipo y los conductores conectados a más de una fuente deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección desde todas las fuentes.

Los generadores deben estar protegidos de acuerdo con 445-12 de la misma norma.

5104.3.2 Generadores síncronos. Los generadores síncronos en un sistema en paralelo deben estar provistos del equipo necesario para establecer y mantener la condición de sincronismo.

SECCIÓN 5105 CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE FUNCIONAN A MENOS DE 50 VOLTS

5105.1.1 Alcance. Esta sección se aplica a las instalaciones de corriente continua o de corriente alterna que funcionan a menos de 50 volts.

5105.1.2 Áreas peligrosas (clasificadas). Las instalaciones que están dentro del alcance de esta sección y que estén instaladas en áreas peligrosas (clasificadas) también deben cumplir las disposiciones adecuadas para áreas peligrosas (clasificadas) en los Artículos aplicables de la NOM-001-SEDE-2012.

5105.1.3 Conductores. El tamaño de los conductores no debe ser menor de 3.31 mm² (12 AWG) de cobre o equivalente. El tamaño de los conductores de circuitos derivados que alimenten a más de un artefacto o contacto para aparatos, no debe ser menos de 5.26 mm² (10 AWG) de cobre o equivalente.

5105.1.4 Portalámparas. Deben utilizarse portalámparas de capacidad no menor que 660 watts.

5105.1.5 Capacidad de los contactos. Los contactos deben tener una capacidad no menor que 15 amperes.

5105.1.6 Contactos requeridos. En las cocinas, zonas de lavandería y otros lugares donde es probable que se utilicen aparatos eléctricos portátiles, se deben instalar contactos con una capacidad no menor que 20 amperes.

5105.1.7 Baterías. Las instalaciones de baterías de acumuladores deben cumplir lo establecido en 480-1 hasta 480-4 y 480-8 hasta 480-10 de la NOM-001-SEDE-2012.

5105.1.8 Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos que operen a menos de 50 volts se deben instalar de manera organizada y profesional. Los cables deben soportarse por la estructura del edificio de modo que no sean dañados durante el uso normal del edificio.

SECCIÓN 5106 CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 DE CONTROL REMOTO, DE SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA

5106.1 Generalidades

5106.1.1 Alcance. Esta sección cubre los circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada, que no son parte integral de un dispositivo o aparato eléctrico.

5106.1.2 Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de tableros diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe verse impedido por la acumulación de cables y alambres que evite la remoción de los paneles, incluso los paneles del plafón suspendido.

5106.1.3 Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se deben instalar de manera organizada y profesional. Los cables y conductores instalados expuestos en la superficie de plafones y paredes laterales se deben sostener por la estructura del edificio, de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Los cables se deben sostener con correas, grapas, ganchos, amarres para cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable.

5106.1.3.1 Cables y canalizaciones paralelos a los miembros estructurales y tiras de soporte. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o métodos de alambrado tipo canalización, paralelos a miembros estructurales tales como columnas, vigas o travesaños diagonales, o paralelos a tiras de soporte, el cable o canalización se debe instalar y sostener de modo que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede a no menos de 3,0 cm del borde más cercano del miembro estructural o tiras de soporte, por el que sea probable que puedan penetrar clavos o tornillos. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o canalización de la penetración por tornillos o clavos mediante una placa de acero, una funda de acero o equivalente, de cuando menos 1,5 mm de espesor.

5106.1.4 Cables abandonados. La parte accesible de los cables abandonados Clase 2, Clase 3 y PLTC se debe retirar. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, ésta debe tener la durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

5106.1.5 Identificación de los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se deben identificar en los lugares de ter-

minación y empalme, de manera tal que se evite la interferencia involuntaria con otros circuitos durante pruebas y mantenimiento.

5106.1.6 Equipo de control de seguridad. Se debe cumplir lo siguiente:

- a) Circuitos de control remoto. Los circuitos de control remoto de los equipos de control de seguridad se deben clasificar como Clase 1, si la falla del equipo puede producir un riesgo directo de incendio o muerte. No se consideran equipos de control de seguridad los termostatos para cuartos, los reguladores de la temperatura del agua y otros controles similares.
- b) Protección física. Cuando una avería en el circuito de control remoto de un equipo de control de seguridad pueda producir un riesgo de incendio o muerte, todos los conductores de dichos circuitos de control remoto deben estar instalados en tubo conduit metálico, rígido de PVC, cable del tipo MI o MC u otro tipo debidamente protegido contra los daños físicos

5106.1.7 Otras generalidades. Los circuitos y equipos deben cumplir con los requisitos de 725-3 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Número y tamaño de los conductores en una canalización.
- b) Propagación del fuego o de los productos de la combustión.
- c) Ductos, plenums y otros espacios de circulación del aire.
- d) Areas peligrosas (clasificadas).
- e) Charolas portacables.
- f) Circuitos de control de motores.
- g) Cable para charola de instrumentación.
- h) Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas.
- i) Soporte vertical para cables y conductores clasificados para fuego.
- j) Pasacables.

5106.2 Circuitos Clase 1

5106.2.1 Clasificación de los circuitos Clase 1 y requerimientos de alimentación. Los circuitos Clase 1 se deben clasificar en, circuitos de potencia limitada Clase 1 cuando cumplen las limitaciones de potencia (a) , o en circuitos de control

remoto y señalización Clase 1 cuando se usen para control remoto o señalización y cumplan las limitaciones de potencia de (b) siguientes:

- a) Circuitos de potencia limitada Clase 1. Estos circuitos deben estar alimentados por una fuente con salida nominal no mayor que 30 V y 1000 VA
- b) Circuitos de control remoto y señalización Clase 1. Estos circuitos no deben exceder 600 V No se exige limitar la potencia de salida de la fuente de alimentación.

5106.2.2 Protección contra sobrecorriente de los circuitos Clase 1. La protección contra sobrecorriente para conductores 2,08 mm² (14 AWG) y mayores se debe proporcionar de acuerdo con la ampacidad de dichos conductores, sin aplicar factores de corrección y ajuste de ampacidad de acuerdo al cálculo de la ampacidad. La protección contra sobrecorriente no debe ser mayor de 7 A para conductores de 0,824 mm² (18 AWG) ni de 10 A para los de 1,31 mm² (16 AWG).

Excepción: Cuando la NOM-001-SEDE-2012 exija o permita otra protección contra sobrecorriente.

5106.2.3 Ubicación del dispositivo contra sobrecorriente de un circuito Clase 1. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados tal como se especifica en 725-45 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Punto de alimentación.
- b) Derivaciones del alimentador.
- c) Derivaciones del circuito derivado.
- d) Lado del primario del transformador.
- e) Lado de entrada de una fuente electrónica de alimentación.

5106.2.4 Métodos de alambrado para circuitos Clase 1. Los circuitos Clase 1 se deben instalar de acuerdo con la Parte A del Artículo 300 de la NOM-001-SEDE-2012 y con los métodos de alambrado de los Artículos adecuados del Capítulo 3.

Excepciones: Se permitirá aplicar las disposiciones de 725-48 hasta 725-51 en las instalaciones de los circuitos Clase 1.

Los métodos permitidos o exigidos por la NOM-001-SEDE-2012 se deben aplicar a la instalación de circuitos Clase 1.

5106.2.5 Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, charola portacables, envolvente o

canalización. Se permitirá instalar circuitos Clase 1 junto con otros circuitos según se especifica en 725-48 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Dos o más circuitos Clase 1.
- b) Circuitos Clase 1 con circuitos de suministro de fuerza.
 - 1) En un cable, envolvente o canalización.
 - 2) En centros de control ensamblados en fábrica o en el sitio.
 - 3) En un pozo de visitas.
 - 4) En charolas portacables.

5106.2.6 Conductores de los circuitos Clase 1. Se debe cumplir lo establecido en 725-49 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Tamaño y uso.
- b) Aislamiento.

5106.2.7 Número de conductores en charolas portacables y canalizaciones, y factores de ajuste de ampacidad. Se debe cumplir lo establecido en 725-51 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Conductores de los circuitos Clase 1
- b) Conductores de suministro de fuerza y de circuitos Clase 1.
- c) Conductores de circuitos Clase 1 en charolas portacables.

5106.2.8 Circuitos que se extienden más allá de un edificio. Si los circuitos Clase 1 salen en forma aérea más allá de un edificio, también deben cumplir los requisitos para circuitos derivados y alimentadores del Artículo 225 de la NOM-001-SEDE-2012-

5106.3 Circuitos Clase 2 y Clase 3

5106.3.1 Fuentes de alimentación para circuitos Clase 2 y Clase 3. Se debe cumplir los requisitos de 725-121 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Fuente de alimentación.
- b) Interconexión de fuentes de alimentación.

5106.3.2 Marcado del circuito. El equipo que alimenta a los circuitos debe tener una marca duradera, plenamente visible que indique que cada circuito es Clase 2 ó Clase 3.

5106.3.3 Métodos de alambrado en el lado fuente de las fuentes de alimentación Clase 2 ó Clase 3. Los conductores y equipos en el lado fuente de las fuentes de alimentación se deben instalar de acuerdo con los requisitos correspondientes de los Capítulos 1 a 4 de la NOM-001-SEDE-2012. Los transformadores u otros dispositivos que se alimenten desde circuitos de alumbrado o de fuerza deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de máximo 20 amperes.

Excepción: Se permitirá que los terminales de entrada de un transformador u otra fuente de alimentación que alimenten a un circuito Clase 2 o Clase 3, sean de tamaño menor que 2.08 mm² (14 AWG) pero no menor que 0.824 mm² (18 AWG), si no tienen más de 305 milímetros de longitud y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en 725-49 (b) de la NOM-001-SEDE-2012.

5106.3.4 Materiales y métodos de alambrado en el lado carga de la fuente de alimentación Clase 2 ó Clase 3. Se permitirá que los circuitos Clase 2 y Clase 3 en el lado de la carga de la fuente de alimentación se instalen usando métodos de alambrado y materiales, de acuerdo con lo establecido en 725-130 de la NOM-001-SEDE-2012.

5106.3.5 Instalación de los conductores y equipos en cables, compartimientos, charolas portacables, envolventes, pozos de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones para circuitos Clase 2 y Clase 3. Los conductores y equipos para circuitos Clase 2 y Clase 3 se deben instalar de acuerdo con 725-136 hasta 725-143.

5106.3.6 Separación entre los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Los cables y conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 no deben colocarse en cables, compartimientos, charolas portacables, envolventes, pozos de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos ni canalizaciones o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, y circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que así lo permita algún inciso de 725-136 de la NOM-001-SEDE-2012.

5106.3.7 Instalación de conductores de distintos circuitos en el mismo cable, envolvente, charola o canalización. Se debe cumplir lo establecido en 725-139 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Dos o más circuitos Clase 2.

- b) Dos o más circuitos Clase 3.
- c) Circuitos Clase 2 con circuitos Clase 3.
- d) Circuitos Clase 2 y Clase 3 con circuitos de comunicaciones.
 - 1. Clasificados como circuitos de comunicaciones.
 - 2. Cables combinados.
- e) Cables Clase 2 o Clase 3 con cables de otros circuitos.
- f) Conductores o cables Clase 2 o Clase 3 y circuitos de sistemas de audio.

5106.3.8 Instalación de conductores de circuitos que se extienden más allá de un edificio. Cuando los conductores de los circuitos Clase 2 o Clase 3 se extienden más allá de un edificio y estén tendidos de modo que puedan entrar en contacto accidental con conductores de alumbrado o de fuerza que funcionen a más de 300 volts a tierra, o estén expuestos a las descargas atmosféricas en los tramos que haya entre los edificios de un mismo inmueble, también se deben aplicar los requisitos de 725-141 de la NOM-001-SEDE-2012.

5106.3.9 Soporte de los conductores. Los conductores de los circuitos Clase 2 ó Clase 3 no deben sujetarse con abrazaderas, cinta o cualquier otro medio a cualquier tubo conduit u otra canalización como un medio de soporte. Se permitirá que estos conductores se instalen según lo permite 300-11 (b)(2) de la NOM-001-SEDE-2012.

5106.3.10 Aplicaciones de los cables aprobados Clase 2, Clase 3 y PLTC. Los cables Clase 2, Clase 3 y PLTC deben cumplir cualquiera de los requisitos descritos en 725-154 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Plenums.
- b) Pozos verticales.
- c) Charolas portables.
- d) Establecimientos industriales.
- e) Otro alambrado dentro de edificios.
 - 1. General. Se permitirán cables tipo CL2 o CL3.
 - 2. En canalizaciones u otros métodos de alambrado.
 - 3. Espacios no ocultos.

- 4. Viviendas unifamiliares y bifamiliares.
- 5. Viviendas multifamiliares.
- 6. Bajo alfombras.
- f) Marcos de conexión.
- g) Sustituciones de los cables Clase 2 y Clase 3.
- h) Cables Clase 2, Clase 3, PLTC de integridad del circuito (CI) o sistemas de protección del circuito eléctrico.
- i) Circuitos Termocople.

5106.4 Requisitos de aprobación

5106.4.1 Aprobación y marcado de los cables Clase 2, Clase 3 y Tipo PLTC. Los cables Clase 2, Clase 3 y PLTC, y las canalizaciones no metálicas de señalización, instalados como métodos de alambrado dentro de edificios, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego y deben estar marcados según 725-179 de la NOM-001-SEDE-2012.

SECCIÓN 5107 CABLES DE INSTRUMENTACION EN CHAROLAS TIPO ITC

5107.1 Alcance. Esta sección trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción del cable de instrumentación en charolas, aplicables a los circuitos de instrumentación y control que operan a 150 volts o menos y 5 amperes o menos.

5107.2 Definición. Se aplican las definiciones de 727-2 de la NOM-001-SEDE-2012.

5107.3 Generalidades. Además de las disposiciones de esta sección, la instalación del cable tipo ITC debe cumplir con los Artículos aplicables de la NOM-001-SEDE-2012.

5107.4 Usos permitidos. Se permitirá usar cable tipo ITC en establecimientos industriales donde las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que la instalación es atendida sólo por personas calificadas y en condiciones de 727-4 de la NOM-001-SEDE-2012.

5107.5 Usos no permitidos. No se deben instalar cables tipo ITC en circuitos que operen a más de 150 volts o más de 5 amperes.

La instalación de cable Tipo ITC con otros cables debe estar sujeta a las disposiciones establecidas en los Artículos específicos para los otros cables. Cuando los artículos específicos no contengan las disposiciones establecidas para la instalación con cable tipo

ITC, no se permitirá la instalación del cable tipo ITC con los otros cables.

No se deben instalar cables tipo ITC con circuitos Clase 1 de alumbrado o de fuerza, que no sean de potencia limitada, ni con circuitos de potencia no limitada.

Excepciones: Cuando terminen dentro de equipos o cajas de empalme y las separaciones se mantengan mediante barreras aislantes u otros medios.

Cuando se aplique un recubrimiento o armadura metálicos sobre el recubrimiento no metálico del cable tipo ITC.

5107.6 Construcción. Los conductores aislados de los cables Tipo ITC deben ser de tamaños entre 0.325 mm² (22 AWG) y 3.31 mm² (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre o aleación para termopar. El aislamiento de los conductores debe tener valor nominal de 300 volts. Se permitirá el blindaje.

Los cables deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego. La cubierta exterior debe ser resistente a la humedad y a la luz del sol.

Cuando se aplique un recubrimiento metálico liso, un recubrimiento metálico continuo y corrugado o una armadura de cinta trenzada sobre el recubrimiento no metálico, no se exigirá aplicar una cubierta exterior no metálica.

5107.7 Marcado. Los cables deben estar marcados de acuerdo con 310-120(a)(2), (a)(3), (a)(4) y (a)(5) de la NOM-001-SEDE-2012. La tensión nominal no se debe marcar en los cables.

5107.8 Ampacidad permisible. La ampacidad permisible para los conductores debe ser de 5 amperes, excepto para los conductores de 0.325 mm² (22 AWG) la cual debe ser de 3 amperes.

5107.9 Protección contra la sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente no debe exceder 5 amperes para conductores de 0.519 mm² (20 AWG) y mayores, y de 3 amperes para los conductores de 0.325 mm² (22 AWG).

5107.10 Curvas o dobleces. Las curvas en los cables del Tipo ITC se deben hacer de manera que no se dañe el cable.

SECCIÓN 5108 SISTEMAS DE ALARMA CONTRA INCENDIOS

5108.1 Generalidades

5108.1.1 Alcance. Esta sección trata de la instalación del alambrado y de los equipos de los sistemas de alarma contra incendios, incluidos todos los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma contra incendios.

5108.1.2 Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no se debe ver impedido por la acumulación de conductores y cables que dificulten o eviten quitar los paneles, incluso los de los plafones.

5108.1.3 Ejecución mecánica del trabajo. Los circuitos de alarmas contra incendios se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables y los conductores instalados expuestos en la superficie de plafones y paredes laterales se deben sostener por la estructura del edificio de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Dichos cables se deben sostener con flejes, grapas, ganchos, amarres de cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4 (d) de la NOM-001-SEDE-2012.

5108.1.4 Cables abandonados. La parte accesible de los cables abandonados de alarmas contra incendios se debe retirar. Cuando los cables están identificados con una etiqueta para su uso futuro, ésta debe tener la durabilidad suficiente para tolerar el ambiente involucrado.

5108.1.5 Identificación del circuito de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben estar identificados en los lugares de terminación y de empalme de manera que ayude a prevenir las falsas alarma contra incendios durante la prueba y mantenimiento de otros sistemas.

5108.1.6 Circuitos de alarma contra incendios que se prolongan más allá de un edificio. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, que se extienden más allá de un edificio y que estén instalados en exteriores, deben cumplir los requisitos de instalación del Artículo 800, Partes B, C y D o cumplir con los requisitos de instalación de la Parte A del Artículo 300 de la NOM-001-SEDE-2012. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada que se extienden más allá de un edificio y que estén instalados en exteriores deben cumplir los requisitos de instalación de la Parte A del Artículo 300 y las secciones aplicables de la Parte A del Artículo 225 de la NOM-001-SEDE-2012.

5108.1.8 Otras generalidades. Los circuitos y equipos deben cumplir las disposiciones de 760-3 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Propagación del fuego o productos de combustión.
- b) Plenums, ductos y otros espacios de ventilación.
- c) Areas peligrosas (clasificadas).
- d) Areas con ambientes corrosivos, mojados o húmedos.
- e) Circuitos de control del edificio.
- f) Cables de fibra óptica.
- g) Instalación de los conductores con otros sistemas.
- h) Canalizaciones o mangas expuestas a diferentes temperaturas.
- i) Soporte vertical para cables y conductores clasificados para fuego.
- j) Número y tamaño de cables y conductores en canalizaciones.
- k) Pasacables.

5108.2 Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada

5108.2.1 Requisitos de la fuente de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Se debe cumplir lo establecido de 760-41 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Fuente de alimentación.
- b) Circuito derivado.

5108.2.2 Protección contra sobrecorriente del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los conductores tamaño 2.08 mm² (14 AWG) y mayores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, sin aplicar los factores de corrección y ajustes de ampacidad de 310-15 de la NOM-001-SEDE-2012 para el cálculo de dicha ampacidad. La protección contra sobrecorriente no debe superar 7 amperes para los conductores de tamaño 0.824 mm² (18 AWG), ni de 10 amperes para los de 1.31 mm² (16 AWG).

Excepción: Cuando la NOM-001-SEDE-2012 permita o exija otra protección contra sobrecorriente.

5108.2.3 Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente de un circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe estar ubicado en el punto de conexión del conductor a la red de alimentación. Aplican las excepciones de 760-45 de la NOM-001-SEDE-2012.

5108.2.4 Alambrado de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada. La instalación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir con lo establecido en 110-3 (b), 300-7, 300-11, 300-15, 300-17, 300-19(b) y otros Artículos aplicables del Capítulo 3 de la NOM-001-SEDE-2012.

Excepciones: Lo establecido en 760-48 hasta 760-53 de la NOM-001-SEDE-2012 y cuando otras secciones de esta norma exijan otros métodos.

5108.2.5 Conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Se debe cumplir los requisitos de 460-49 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Tamaños y uso.
- b) Aislamiento.
- c) Material de los conductores.

5108.2.6 Número de conductores en canalizaciones y charolas portables y factores de ajuste de ampacidad. Se debe cumplir los requisitos de 460-51 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada y Clase 1.
- b) Conductores de alimentación y de circuitos de alarma contra incendios.
- c) Charolas portables.

5108.2.7 Cables multiconductores de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Se permitirá usar cables multiconductores de alarma contra incendios de potencia no limitada, que cumplan los requisitos de 760-176 de la NOM-001-SEDE-2012 en circuitos de alarma contra incendios que funcionen a 150 volts o menos y se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 760-53 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Método de alambrado del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada.
 - 1) En canalizaciones, expuestos en plafones y paredes, o tendido en espacios ocultos.
 - 2) A través de pisos o paredes

- 3) En fosos de ascensores.
- b) Aplicaciones de los cables aprobados de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada.
 - 1) Ductos.
 - 2) Otros espacios usados para aire ambiental.
 - 3) Tramos verticales.
 - 4) Otro alambrado dentro de edificios.

5108.3 Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada

5108.3.1 Fuentes de alimentación para los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada. Se debe cumplir los requisitos de 760-121 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Fuente de alimentación.
- b) Circuito derivado.

5108.3.2 Marcado de circuitos. Los equipos que alimentan los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada deben estar marcados de modo duradero en un lugar claramente visible, para señalar cada circuito que es un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

5108.3.3 Métodos de alambrado en el lado fuente de la fuente de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada. Los conductores y equipos del lado fuente de la fuente de alimentación se deben instalar de acuerdo con los requisitos apropiados de la Parte B del Artículo 760 y de los Capítulos 1 a 4 de la NOM-001-SEDE-2012. Los transformadores u otros dispositivos alimentados desde los conductores de alimentación, deben estar protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente a una corriente nominal no mayor a 20 amperes.

Excepción: Se permitirá que los terminales de entrada de un transformador o de otra fuente de alimentación que suministre corriente a un circuito de alarma contra incendio de potencia limitada, sean de tamaño menor a 2.08 mm^2 (14 AWG), pero no menor a 0.824 mm^2 (18 AWG), si no tienen más de 30 centímetros de longitud y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en 760-49 (b) de la NOM-001-SEDE-2012.

5108.3.4 Materiales y métodos de alambrado en el lado carga de las fuentes de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada. Se permitirá instalar los circuitos de alarma contra incendios en el lado de la carga de

la fuente de alimentación utilizando los materiales y métodos de alambrado que se especifican en 760-130 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Materiales y métodos de alambrado para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada.
- b) Materiales y métodos de alambrado para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.
 - 1) En canalizaciones, expuestos en plafones y paredes, o jalado en espacios ocultos.
 - 2) A través de pisos o paredes.
 - 3) En fosos de ascensores.

5108.3.5 Instalación de conductores y equipos en cables, compartimentos, charolas portacables, envolventes, pozos de visita, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones para circuitos de potencia limitada. Los conductores y equipos para los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada se deben instalar de acuerdo con 760-136 hasta 760-143 de la NOM-001-SEDE-2012.

5108.3.6 Separación de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Los cables y conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada no deben instalarse en cables, charolas portacables, compartimentos, envolventes, pozos de visitas, cajas de salida, cajas de dispositivos, canalizaciones o accesorios similares con conductores de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que sea permitido en 760-136 de la NOM-001-SEDE-2012.

5108.3.7 Instalación de conductores de distintos circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Clase 2, Clase 3 y circuitos de comunicaciones en el mismo cable, envolvente, charola portacables o canalización. Se debe cumplir lo establecido en 760-139 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Dos o más circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.
- b) Circuitos Clase 2 con circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

- c) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia y cables del circuito de la alarma contra incendios de potencia limitada.
- d) Circuitos de sistemas de audio y circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

5108.3.8 Tamaño del conductor. Sólo se permite utilizar conductores con tamaño 0.131 mm^2 (26 AWG) cuando estén empalmados con un conector certificado como adecuado para usar con conductores tamaño 0.131 mm^2 (26 AWG) hasta 0.212 mm^2 (24 AWG) o mayor y que terminen en equipos, o cuando los conductores de tamaño 0.131 mm^2 (26 AWG) terminen en un equipo certificado como adecuado para conductores de ese tamaño. Los conductores sencillos no deben tener un tamaño inferior a 0.824 mm^2 (18 AWG).

5108.3.9 Soporte de los conductores. Los conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada no deben sujetarse con abrazaderas o cinta ni cualquier otro medio al exterior de cualquier tubo conduit u otra canalización para utilizarla como medio de apoyo.

5108.3.10 Detectores de fuego de línea continua portadora de corriente. Se debe cumplir los requisitos de 760-145 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Aplicación.
- b) Instalación.

5108.3.11 Aplicaciones de cables aprobados tipo PLFA. Los cables del PLFA deben cumplir los requisitos descritos en 760-154 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Plenums.
- b) Ductos verticales.
- c) Otro alambrado dentro de los edificios.
 - 1) Generalidades.
 - 2) En canalizaciones.
 - 3) Espacios no ocultos.
 - 4) Sistemas portátiles de alarma contra incendios.
- d) Sustituciones del cable de alarma contra incendios.

5108.4.1 Aprobado y marcado de los cables de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada que se instalen como alambrado dentro de los edificios, deben estar aprobados y estar marcados según 760-176 de la NOM-001-SEDE-2012. El cable utilizado en lugares mojados debe estar aprobado para su uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

5108.4.2 Aprobado y marcado de cables PLFA y de los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada. Los cables tipo FPL instalados como alambrado dentro de edificios deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego y otros criterios de acuerdo con 760-179 de la NOM-001-SEDE-2012. Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada deben estar aprobados de acuerdo con 760-179 de la NOM-001-SEDE-2012. El cable utilizado en lugares mojados debe estar aprobado para uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

5108.4 Requisitos de aprobación

CAPÍTULO 52 - SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

SECCIÓN 5201 CIRCUITOS DE COMUNICACIONES

5201.1 Generalidades

5201.1.1 Alcance. Esta sección cubre los requerimientos para los circuitos y equipos de comunicaciones instalados en la vivienda.

Para los requisitos no contemplados en este CEV se debe cumplir con la NOM-001-SEDE-2012.

5201.1.2 Instalación del equipo. El equipo eléctricamente conectado a una red de comunicaciones debe ser aprobado para el uso pretendido, protección contra limitación de corriente, identificación y uso de los cables como se indica en el artículo 800-170 de la NOM-001-SEDE-2012. La instalación del equipo se debe hacer de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta y/o instructivo del fabricante. Los conductores en los cables de comunicaciones, que no sean coaxiales, deben ser de cobre.

Excepción: El requisito de aprobación no se aplica al equipo de prueba destinado a conexión temporal a la red de telecomunicaciones por personal calificado, durante la instalación, mantenimiento o reparación de equipo o sistemas de telecomunicaciones.

5201.1.3 Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe impedirse por la acumulación de alambres y cables, que eviten la remoción de paneles, incluyendo los plafones suspendidos del techo.

5201.1.4 Ejecución de los trabajos. Los circuitos y equipo de comunicaciones deben instalarse de manera ordenada, profesional y procurando identificar todo el alambrado. Los cables deben soportarse sobre la estructura del edificio de forma que no puedan dañarse por el uso normal del edificio. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable.

5201.1.5 Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de comunicaciones abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

5201.1.6 Propagación del fuego o de los productos de la combustión. La instalación de cables y canalizaciones de comunicaciones en espacios huecos, fosos verticales y ductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de tal manera que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de los cables y canalizaciones de comunicaciones a través de paredes, divisiones, pisos o plafones con clasificación como resistentes al fuego, deben ser cortafuegos utilizando métodos aprobados para mantener la clasificación de resistencia al fuego.

5201.2 Conductores en exteriores y en entrada a edificios

5201.2.1 Cables y alambres aéreos de comunicaciones. Los conductores aéreos que entren en edificios deben cumplir con lo siguiente:

a) Sobre postes y claros

- 1) Cuando sea posible, los alambres y cables de comunicaciones deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.
- 2) Los alambres y cables de comunicaciones no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.
- 3) Libramiento. Las acometidas aéreas de 0 a 750 V, encima y paralelas a las acometidas aéreas de comunicación, deben tener una separación mínima de 30 cm en cualquier punto del claro, incluyendo el punto de fijación al edificio, siempre que los conductores de fase estén aislados y que se mantenga un libramiento de cuando menos 1.00 m entre las dos acometidas en el poste.

b) Sobre azoteas. Los cables y alambres de comunicaciones deben tener una distancia vertical mínima de 2.50 m desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

5201.2.2 Alambres y cables subterráneos de comunicaciones que entran a edificios. Los alambres y cables subterráneos de comunicaciones que entren en los edificios, deben cumplir con:

a) Los alambres y cables de comunicaciones subterráneos instalados en canalizaciones, regis-

tros o pozos de visita en los que haya conductores de alumbrado o fuerza o de alarma contra incendios que no sean de potencia limitada, deben estar separados de estos conductores por medio de un muro divisorio de ladrillo, concreto o loseta o por medio de una barrera adecuada.

- b) Cuando todo el circuito de la calle sea subterráneo y el circuito dentro de la cuadra esté colocado de tal manera que no haya riesgo de contacto accidental con circuitos de alumbrado o fuerza de más de 300 V a tierra, no se requiere aislamiento de cables de fuerza, ni se exige colocar soportes aislantes para los conductores, ni se necesitan boquillas para la entrada de los conductores al edificio.

5201.2.3 Cables no aprobados que entran a los edificios. Se permitirá que cables de comunicaciones no aprobados, externos a la instalación, sean instalados en cualquier espacio del edificio que no sea un pozo vertical y ductos, plenums u otros espacios para mover aire ambiental, cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde el punto de entrada no sea mayor de 15.00 m y el cable entre al edificio desde el exterior y termine en un envolvente o en un protector primario aprobado.

5201.2.4 Circuitos que necesitan protectores primarios. Se debe instalar un protector primario aprobado en cada circuito que sea parcial o totalmente aéreo no confinado dentro de la cuadra. También se debe colocar un protector primario aprobado en cada circuito, aéreo o subterráneo, que esté situado en la cuadra en la que se ubique el edificio, que pueda estar expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza con tensiones mayores a 300 V a tierra, además, donde exista exposición a descargas atmosféricas.

Un protector primario con fusibles debe consistir en un apartarrayos conectado entre cada conductor (de fase) y tierra, un fusible en serie con cada conductor (de fase) y una instalación de montaje adecuado.

5201.2.5 Conductores para las descargas atmosféricas. Siempre que sea posible, se debe mantener una separación mínima de 1.80 m entre los alambres y cables de comunicaciones de los edificios y los conductores para las descargas atmosféricas.

5201.3 Protección

5201.3.1 Dispositivos de protección. Debe de atenderse a lo establecido en 800-90 de la NOM-001-SEDE-2012 en cuanto a:

- a) Aplicación

- b) Ubicación

- c) Áreas peligrosas (clasificadas)

- d) Protectores secundarios

5201.3.2 Puesta a tierra o interrupción de los elementos metálicos de la cubierta de los cables de comunicaciones. Los cables de comunicaciones que entran al edificio o que terminan en el exterior de éste, deben cumplir con lo siguiente:

- a) En las instalaciones donde los cables de comunicaciones entran a un edificio, los elementos metálicos de la cubierta del cable deben estar puestos a tierra, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de entrada.
- b) En las instalaciones donde el cable de comunicaciones termina en el exterior del edificio, los elementos metálicos de la cubierta del cable deben estar puestos a tierra, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de terminación del cable.

5201.4 Métodos de puesta a tierra. El protector primario y los miembros metálicos de la cubierta del cable deben ser unidos y puestos a tierra como sigue:

- a) Conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra:
- 1 Debe ser aprobado, se permite que sea aislado, recubierto o desnudo.
 - 2 Debe ser material conductor resistente a la corrosión puede ser de cobre, aluminio, acero recubierto con cobre, bronce u otro material. No se deben usar conductores de unión y conductores de electrodo de puesta a tierra de aluminio o aluminio recubierto de cobre cuando estén en contacto directo con mampostería o con la tierra o expuestos a condiciones corrosivas. Y puede ser alambre o cable.
 - 3 Debe ser de tamaño no menor que 2,08 mm² (14 AWG), o de acuerdo a la ampacidad aproximada que conduce por falla a tierra del equipo que protege.
 - 4 Protección mecánica. El conductor de unión y el conductor de electrodo de puesta a tierra debe protegerse donde esté expuesto a daño físico.

- b) Electrodo. Debe conectarse cuando aplica:

- 1 El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse al sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, a la terminación de unión intersistemas de tierras o a una barra puesta a tierra cuya longitud no sea inferior a 1.50 m y 12.7 mm de diámetro enterrada y separada de los conductores para las descargas atmosféricas, y por lo menos a 1.80 m de los electrodos de otros sistemas.
- c) Conexión de los electrodos. Se debe usar una abrazadera atornillada, de bronce o latón fundido, o hierro común o maleable, u otro método aprobado.
- d) Unión de electrodos. Un puente de unión de cobre de tamaño nominal no menor que 13.3 mm² (6 AWG) debe conectar al electrodo de puesta a tierra de comunicaciones u otro sistema, y el sistema de electrodos para puesta a tierra en el edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos independientes.

5201.5 Métodos de alambrado dentro de edificios

5201.5.1 Canalizaciones para alambres y cables de comunicaciones. Se permite que se instalen alambres y cables de comunicaciones en cualquier canalización de las siguientes características:

Canalizaciones de canal de tipo vigueta.

Canalizaciones metálicas superficiales.

Canalizaciones no metálicas superficiales.

Canalizaciones bajo el piso.

Otras canalizaciones permitidas. Se permite que se instalen alambres y cables de comunicaciones en canalizaciones para comunicaciones en plenums (ductos de aire y que forma parte del sistema de distribución de aire), canalizaciones para comunicaciones aprobadas en pozos verticales o canalizaciones para comunicaciones de uso general.

Requisitos de aprobación. Las canalizaciones mencionadas, las tapas y los accesorios deben estar aprobados e identificados para tal uso.

5201.5.2 Instalación de alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones. La instalación de alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones debe cumplir con (a) hasta (l) de 800-113 de la NOM-001-SEDE-2012.

5201.5.3 Instalación de los alambres, cables y equipos de comunicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones que van desde el pro-

teccionador a los equipos o, cuando no se exija el protector, los alambres y cables de comunicaciones que están asegurados al interior o al exterior del edificio, deben cumplir cuando sean aplicables, las secciones (a) hasta (c) de 800-133 de la NOM-001-SEDE-2012.

5201.5.4 Aplicaciones de alambres, cables y canalizaciones de comunicaciones aprobadas. Las aplicaciones permitidas y no permitidas de cables, alambres y canalizaciones de comunicaciones aprobadas deben ser las indicadas en la Tabla 800-154(a) de la NOM-001-SEDE-2012. Las aplicaciones permitidas estarán sujetas a los requisitos de instalación de 800-110 y 800-113 de la NOM-001-SEDE-2012. Se permite la sustitución de cables de comunicaciones enlistados en la Tabla 800-154(b) de la NOM-001-SEDE-2012 e ilustrados en la Figura 800-154 de la NOM-001-SEDE-2012.

5201.5.5 Salida para comunicaciones en unidades de vivienda. En construcciones de unidades de vivienda nuevas, se debe instalar cuando menos una salida para comunicaciones, en un área fácilmente accesible y cableada hasta el punto de entrega del suministrador del servicio.

5201.6 Requisitos de aprobación

5201.6.1 Equipo. El equipo de comunicaciones debe estar aprobado para conexión eléctrica a una red de telecomunicaciones.

- a) Protectores primarios. Un protector primario debe constar de un apartarrayo conectado entre cada conductor de fase y tierra en un montaje adecuado. Los terminales del protector primario deben estar marcados de modo que indiquen fase y tierra, según sea aplicable.
- b) Protectores secundarios. El protector secundario debe estar aprobado como adecuado para proporcionar un medio para limitar de manera segura las corrientes a menos de la ampacidad de los alambres y cables de comunicaciones aprobados para interiores, los conjuntos aprobados de cordones de línea de teléfono y los equipos terminales de comunicaciones aprobados que tienen puertos para alambres de línea de circuitos de comunicaciones externos.

Cualquier protección contra sobretensiones, apartarrayos o conexión de puesta a tierra se debe conectar en las terminales del lado del protector secundario limitador de corriente.

5201.6.2 Alambres y cables de comunicaciones. Los alambres y cables de comunicaciones deben estar aprobados de acuerdo con las secciones (a) hasta (i) de 800-179 de la NOM-001-SEDE-2012 y marcadas según la Tabla 800-179 de la NOM-

001-SEDE-2012. Los conductores en los cables de comunicaciones, que no sean coaxiales, deben ser de cobre.

Los alambres y cables de comunicaciones deben ser para una tensión no inferior a 300 Volts. El aislamiento para los conductores individuales, diferentes al conductor externo de un cable coaxial, debe ser para una tensión de 300 Volts como mínimo. La tensión no se debe marcar en el cable ni en el alambre de comunicaciones bajo alfombra. Los alambres y cables de comunicaciones deben tener una designación de temperatura no menor a 60 °C.

Excepción: Se permitirá que la tensión esté marcada en el cable cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se exija en una o más.

5201.6.3 Canalizaciones para comunicaciones y ensambles de cables para ruteadores. Las canalizaciones para comunicaciones deben estar aprobadas de acuerdo a lo siguiente:

- a) Canalizaciones para comunicaciones en plenums. Se permiten para uso en ductos, plenums deben estar aprobadas como canalizaciones para fibra óptica en plenums. También deben tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.
- b) Canalizaciones para pozos verticales y ensambles de cables para ruteadores. Deben estar aprobadas como poseedoras de características de resistencia al fuego adecuadas para evitar la propagación del fuego de un piso a otro.
- c) Canalizaciones de comunicaciones para uso general y ensambles de cables para ruteadores. Deben estar aprobadas como resistentes a la propagación del fuego

SECCIÓN 5202 EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISIÓN

5202.1 Generalidades

5202.1.1 Alcance. Esta sección comprende los requisitos aplicables a sistemas de antenas para equipos de recepción de radio y televisión. Esta sección trata sobre antenas tales como las de alambre enrollado, multi-elementos, de varilla vertical y parabólicas. También comprende el alambrado y cableado que las conecta a los equipos, pero no incluye equipos y antenas usados para acoplar la corriente portadora a los conductores de la línea de fuerza

5202.1.2 Supresores de ruido para radio. Los dispositivos que eliminan las interferencias de radio,

los condensadores de interferencia o los supresores de ruido conectados a los conductores de alimentación, deben estar aprobados y no deben estar expuestos a daño físico.

5202.2 Equipo receptor-Sistemas de antenas

5202.2.1 Material. Las antenas y los conductores de entrada deben ser de cobre duro, bronce, aleación de aluminio, con núcleo de acero recubierto con cobre u otro material de alta resistencia mecánica y resistencia a la corrosión.

Excepción. Se permite instalar alambre de cobre blando o semiduro para los conductores de entrada de antena cuando los tramos entre los puntos de soporte no son mayores de 10 m.

5202.2.2 Soportes. Las antenas exteriores y los conductores de entrada deben estar firmemente soportados. Ni las antenas ni los conductores de entrada se deben sujetar a los mástiles de acometida eléctrica, ni en postes o estructuras similares que soporten líneas abiertas de alumbrado o fuerza, o alambres para troles de más de 250 Volts entre conductores. Los aisladores que sostengan a los conductores de la antena deben tener suficiente resistencia mecánica para sostenerlos con seguridad. Los conductores de entrada deben fijarse firmemente a las antenas.

5202.2.3 Evitar contactos con conductores de otros sistemas. Las antenas exteriores y los conductores de entrada que vayan desde una antena hasta un edificio, no deben cruzar por encima de líneas abiertas de circuitos de alumbrado y fuerza y se deben mantener alejados de tales circuitos, con el fin de evitar la posibilidad de contactos accidentales. Cuando no se pueda evitar la proximidad con las líneas abiertas de alumbrado y fuerza o de las acometidas de instalaciones de menos de 250 Volts entre conductores, la instalación debe realizarse de manera que se mantenga una distancia de seguridad no menor que 60 cm.

Cuando sea posible, los conductores de la antena se deben instalar de modo que no crucen por debajo de líneas abiertas de alumbrado o fuerza.

5202.2.4 Empalmes. Los empalmes y juntas en los tramos de antena se deben hacer mecánicamente seguros con dispositivos de empalme aprobados o por otros medios que no debiliten de forma apreciable a los conductores.

5202.2.5 Puesta a tierra. Los mástiles y las estructuras metálicas que sostienen las antenas deben ponerse a tierra, por medio de conductores de unión y conductores de electrodo de puesta a tierra para estaciones receptoras, de acuerdo a 5101.4.

5202.2.6 Tamaño de la antena de cable - Estación receptora.

5202.2.6.1 Tamaño nominal del cable de la antena. Los conductores de la antena instalados en el exterior de la estación receptora deben ser de un tamaño nominal no menor que lo indicado en la Tabla 810-16(a) de la NOM-001-SEDE-2012.

5202.2.6.2 Antenas autoportadas. Las antenas exteriores, como las de varillas verticales, parabólicas o bipolares, deben ser de materiales resistentes a la corrosión y de resistencia mecánica adecuada para resistir las condiciones de carga del viento. Deben instalarse, lo más alejadas posible de conductores aéreos de los circuitos de alumbrado y de fuerza de más de 150 Volts a tierra, con objeto de evitar la posibilidad de que, si cayera la antena o la estructura, se produzca un contacto accidental con los circuitos.

5202.2.7 Tamaño de los conductores de entrada - Estación receptora. Los conductores de entrada de antenas exteriores para estaciones receptoras deben, para distintas longitudes máximas de tramos expuestos, tener un tamaño tal que tenga una resistencia a la tensión por lo menos igual que la de los conductores de antena especificados en 810-16 de la NOM-001-SEDE-2012. Cuando la entrada esté formada por dos o más conductores trenzados juntos dentro de la misma cubierta, o sean concéntricos, el tamaño del conductor para distintas longitudes máximas de los tramos expuestos debe ser tal, que la resistencia a la tracción de la combinación sea por lo menos tan grande como la de los conductores de antena especificados en 810-16 de la NOM-001-SEDE-2012.

5202.2.8 Distancias de seguridad - Estaciones receptoras

5202.2.8.1 Fuera de los edificios. Los conductores de entrada fijados a los edificios se deben instalar de forma que no puedan aproximarse, al moverse, a menos de 60 cm de los conductores de los circuitos de 250 Volts o menos entre conductores, o a menos de 3.00 m de los conductores de los circuitos de más de 250 Volts entre conductores; se exceptúa el caso de circuitos cuya tensión eléctrica no exceda 150 Volts entre conductores, si todos los conductores están fijados de tal modo que se asegure una distancia permanente, en cuyo caso la distancia puede reducirse, pero no debe ser menor que 10 cm. La distancia de seguridad entre conductores de entrada y cualquier conductor que forme parte de un sistema de pararrayos, no debe ser menor que 1.80 m. Los conductores subterráneos deben separarse al menos 30

cm de los conductores de cualquier circuito de fuerza, alumbrado, o Clase 1.

Excepción. Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o de entrada de antena son instalados en canalizaciones o cables con armadura metálica.

5202.2.8.2 Antenas y cables de entradas - Interiores. Las antenas y conductores de antena en interiores no deben estar a menos de 5 cm de los conductores de otros sistemas de alumbrado en el predio.

Excepciones. Cuando tales conductores estén instalados en canalizaciones o en cable armado. Cuando estén permanentemente separados de tales conductores por medio de una cubierta aislante y continúa fijada firmemente, como tubo de porcelana o tubería flexible.

5202.2.8.3 En cajas u otras envoltentes. Las antenas y conductores de antena en interiores pueden ocupar la misma caja o envoltente que los conductores de otros sistemas de alumbrado cuando estén separados de esos otros conductores por una barrera instalada efectiva y permanentemente.

5202.2.9 Circuitos de alimentación eléctrica utilizados como Antena - Estación receptora. Cuando se utiliza un circuito de alimentación eléctrica como antena, el dispositivo de acoplamiento entre la red eléctrica y el receptor de radio al circuito, debe estar aprobado para este uso.

5202.2.10 Dispositivos para descarga de antenas - Estaciones receptoras

5202.2.10.1 Donde se requiere. Cada conductor de entrada procedente de una antena exterior debe estar provisto de una unidad aprobada de descarga de antena.

Excepción. Cuando los conductores de entrada estén dentro de una pantalla metálica continua que esté puesta a tierra con un conductor, o están protegidos por una unidad de descarga de antena.

5202.2.10.2 Ubicación. Las unidades de descarga de antenas se deben instalar fuera o dentro del edificio, entre el punto de entrada de los conductores de antena y el receptor de radio o los transformadores, y tan cerca como sea posible de la entrada de los conductores al edificio. Las unidades de descarga de antena no deben ubicarse cerca de materiales combustibles, ni en las áreas peligrosas (clasificadas) según lo definido en el artículo 500 de la NOM-001-SEDE-2012.

5202.2.10.3 Puesta a tierra. La unidad de descarga de antenas debe estar puesta a tierra conforme con lo establecido en 5102.2.5 Puesta a tierra, de este capítulo..

5202.4 Instalaciones interiores - Estaciones transmisoras

5202.4.1 Separación con otros conductores. Todos los conductores dentro del edificio deben instalarse cuando menos a 10 cm, de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, fuerza o señalización.

Excepciones: Cuando estén separados de otros conductores por medio de canalizaciones o por algún material no conductor fijo firmemente, como un tubo de porcelana o tubo flexible.

5202.4.2 Generalidades. Los transmisores deben cumplir con los incisos (a) hasta (c):

- a) Envolvente. El transmisor debe estar dentro de una envolvente o malla metálica, o separado del espacio destinado al personal encargado del funcionamiento, por una barrera u otro medio equivalente, cuyas partes metálicas estén puestas a tierra efectivamente.
- b) Puesta a tierra de los controles. Todas las manijas metálicas y controles accesibles al personal encargado del funcionamiento deben estar conectadas al conductor de puesta a tierra de equipo si el transmisor es alimentado por el sistema de alambreado del inmueble o puestas a tierra con un conductor de acuerdo a 5102.2.5 Puesta a tierra, de este capítulo.
- c) Bloqueo de puertas. Todas las puertas de acceso deben estar provistas de bloqueos que desconecten todas las tensiones mayores a 350 V entre conductores, cuando se abra cualquier puerta de acceso.

SECCIÓN 5203

SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA ALIMENTADOS POR UNA RED

5203.1 Generalidades

5203.1.1 Alcance. Esta sección cubre los sistemas de comunicación de banda ancha alimentados por una red, que proporcionan cualquier combinación de servicios de voz, audio, video, datos y servicios interactivos, a través de una unidad de interfaz de red.

5203.1.2 Limitaciones de potencia. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha ali-

mentados por una red se deben clasificar como poseedoras de fuentes de potencia media o baja, como se requiere en la Tabla 830-15 de la NOM-001-SEDE-2012.

5203.1.3 Acceso a equipo eléctrico atrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no debe impedirse por una acumulación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por la red que dificulten el retiro de paneles, incluyendo paneles colgantes en plafones.

5203.1.4 Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos y circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables instalados expuestos sobre la superficie del techo o de las paredes, se deben soportar sobre la estructura del edificio de forma que no puedan ser dañados por el uso normal del mismo. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 5101.1.5 Ejecución de los trabajos.

5203.1.5 Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

5203.1.6 Propagación del fuego o de los productos de la combustión. La instalación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red en espacios huecos, fosos verticales o conductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas de paredes, divisiones, pisos o plafones con clasificación de resistencia nominal al fuego, abiertas para pasar cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red, deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la resistencia nominal al fuego.

5203.2 Cables en el exterior y que entran a los edificios

5203.2.1 Cables de entrada

5203.2.1.1 Circuitos de potencia media. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables de comunicaciones de banda ancha de potencia me-

dia alimentados por una red, tipos BMU, BM o BMR.

5203.2.1.2 Circuitos de potencia baja. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables de comunicaciones de banda ancha de baja potencia energizados por una red, tipos BLU o BLX. Se permitirá sustituir los cables de la forma mostrada en la Tabla 830-154(b) de la NOM-001-SEDE-2012.

5203.2.2 Cables coaxiales aéreos. Los cables aéreos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, antes del punto de puesta a tierra (Por medio del blindaje conductor externo de un cable coaxial conectado a tierra física), deben cumplir con lo siguiente:

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red y los conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

- 1) Ubicación relativa. Deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza, no menos de 30 cm y 1 m en el poste.
- 2) Fijación a las crucetas. No se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.
- 3) Espacio para subir. Espacio horizontal para subir de por lo menos 75 cm
- 4) Libramiento (no hay dimensiones en NOM)

b) Sobre los techos. Deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 m desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 cm si los conductores de acometida pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1,20 m

c) Libramiento al suelo.

- 2,90 m sobre cualquier plataforma o proyección desde la cual se puedan alcanzar y sean accesibles solamente a los peatones.
- 3,50 m sobre propiedades residenciales y caminos privados no sometidas a tráfico de camiones.
- 4,70 m sobre vías públicas sujetas a tráfico de camiones y espacios abiertos públicos.

d) Sobre piscinas. 6,9 m de espacios libres en cualquier dirección al nivel del agua, borde de la superficie del agua o base de la plataforma de clavados.

e) Claros interpostales finales. Se permite sujetar los claros interpostales finales de los cables sin cubierta externa de comunicaciones de banda ancha energizados por una red al edificio, pero se deben mantener a no menos de 90 cm de las ventanas que se abren, puertas, porches, balcones, escaleras, salidas de emergencia o lugares similares.

Excepción: Se permite que los conductores que pasan sobre la parte superior de una ventana estén a menos de los 90 cm exigidos.

f) Entre edificios. Los cables que se tienden entre edificios o estructuras y también los soportes o accesorios de sujeción deben ser aceptables para aplicaciones aéreas exteriores y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que puedan estar sometidos.

g) Sobre edificios. Deben cumplir lo siguiente:

- 1) Alumbrado o fuerza. Debe tener una separación mínima de 10 cm de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza o de alarma contra incendios de potencia no limitada, que no van en canalizaciones o en cables o debe estar separado permanentemente de los conductores del otro sistema por un material no conductor continuo y fijo firmemente, adicional al aislamiento de los alambres.
- 2) Otros sistemas de comunicación. Se deben instalar de manera que no haya interferencia innecesaria en el mantenimiento por separado de los sistemas.
- 3) Conductores del sistema de pararrayos. Cuando sea factible, se debe mantener una separación de al menos 1,80 m entre cualquier cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red y los conductores del sistema de pararrayos.
- 4) Protección contra daños. Cuando están sujetos a los edificios o estructuras y localizados a una distancia no mayor que 2,50 m del suelo terminado, se deben proteger mediante envolventes, canalizaciones u otros medios aprobados

5203.2.3 Cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que entran a los edificios. Cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimenta-

dos por una red que entran a los edificios deben cumplir con lo siguiente:

- a) Sistemas subterráneos con conductores de alumbrado y fuerza. Los cables que van en un ducto, pedestal, registro o pozo de visita que tiene conductores de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios, deben estar en una sección separada permanentemente de estos conductores por una barrera adecuada.
- b) Cables y canalizaciones directamente enterrados. Los cables directamente enterrados, deben estar separados al menos 30 cm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios, de potencia.

Excepción: Cuando los conductores de acometida eléctrica o cables de comunicaciones de banda ancha estén instalados en canalizaciones o tengan cubierta metálica en el cable.

- c) Protección mecánica. La instalación de cables, tubos conduit u otras canalizaciones enterradas directamente deben cumplir los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 830-47 de la NOM-001-SEDE-2012. Además, los cables directamente enterrados que salgan al exterior, se deben proteger mediante envolventes, canalizaciones, u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-47, bajo el suelo hasta un punto ubicado al menos de 2,50 m sobre el suelo terminado.
- d) Albercas. No se permite el alambrado bajo la alberca o debajo del área en una extensión de 1,50 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca.

5203.3 Protección

5203.3.1 Protección eléctrica primaria. Se debe cumplir lo siguiente:

- a) Aplicación. Se debe suministrar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que van parcial o totalmente en cable aéreo no confinado dentro de una cuadra.
- 1) Protectores primarios sin fusibles. Se permiten protectores primarios sin fusible en donde las corrientes de falla en todos los conductores protegidos en el cable están limitadas con seguridad a un valor no mayor a la capacidad de corriente del protector pri-

mario y de la ampacidad del conductor de puesta a tierra del protector primario.

- 2) Protectores primarios con fusible. Cuando no se cumplen los requisitos enumerados en (1) anterior, se deben usar protectores primarios con fusible. Estos protectores deben consistir en un apartarrayos conectado entre cada conductor que se va a proteger y tierra, un fusible en serie con cada conductor que se va a proteger y un arreglo apropiado de montaje. Las terminales de los protectores primarios con fusible deben estar marcadas indicando línea, instrumento y tierra, según sea aplicable.

- b) Ubicación. Un protector primario, ya sea integral o externo a la unidad de interfaz de red, debe estar localizado lo más cerca posible del punto de entrada, no se debe ubicar en ningún área peligrosa (clasificada) o en la proximidad de material fácilmente inflamable.

5203.3.2 Puesta a tierra o interrupción de partes metálicas de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Los cables de comunicaciones energizados por una red que entran a los edificios o se fijan en ellos, deben cumplir con lo siguiente:

- a) Entrando a los edificios. En las instalaciones donde los cables de comunicaciones alimentados por una red entran a los edificios, el blindaje debe estar puesto a tierra de acuerdo a 5103.4.1, y los elementos metálicos del cable que no se utilizan para las comunicaciones ni para la alimentación se deben poner a tierra de acuerdo a 5103.4.1, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al punto de entrada
- b) Terminación en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de comunicaciones alimentado por una red termina en el exterior del edificio, el blindaje debe estar puesto a tierra tal como se especifica en 5103.4.1, y los elementos metálicos del cable que no se utilizan para las comunicaciones ni para la alimentación se deben poner a tierra de acuerdo con 5103.4.1, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible del punto de fijación de la unidad de interfaz de red.

5203.4 Métodos de puesta a tierra.

5203.4.1 Unión y puesta a tierra de cables, unidades de interfaz de red y protectores primarios.

Las unidades de interfaz de red que contienen protectores, las unidades de interfaz de red con envolventes metálicas, los protectores primarios y las partes metálicas del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, que deben estar unidos o puestos a tierra, se deben conectar como se especifica en 5101.4.1

5203.5 Métodos de instalación dentro de edificios

5203.5.1 Canalizaciones para sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de media y baja potencia.

5203.5.1.1 Canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3. Se permitirá que los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de media y baja potencia sean instalados en cualquier canalización incluida en el Capítulo 3 de la NOM-001-SEDE-2012. Esas canalizaciones deberán instalarse de acuerdo con los requisitos del mismo Capítulo 3.

5203.5.1.2 Ocupación de canalizaciones por cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. La ocupación de canalizaciones por cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con los siguientes:

- 1) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia, no tienen restricciones respecto al % de ocupación en canalizaciones.
- 2) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Se debe usar 40% máximo de la sección transversal en tubo conduit y canalizaciones para más de 2 conductores.

5203.5.2 Instalación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. La instalación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con los requisitos de 830-113 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Aprobación.
- b) Ductos fabricados usados para aire ambiental.
- c) Otros espacios usados para aire ambiental (Plenums).
- d) Pozos verticales — Cables y canalizaciones en trayectorias verticales.
- e) Pozos verticales — Cables en canalizaciones de metal.

f) Pozos verticales — Cables y canalizaciones en pozos verticales a prueba de fuego.

g) Pozos verticales — Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar.

h) Otros lugares del edificio.

5203.5.3 Instalación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red y equipos. Las instalaciones de cables y equipos deben cumplir con los requisitos de 830-133 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

a) Separación con otros conductores.

1) En canalizaciones, charolas portacables, cajas y envolventes.

a. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja y media potencia. Se permiten en la misma canalización, charola portacables o envolvente.

b. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia, con cables de fibra óptica y otros cables de comunicaciones. Se permiten en la misma canalización, charola portacables, envolvente o ensamble de cables ruteadores con cables blindados.

c. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia, con otros circuitos. Se permiten cables en la misma canalización, charola portacables o envolvente con cables blindados.

d. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, con cables de fibra óptica y otros cables de comunicaciones. Se permiten cables en la misma canalización, charola portacables, envolvente o ensamble de cables ruteadores, cable de fibra óptica, no conductores, antenas comunales de televisión y de radio.

e. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, con otros circuitos. No se permitirán cables en la misma canalización, charola portacables o envolvente con conductores de control remoto de señalización y de circuitos de potencia limitada, circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios.

f. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados desde la instalación del

edificio no se deben instalar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida o de empalme o accesorios similares, con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza o de alarmas contra incendios de potencia no limitada.

2) Otras aplicaciones. Los cables de comunicaciones de banda ancha deben estar separados 5 cm mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza y de alarma contra incendios de potencia no limitada.

b) Soportes de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red no se deben sujetar con flejes, con cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, para utilizarla como un medio de soporte.

5203.5.4 Aplicaciones de sistemas cables de comunicaciones de banda ancha. Las aplicaciones, permitidas y no permitidas de sistemas de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red aprobados deben hacerse como se indica en la Tabla 830-154(a) de la NOM-001-SEDE-2012. Las aplicaciones permitidas deben cumplir con los requisitos de instalación de 830-40, 830-110 y 830-113 de la NOM-001-SEDE-2012. Se permiten las sustituciones de sistemas de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, aprobados en la Tabla 830-154(b) NOM-001-SEDE-2012.

5203.5.5 Dobleces. Los dobleces en los cables de una red de comunicaciones de banda ancha se deben hacer de tal modo que no dañen el cable.

5203.6 Requisitos de aprobación

5203.6.1 Equipos y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los equipos y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben estar aprobados y marcados de acuerdo 830-179 de la NOM-001-SEDE-2012 para:

- a) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red.
- b) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia.

SECCIÓN 5204 SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA ALIMENTADOS CON LA INSTALACIÓN DEL EDIFICIO

5204.1 Generalidades

5204.1.1 Alcance. Esta sección cubre los requerimientos para las instalaciones de edificios que alimentan sistemas de comunicaciones de banda ancha basados en fibra óptica que provee cualquier combinación de voz, video, datos y servicios interactivos por medio de una terminal de red óptica.

5204.1.2 Acceso a equipo eléctrico detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. No se debe impedir el acceso a equipo eléctrico por una acumulación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la instalación del edificio, que no permitan quitar los paneles, incluyendo los paneles suspendidos en los plafones.

5204.1.3 Ejecución mecánica del trabajo. Se deben aplicar los requisitos de 5101.1.5 y 5103.1.5 de este capítulo.

5204.1.4 Cables abandonados. Se deben aplicar los requisitos de 5101.1.6 y 5103.1.6 de este capítulo.

5204.1.5 Propagación del fuego y productos de la combustión. Se deben aplicar los requisitos de 5101.1.7 y 5103.1.7 de este capítulo

5204.2 Cables en el exterior y que entran a los edificios

5204.2.1 Cables de fibra óptica aéreos. Los cables aéreos de fibra óptica que contengan un elemento metálico no conductor de corriente, deben cumplir con lo siguiente:

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables de fibra óptica y los conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

- 1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables de fibra óptica deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.
- 2) Fijación a las crucetas. Los cables de fibra óptica no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.
- 3) Espacio para subir. Espacio horizontal para subir de por lo menos 75 cm
- 4) Libramiento. Las acometidas aéreas de 0 a 750 V, encima y paralelas a las acometidas de servicios de comunicaciones de banda ancha alimentados por la instalación del edificio, deben tener una separación mínima de 30 cm en cualquier parte del claro in-

terpostal, incluyendo hasta el punto donde se fija al edificio. En el poste se debe mantener un libramiento de 1,00 m entre los dos servicios.

- b) Sobre los techos. Los cables de fibra óptica en el exterior, deben tener un libramiento vertical mínimo de 2,50 m desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 cm si los conductores de acometida de los sistemas de fibra óptica pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1,20 m y si el cable de fibra óptica es terminado en una canalización a través o encima del techo u otro soporte aprobado.

5204.2.2 Cables subterráneos de fibra óptica entrando a edificios. Los cables subterráneos de fibra óptica entrando a edificios deben cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Circuitos de alumbrado o fuerza y de alarma de fuego de potencia limitada. Los cables subterráneos de fibra óptica con un miembro metálico no conductor de corriente, que van en un ducto, pedestal, registro o pozo de visitas que tiene conductores de alumbrado, de fuerza o de alarma contra incendios de potencia no limitada deben estar en una sección separada permanentemente de estos conductores por una barrera adecuada.
- b) Cables y canalizaciones directamente enterrados. Los cables de fibra óptica con un miembro metálico no conductor de corriente directamente enterrado, deben estar separados al menos 30 cm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios de potencia no limitada.
- c) Protección mecánica. La instalación de cables directamente enterrados, tubos conduit u otra canalización se deben enterrar de manera que estén cubiertos cuando menos 15 cm.

5204.2.3 Cables y canalizaciones no aprobados entrando a los edificios. Aplican los requisitos de 5101.2.3 de este capítulo.

5204.3 Protección

5204.3.1 Dispositivos de protección. Aplican los requisitos de 5101.2.4, 5101.6.1 y 5103.3.1 de este capítulo.

5204.3.2 Puesta a tierra o interrupción de la cubierta metálica.

5204.3.2.1 Miembros metálicos no conductores de corriente de cables de fibra óptica. Miem-

bros metálicos no conductores de corriente de cables de fibra óptica entrando o terminados en el exterior de un edificio deben cumplir con 5101.3.2 y 5103.3.2 de este capítulo.

5204.3.2.2 Cables de comunicaciones. La puesta a tierra o la interrupción de la cubierta metálica del cable de comunicaciones debe cumplir con 5101.3.2 y 5103.3.2 de este capítulo.

5204.3.2.3 Cables coaxiales. Cuando se instala la terminal de red óptica en el exterior o en el interior de un edificio, con un cable coaxial rematado en una terminal de red óptica y está entrando, saliendo o fijado en el exterior del edificio, cuando el blindaje conductor externo de un cable coaxial esté puesto a tierra, no se exigirá ningún otro dispositivo de protección. Para el caso contrario se conecta a tierra de acuerdo a 5101.3.2 y 5103.3.2 de este capítulo.

5204.4 Métodos de puesta a tierra.

5204.4.1 Puesta a tierra de la terminal de red óptica y del cable de fibra óptica. Los requisitos de puesta a tierra de la terminal de red óptica y del cable de fibra óptica deben cumplir con 5101.4.1 de este capítulo.

5204.4.2 Circuitos del edificio que no salen de él. Cuando la terminal de red óptica es alimentada por un cable de fibra óptica no conductor, o cuando cualquier miembro metálico no conductor de corriente es interrumpido por un empalme aislante o dispositivo similar y los circuitos rematan en una terminal de red óptica y están totalmente dentro del edificio se aplica lo siguiente:

- a) Puesta a tierra del blindaje de un cable coaxial. Debe ser puesto a tierra por una de las siguientes maneras 5101.3.2 y 5103.3.2 de este capítulo.
- b) No se requiere que los circuitos de comunicaciones estén puestos a tierra.
- c) No se requiere que la terminal de red óptica esté puesta a tierra, a menos que sea requerido, si se usa un cordón y clavija para la conexión a la terminal de red óptica se permite la puesta a tierra.

5204.5 Métodos de instalación dentro de edificios. Aplican los requisitos de 5103.5.1.1 de este capítulo.

5204.5.1 Canalizaciones para sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble. Aplican los requisitos de 770-110 de la NOM-001-SEDE-2012.

5204.5.2 Instalaciones después de la terminal de red óptica. La instalación de circuitos de comuni-

cación y de circuitos con cable coaxial debe cumplir 840-113 de la NOM-001-SEDE-2012.

5204.5.3 Instalación de fibras ópticas y conductores eléctricos asociados con la alimentación a sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble. Aplican los requisitos de 770-133 de la NOM-001-SEDE-2012.

5204.5.4 Aplicaciones de cables de fibra óptica y canalizaciones. Aplican los requisitos de 770-154 de la NOM-001-SEDE-2012.

5204.6 Requisitos de aprobación

5204.6.1 Equipos y cables. Los equipos y cables de sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble deben cumplir con (a) hasta (d) de 840-154 de la NOM-001-SEDE-2012.

ANEXO 1 - REFERENCIA A NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

Acabados Reflectivos

NMX-U-125-SCFI-2016

Industria de la construcción-Edificaciones-revestimientos para techo con alto índice de reflectancia solar-especificaciones y métodos de ensayo.

Accesorios

NMX-H-066-1981

Compresores-clasificación.

NMX-Q-020-1978

Cerraduras para puertas de entradas e intercomunicación.

Acero

NMX-B-009-1996-SCFI

Industria siderúrgica - Lamina de acero al carbono galvanizada por el proceso de inmersión en caliente para uso general - especificaciones (modifica a la NMX-B-009-1988).

NMX-B-172-CANACERO-2013

Industria siderúrgica - Métodos de prueba mecánicos para productos de acero (cancela a la NMX-B-172-1988).

NMX-B-294-1986

Industria siderúrgica - Varillas corrugadas de acero, torcidas en frío, procedentes en lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto (esta Norma cancela la NOM-B-294-1972)

NMX-B-061-1990

Tubos de acero de bajo carbono, soldados eléctricamente, para la industria química. (Cancela a la NOM-B-61-1984)

NMX-B-099-1986

Acero estructural con límite de fluencia mínimo de 290 MPa (29 kgf/mm²) y con espesor máximo de 12.7 mm. (Esta Norma cancela a la NOM-B-99-1972).

NMX-B-252-1988

Requisitos generales para planchas, perfiles, tablaestacas y barras, de acero laminado, para uso estructural. (Cancela a la NOM-B-252-1977)

NMX-B-254-CANACERO-2008

Industria siderúrgica - acero estructural-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-B-254-1987).

NMX-B-281-1987

Planchas, perfiles y barras de acero al carbono para uso estructural con baja e intermedia resistencia a la tensión. (Esta norma cancela a la NOM-B-281-1976).

NMX-B-284-CANACERO-2017

Industria siderúrgica-Acero estructural de alta resistencia baja aleación al Manganeso-Niobio-Vanadio-Especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-B-284-1987).

NMX-B-286-1991

Perfiles I y H de tres planchas soldadas de acero (Cancela a la NOM-B-286-1977)

NMX-B-500-CANACERO-2015

Industria siderúrgica-Escalerilla de acero para refuerzo horizontal de muros de mampostería-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-B-500-CANACERO 2008).

Código de Prácticas Generales del Manual de Construcción en Acero del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, A.C. (I.M.C.A.)

Agregados

NMX-C-111-ONNCCE-2014

Industria de la construcción - Agregados para concreto hidráulico - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-111-ONNCCE-2004).

NMX-C-299-ONNCCE-2010

Industria de la construcción - Concreto hidráulico estructural - Agregados ligeros - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-299-1987).

NMX-C-084-ONNCCE-2006

Industria de la Construcción - Agregados para concreto - Partículas más finas de la criba 0,075 mm (no. 200) por medio de lavado - Método de prueba (Cancela a la NMX-C-084-1990).

Agua

NOM-003-CONAGUA-1996	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.
NOM-014- CONAGUA-2003	Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada.
NOM-127-SSA1-1994	Salud ambiental, agua para uso y consumo humano - límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
NMX-AA-006-SCFI-2010	Análisis de agua - Determinación de materia flotante en aguas residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-006-SCFI-2000).
NOM-117-SSA1-1994	Determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica
NOM-179-SSA1-1998	Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.
NOM-230-SSA1-2002	Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.
NMX-AA-004-SCFI-2013	Análisis de agua - Medición de sólidos sedimentables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-004-SCFI-2000).
NMX-AA-008-SCFI-2016	Análisis de agua- medición de ph en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba (cancela a la NMX-AA-008-SCFI-2011).
NMX-AA-028-SCFI-2001	Análisis de agua - Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO5) y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-028-1981).
NMX-AA-029-SCFI-2001	Análisis de aguas - Determinación de fosforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-029-1981).
NMX-AA-034-SCFI-2015	Análisis de agua - Medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela a la NMX-AA-034-SCFI-2001).
NMX-AA-036-SCFI-2001	Análisis de agua - Determinación de acidez y alcalinidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-036-1980).
NMX-AA-072-SCFI-2001	Análisis de agua - Determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-072-1981).
NMX-AA-093-SCFI-2000	Análisis de agua - Determinación de la conductividad electrolítica - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-093-1984).
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
NMX-C-122-ONNCCE-2004	Industria de la construcción - Agua para concreto-especificaciones (Cancela a la NMX-C-122-1982).
NOM-015- CONAGUA-2007	Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua.
NOM-244-SSA1-2008	Equipos y sustancias germicidas para tratamiento doméstico de agua. Requisitos sanitarios.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado.
NOM-004-SEMARNAT-2002	Protección ambiental - Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de CONAGUA

Aire Acondicionado

NOM-011- ENER-2006	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-021-ENER/SCFI-2017	Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-023- ENER-2010	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado.
NOM-026- ENER-2015	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido (Inverter) con flujo de refrigerante variable, descarga libre y sin ductos de aire. Límites, métodos de prueba y etiquetado

Aislamiento Térmico de Equipos

NOM-009-ENER-2014	Eficiencia energética en sistemas de aislamientos térmicos industriales
-------------------	---

Alambre

NMX-B-253-CANACERO-2013	Industria siderúrgica - Alambre de acero liso o corrugado para refuerzo de concreto - Especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-B-253-CANACERO-2006).
NMX-B-293-CANACERO-2012	Industria siderúrgica - Alambre de acero, sin recubrimiento con relevado de esfuerzos para usarse en concreto presforzado - Especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-B-293-1988).
NMX-B-507-CANACERO-2017	Industria Siderúrgica - Alambre de Acero al Carbono Recubierto de Zinc (Galvanizado) - Especificaciones y Métodos de Prueba. (cancela a la NMX-B-507-CANACERO-2011).
NMX-B-080-1987	Alambrón de Acero laminado en Caliente para Forja en Frío.

Aparatos Electrónicos

NOM-015- ENER-2012	Eficiencia Energética de Refrigeradores y Congeladores Electrodomésticos. Límites, Métodos de Prueba y Etiquetado.
NOM-005-ENER-2016	Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-025- ENER-2013	Eficiencia Térmica de Aparatos Domésticos para Cocción de Alimentos que usan gas LP o gas natural. Límites, Métodos de Prueba y Etiquetado.
NOM-032- ENER-2013	Límites Máximos de Potencia Eléctrica para Equipos y Aparatos que demandan energía en espera. Métodos de Prueba y Etiquetado.
NOM-001-SCFI-1993	Aparatos Electrónicos de Uso Doméstico Alimentados por Diferentes Fuentes de energía Eléctrica-Requisitos de Seguridad y Métodos de Prueba.

Armaduras

NMX-B-455-CANACERO-2015	Industria siderúrgica - Armaduras electrosoldadas de sección triangular, de alambre de acero corrugado o liso para refuerzo a flexión de elementos estructurales de concreto - Especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-B-455-CANACERO 2007)
NMX-B-456-CANACERO-2017	Industria siderúrgica - Armaduras electrosoldadas de alambre de acero para castillos y dalas - Especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-B-456-CANACERO-2013)

Bloques y piedra para mampostería

NMX-C-404-ONNCCE-2012	Industria de la construcción - Mampostería - Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-404-ONNCCE-2005).
NMX-C-508-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-bloques de tierra comprimida estabilizados con cal-especificaciones y métodos de ensayo. Capítulo CXVII de las Especificaciones Generales de Construcción, Parte Novena, Muestreo y Pruebas de Materiales, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (1971).

Bombas

NOM-001- ENER-2014	Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.
NOM-004- ENER-2014	Eficiencia energética para el conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia de uso doméstico, en potencias de 0,180 kw (¼ HP) hasta 0,750 kw (1 HP).- Límites, métodos de prueba y etiquetado.

Poliestireno Expandido

NMX-C-463-ONNCCE-2010	Industria de la construcción - Bovedilla de poliestireno expandido para losas de entresijos y azotea de concreto a base de viguetas prefabricadas- especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-137-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-Espuma Rígida de Poliestireno, EPS- Especificaciones y Métodos de Ensayo.

Cables

NMX-B-292-CANACERO-2011	Industria siderúrgica - Torón de siete alambres sin recubrimiento con relevado de esfuerzos para concreto presforzado - Especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-B-292-1988)
NMX-B-395-1990	Cable de alambre de acero con recubrimiento de zinc (cable de retenida) (Cancela a la NOM-B-395-1970)

Cal

NMX-C-003-ONNCCE-2015	Industria de la construcción - Cal hidratada - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-003-ONNCCE-2010).
NMX-C-513-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-cal viva-especificaciones y métodos de ensayo

Calefacción

NMX-J-223-1976	Elementos Calefactores
----------------	------------------------

Calentadores de Agua

NMX-ES-001-NORMEX-2005	Energía solar-rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua-métodos de prueba y etiquetado.
NOM-003- ENER-2011	Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.
NOM-011-SESH-2012	Calentadores de agua de uso doméstico y comercial que utilizan como combustible Gas L.P. o Gas Natural.- Requisitos de seguridad, especificaciones, métodos de prueba, marcado e información comercial (Cancela a la NOM-020-SEDG-2003).
NMX-ES-004-NORMEX-2010	Energía solar-evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua-método de prueba.
NMX-ES-003-NORMEX-2008	Energía solar - requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos, para calentamiento de agua.

Cementantes Hidráulicos

NMX-C-021-ONNCCE-2015	Industria de la construcción - Cemento para albañilería (mortero) - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-021-ONNCCE-2010)
NMX-C-414-ONNCCE-2014	Industria de la construcción - Cementantes hidráulicos -Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-414-ONNCCE-2010).
NMX-C-061-ONNCCE-2015	Industria de la construcción - Cementantes hidráulicos - Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos (Cancela a la NMX-C-061-ONNCCE-2010)

Clavos

NMX-B-505-CANACERO-2011 Industria siderúrgica-clavos-especificaciones y métodos de prueba.

Concreto

NMX-C-111-ONNCCE-2014 Industria de la construcción - Agregados para concreto hidráulico - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-111-ONNCCE-2004).

NMX-C-122-ONNCCE-2004 Industria de la construcción - Agua para concreto - Especificaciones (Cancela a la NMX-C-122-1982).

NMX-C-128-ONNCCE-2013 Industria de la construcción - Concreto sometido a compresión - Determinación del módulo de elasticidad estático y relación de Poisson (Cancela a la NMX-C-128-1997-ONNCCE).

NMX-C-159-ONNCCE-2016 Industria de la construcción - Concreto - Elaboración y curado de especímenes de ensayo (Cancela a la NMX-C-159-ONNCCE-2004 y NMX-C-160-ONNCCE-2004).

NMX-C-083-ONNCCE-2014 Industria de la construcción - Concreto - Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes - Método de ensayo (Cancela a la NMX-C-083-ONNCCE-2002).

NMX-C-163-1997-ONNCCE Industria de la construcción - Concreto - Determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto. (Cancela a la NMX-C-163-1986)

NMX-C-169-ONNCCE-2009 Industria de la construcción - Concreto - Extracción de especímenes cilíndricos o prismáticos de concreto hidráulico endurecido (Cancela a la NMX-C-169-1996-ONNCCE).

NMX-C-162-ONNCCE-2014 Industria de la construcción - Concreto hidráulico - Determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico (Cancela a la NMX-C-162-ONNCCE-2010).

NMX-C-155-ONNCCE-2014 Industria de la construcción - Concreto hidráulico - Dosificado en masa especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-155-ONNCCE-2004 y a la NMX -C-403-ONNCCE-1999).

Conexiones

NMX-E-199/2-SCFI-2003 Industria del plástico - Conexiones de poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante, usadas en la construcción de sistemas sanitarios - Especificaciones (Cancela a la NMX-E-199/2-1995-SCFI).

Comisionamiento

NMX-C-506-ONNCCE-2015 Industria de la construcción - Edificaciones - Comisionamiento

Control del tránsito

Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras. SCT

Conservación de la Energía

Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México (IECC - MÉXICO)

Cubiertas

NMX-C-488-ONNCCE-2014	Industria de la construcción-fibras de acero para refuerzo de concreto-especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-494-ONNCCE-2014	Industria de la construcción-lámina y teja corrugada de fibras naturales y bitumen-especificaciones y métodos de ensayo
NMX-C-027-ONNCCE-2014	Industria de la construcción- Fibrocemento - Láminas acanaladas de fibrocemento AC - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-027-ONNCCE-2004).
NMX-C-201-ONNCCE-2006	Industria de la Construcción - Fibrocemento - Láminas estructurales- Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-201-1982).
NMX-C-234-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-fibrocemento-placas planas sin comprimir NT - Especificaciones y métodos de ensayo. (Cancela a la norma mexicana NMX-C-234-ONNCCE-2006)
NMX-C-433-ONNCCE-2014	Industria de la construcción fibrocemento-láminas acanaladas de fibrocemento NT- especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-433- ONNCCE-2004)
NMX-C-448-ONNCCE-2015	Industria de la construcción - Fibrocemento - Placas planas sin comprimir - Especificaciones y métodos de prueba. (Cancela a la norma mexicana NMX-C-448-ONNCCE-2006)
NMX-C-449-ONNCCE-2006	Industria de la construcción-fibrocemento-tejas planas nt para techado y cubiertas-especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-B-348-1989	Lamina de acero al carbono laminada en frio para uso estructural. (Cancela a la NOM-B-348-1982)

Desarrollo Urbano

Atlas de Riesgo Municipal Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED

Diseño Estructural

NTC-RCDF-2004	Comisión Federal de Electricidad, Manual de Obras Civiles, Capítulo de Diseño por Sismo, México. 2015. Comisión Federal de Electricidad, Manual de Obras Civiles, Capítulo de Diseño por Viento, México. 2008. Manual de Diseño Obras Civiles. CFE Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal
---------------	---

Elevadores

NOM-053-SCFI-2000	Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga - Especificaciones de seguridad y métodos de prueba para equipos nuevos.
-------------------	---

Envolvente

NOM-018- ENER-2011	Aislantes Térmicos para Edificaciones. Características y Métodos de Prueba
NMX-C-460-ONNCCE-2009	Industria de la Construcción - Aislamiento Térmico - Valor "R" para las envolventes de Vivienda por Zona Térmica para la República Mexicana- Especificaciones y Verificación
NOM-020- ENER-2011	Eficiencia Energética en Edificaciones. - Envolvente de Edificios para Uso Habitacional.
NOM-008- ENER-2001	Eficiencia Energética en Edificaciones. Envolvente de Edificios No Residenciales
NOM-024- ENER-2012	Características Térmicas y Ópticas del Vidrio y Sistemas Vidriados para Edificaciones. Etiquetado y Métodos de Prueba.
NOM-146-SCFI-2016	Productos de vidrio-Vidrio de seguridad usado en la construcción-Especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NOM-146-SCFI-2001).

Equipamiento urbano

Sistema Normativo de Equipamiento Urbano de la Sedesol
Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones del Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (INIFED)

Equipos de Tratamiento de Agua

NOM-244-SSA1-2008

Equipos y sustancias germicidas para tratamiento doméstico de agua. Requisitos sanitarios.

Gestión Ambiental

NMX-SAA-14044-IMNC-2008

Gestión ambiental-análisis del ciclo de vida-requisitos y directrices.

NMX-SAA-14040-IMNC-2008

Gestión ambiental-análisis de ciclo de vida-principios y marco de referencia.

NMX-SAA-14025-IMNC-2008

Gestión ambiental-etiquetas y declaraciones ambientales-declaraciones ambientales tipo iii-principios y procedimientos.

Iluminación

NOM-028- ENER-2010

Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.

NOM-030- ENER-2012

Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (led) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.

NOM-007- ENER-2014

Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Impermeabilizantes

NMX-C-437-ONNCCE-2004

Industria de la construcción-mantos prefabricados impermeables a base de asfaltos modificados vía proceso catalítico o con polímeros del tipo app y SBS-especificaciones y métodos de prueba.

NMX-C-450-ONNCCE-2010

Industria de la construcción-impermeabilizantes elastómeros-especificaciones y métodos de ensayo.

Instalaciones de Gas LP

NOM-004-SEDG-2004

Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción.

NOM-002-SECRE-2010

Instalaciones de aprovechamiento de gas natural (Cancela y sustituye a la NOM-002-SECRE-2003, Instalaciones de aprovechamiento de gas natural).

NOM-009-SESH-2011

Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba.

NOM-011/1-SEDG-1999

Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso.

NOM-014-SESH-2013

Conexión integral y conexión flexible que se utilizan en instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. o Gas Natural. Especificaciones y métodos de prueba.

NMX-E-043-SCFI-2002

Industria del plástico - Tubos de polietileno (PE) para la conducción de gas natural (GN) y gas licuado de petróleo (GLP) - Especificaciones (Cancela a la NMX-E-043-1977).

NMX-X-021-SCFI-2014

Industria del gas-tubos multicapa a base de polietileno y aluminio para la conducción de gas natural (GN) y gas licuado de petróleo (GLP)-especificaciones y métodos de ensayo. (Cancela a la nmx-x-021-scfi-2007).

Instalaciones de Gas Natural

NOM-002-SECRE-2010	Instalaciones de aprovechamiento de gas natural (Cancela y sustituye a la NOM-002-SECRE-2003, Instalaciones de aprovechamiento de gas natural).
NOM-003-SECRE-2011	Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.
NOM-014-SCFI-1997	Medidores de desplazamiento positivo tipo diafragma para gas natural o L.P. Con capacidad máxima de 16 m ³ /h con caída de presión máxima de 200 Pa (20,40 mm de columna de agua) (esta norma cancela a la NOM-014-SCFI-1993)
NOM-001-SECRE-2010	Especificaciones del gas natural (cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-2003, Calidad del gas natural y la NOM-EM-002-SECRE-2009, Calidad del gas natural durante el periodo de emergencia severa).
NOM-007-SECRE-2010	Transporte de gas natural (cancela y sustituye a la NOM-007-SECRE-1999, Transporte de gas natural).

Instalación Eléctrica

NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones Eléctricas (Utilización)
-------------------	--

Instalación Hidrosanitaria

NOM-230-SSA1-2002	Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.
NOM-001- CONAGUA-2011	Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-009- CONAGUA-2001	Inodoros para uso sanitario-Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-010- CONAGUA-2000	Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro-Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-008- CONAGUA-1998	Regaderas empleadas en el aseo corporal-Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-005- CONAGUA-1996	Fluxómetros-Especificaciones y métodos de prueba.
NMX-C-415-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-válvulas y grifos para agua-especificaciones y métodos de ensayo (cancela a la NMX-C-415-ONNCCE-2013).
NMX-C-252-ONNCCE-2014	Industria de la construcción - Tubos de concreto preesforzado, sin cilindro de acero, para conducción y distribución de agua a presión - Especificaciones y métodos de ensayo. (Cancela a la NMX-C-252-ONNCCE-2011).
NMX-C-253-ONNCCE-2014	Industria de la construcción - Tubos de concreto preesforzado, con cilindro de acero, para conducción y distribución de agua a presión - Especificaciones y métodos de ensayo. (Cancela a la NMX-C-253-ONNCCE-2011).
NMX-E-110-1981	Plásticos - Tubos ABS para Drenaje.
NMX-AA-176-SCFI-2015	Instalaciones hidrosanitarias para la edificación de vivienda-especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-T-021-SCFI-2014	Industria hulera-anillos de hule empleados como empaque en los sistemas de tuberías-especificaciones y métodos de ensayo (cancela a la NMX-T-021-SCFI-2009).

Iluminación

NOM-017- ENER/SCFI-2012	Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba.
-------------------------	--

Losetas Cerámicas

NMX-C-422-ONNCCE-2002	Industria de la construcción-losetas cerámicas esmaltadas y sin esmaltar para piso y muro-especificaciones y métodos de prueba.
-----------------------	---

Mallas

NMX-B-013-CANACERO-2016	Industria siderúrgica - Malla ciclón de alambre de acero galvanizado - Especificaciones y método de prueba (cancela a la NMX-B-013-CANACERO-2008).
NMX-B-290-CANACERO-2013	Industria siderúrgica - Malla electrosoldada de acero liso o corrugado para refuerzo de concreto - Especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-B-290-CANACERO-2006).

Madera

NMX-C-178-ONNCCE-2014	Industria de la construcción - Preservadores para madera - Clasificación y requisitos (Cancela a la NMX-C-178-ONNCCE-2001).
NMX-C-224-ONNCCE-2001	Industria de la Construcción - Vivienda de madera y equipamiento urbano - Dimensiones de la madera aserrada para su uso en la construcción (Cancela a la NMX-C-224-1983).
NMX-C-239-ONNCCE-2014	Industria de la construcción - Madera - Especificaciones y métodos de ensayo para la calificación y clasificación visual de madera dimensionada de pino para usos estructurales (Cancela a la NMX-C-239-1985).
NMX-C-322-ONNCCE-2014	Industria de la construcción-madera preservada a presión-clasificación y requisitos (Cancela a la NMX-C-322-ONNCCE-2003).
NMX-C-409-ONNCCE-1999	Industria de la construcción-elementos de madera-clasificación visual para maderas latifoliadas de uso estructural
NMX-C-411-ONNCCE-1999	Industria de la construcción-vivienda de madera-especificaciones de comportamiento para tableros a base de madera de uso estructural.
NMX-C-434-ONNCCE-2006	Industria de la construcción-pisos de madera solida-clasificación y especificaciones.
NMX-C-438-ONNCCE-2014	Industria de la construcción - Tableros contrachapados de madera de pino y otras - Coníferas - Clasificación y especificaciones (Cancela a la NMX-C-438-ONNCCE-2006).
NMX-C-439-ONNCCE-2006	Industria de la Construcción - Tableros contrachapados de Madera de Pino y Otras Coníferas - Propiedades Físicas - Métodos de Ensayo.
NMX-C-440-ONNCCE-2006	Industria de la Construcción - Tableros contrachapados de Madera de Pino y Otras Coníferas - Propiedades Mecánicas - Métodos de Ensayo.
NMX-C-465-ONNCCE-2012	Industria de la Construcción - Tableros de Fibras de Madera - Clasificación y Especificaciones.

Mezclas Adhesivas

NMX-C-420-1-ONNCCE-2017	Industria de la construcción-Mezclas adhesivas para instalación de recubrimientos cerámicos y piedras naturales-Especificaciones y métodos de prueba Parte 1: Base cementantes hidráulicos (Cancela la NMX-C-420-ONNCCE-2003)
-------------------------	---

Mortero

NMX-C-486-ONNCCE-2014	Industria de la Construcción - Mampostería - Mortero para Uso Estructural - Especificaciones y Métodos de Ensayo.
-----------------------	---

Motores

NOM-014- ENER-2004	Eficiencia Energética de Motores Eléctricos de Corriente Alterna, Monofásicos, de Inducción, Tipo Jaula de Ardilla, enfriados con Aire, en Potencia Nominal de 0,180 Kw a 1,500 Kw. Límites, Método de Prueba y Marcado.
NOM-016- ENER-2016	Eficiencia Energética de Motores de Corriente Alterna, Trifásicos, de Inducción, Tipo Jaula de Ardilla, en Potencia Nominal de 0,746 A 373 Kw. Límites, Método de Prueba y Marcado.

Muestreo

NMX-Z-012-1-1987	Muestreo para la inspección por atributos-Parte1: Información general y aplicaciones. (Esta norma cancela la NOM-Z-12/1 1975 y la NOM-Z-12/4-1977).
NMX-Z-012-2-1987	Muestreo para la inspección por atributos-Parte 2: Métodos de muestreo, tablas y gráficas. (Esta norma cancela la MOM-Z-12/2-1975 y la NOM-Z-12/3-1975)

Pinturas

NMX-C-423-ONNCCE-2003	Industria de la construcción – Pinturas - Pinturas látex (antes pinturas vinílicas) - Especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-U-097-1981).
NOM-123-SEMARNAT-1998	Que establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COVs), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.

Plástico-Tubos

NMX-E-215/1-CNCP-2012	Industria del plástico - Tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, utilizados en sistemas de alcantarillado - Serie métrica - Especificaciones (cancela a la NMX-E-215/1-SCFI-2003).
-----------------------	---

Prefabricados Estructurales

NMX-C-405-ONNCCE-2014	Industria de la construcción - Paneles para uso estructural aplicados en sistemas constructivos - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-405-1997-ONNCCE).
NMX-C-406-ONNCCE-2014	Industria de la construcción - Componentes para sistemas de losas prefabricadas de concreto - Especificaciones y métodos de ensayo. (Cancela a la NMX-C-406-1997-ONNCCE).
NMX-C-013-1978	Páneles de yeso para muros divisorios, plafones y protección contra incendio.

Placas

NMX-C-168-1977	Placas o bloques de yeso para muros interiores
NMX-C-174-1977	Placas de yeso para plafones,
NMX-C-234-ONNCCE-2015	Industria de la construcción – Fibrocemento - Placas planas sin comprimir NT - Especificaciones y métodos de ensayo. (Cancela a la norma mexicana NMX-C-234-ONNCCE-2006)
NMX-C-441-ONNCCE-2013	Industria de la construcción – Mampostería - Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso no estructural - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-441-ONNCCE-2005).
NMX-C-448-ONNCCE-2015	Industria de la construcción – Fibrocemento - Placas planas sin comprimir - Especificaciones y métodos de prueba. (Cancela a la norma mexicana NMX-C-448-ONNCCE-2006)

Poliestireno Expandido

NMX-C-463-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-bovedilla de poliestireno expandido para losas de entrepisos y azotea de concreto a base de viguetas prefabricadas-especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-137-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-espuma rígida de poliestireno, EPS-especificaciones y métodos de ensayo.

Productos de Cobre

NMX-W-018-SCFI-2006	Productos de cobre y sus aleaciones-tubos de cobre sin costura para conducción de fluidos a presión-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-W-018-1995-SCFI).
NMX-W-101/2-SCFI-2004	Productos de cobre y sus aleaciones-conexiones soldables de latón-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-W-101/2-1995-SCFI).
NMX-X-002-1-SCFI-2015	Productos de cobre y sus aleaciones-conexiones de latón roscadas y con abocinado a 45°-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-X-002-1-1996).

Residuos

NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
NOM-055-SEMARNAT-2003	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados. Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales, editado por la SEDESOL Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, editado por la SEMARNAT.

Resistencia al Fuego

NMX-C-294-1980	Determinación de las características del quemado superficial de los materiales de construcción.
NMX-C-307-1-ONNCCE-2016	Industria de la construcción-Edificaciones-Resistencia al fuego de elementos y componentes-Especificaciones y métodos de ensayo- Parte 1: elementos estructurales (Cancela a la NMX-C-307/1-ONNCCE-2009)

Seguridad e Higiene

NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-027-STPS-2008	Actividades de soldadura y corte-Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
NOM-100-STPS-1994	Seguridad-Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-Especificaciones.
NOM-101-STPS-1994	Seguridad-Extintores a base de espuma química.
NOM-102-STPS-1994	Seguridad-Extintores contra incendio a base de bióxido de carbono. Parte 1. Recipientes.
NOM-103-STPS-1994	Seguridad-Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida.
NOM-113-STPS-2009	Seguridad-Equipo de protección personal-Calzado de protección-Clasificación, especificaciones y métodos de prueba.
NOM-115-STPS-2009	Seguridad - Equipo de protección personal - Cascos de protección - Clasificación, especificaciones y métodos de prueba (contiene dos modificaciones 24/12/2010 y 07/06/2013)
NOM-116-STPS-2009	Seguridad - Equipo de protección personal - Respiradores purificadores de aire de presión negativa contra partículas nocivas - Especificaciones y métodos de prueba.(última modificación del 24/03/2017)
NOM-154-SCFI-2005	Equipos contra incendio-Extintores-Servicio de mantenimiento y recarga.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-003-SEGOB-2011	Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar.
NOM-010-STPS-2014	Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-Reconocimiento, evaluación y control.

ANEXO 1- REFERENCIA A NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

NOM-031-STPS-2011 Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

Servicios

NMX-C-442-ONNCCE-2010 Industria de la construcción - Servicios de supervisión y verificación de la construcción de vivienda - Requisitos y métodos de comprobación (Cancela a la NMX-C-442-ONNCCE-2004).

Sistemas de Alumbrado en Vialidades

NOM-013- ENER-2013 Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades.

Sustentabilidad

NMX-AA-143-SCFI-2015 Para la certificación del manejo sustentable de los bosques (cancela a la NMX-AA-143-SCFI-2008)

NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos.
NOM-156-SEMARNAT-2012 Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.
NOM-015-STPS-2001 Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-116-STPS-2009 Seguridad - Equipo de protección personal - Respiradores purificadores de aire de presión negativa contra partículas nocivas - Especificaciones y métodos de prueba.(Última modificación del 24/03/2017)

NOM-020-SSA1-2014 Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono(O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

NOM-025-SSA1-2014 Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

NOM-005-STPS-1998 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

Termostatos

NMX-CH-013-1976 Termostatos de ambiente de acción proporcional, con rango de 12-28°C para sistemas de aire acondicionado.

NMX-J-108-1983 Productos Eléctricos - termostatos -utilizados en los hornos eléctricos de uso general

NMX-J-134-1984 Productos eléctricos-termostatos

NMX-X-033-SCFI-2013 Industria del gas-termostatos que se utilizan en hornos de uso doméstico-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-X-033-SCFI-2007).

Tinacos

NMX-C-374-ONNCCE-CNCP-2012 Industria de la construcción - Tinacos y cisternas prefabricadas - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-374-ONNCCE-CNCP-2008).

Tornillería

NMX-H-038-1988 Tornillos de acero, cabeza hexagonal para uso estructural. (Esta norma cancela la NOM-H-38-1979).

NMX-H-123-1990 Tornillos de acero aleado, templados y revenidos para juntas de acero estructural

NMX-H-124-1990 Tornillos de alta resistencia para uniones de acero estructural

NMX-H-023-1976 Tornillos de Acero Para Madera (Esta Norma cancela la DGN-B-45-1951).

NMX-H-047-1988 Tornillos con cabeza hexagonal. (cancela a la NOM-H-47-1979)

Tubos

NMX-E-143/1-CNCP-2011	Industria del plástico - Tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante utilizados en sistemas de abastecimiento de agua a presión - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-E-143/1-SCFI-2002).
NMX-E-146-CNCP-2013	Industria del plástico - Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para toma domiciliaria de agua-especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-E-146-SCFI-2002).
NMX-E-199/1-CNCP-2005	Industria del plástico - Tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante usados en la construcción de sistemas sanitarios - Especificaciones (Cancela a la NMX-E-199/1-1998-SCFI).
NMX-E-018-CNCP-2012	Industria del plástico - Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para la conducción de agua a presión - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-E-018-SCFI-2002)
NMX-E-181-CNCP-2016	Industria del plástico-tubos y conexiones de poli(cloruro de vinilo clorado) (cpvc) para sistemas de distribución de agua caliente y fría-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-E-181-CNCP-2006).
NMX-E-012-SCFI-1999	Industria del plástico - Tubos y conexiones - Tubos y conexiones de poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante para instalaciones eléctricas - Especificaciones. (Cancela a la NMX-E-012-1994-SCFI)
NMX-E-215/1-CNCP-2012	Industria del plástico-tubos de poli(cloruro de vinilo) (pvc) sin plastificante con junta hermetica de material elastomerico, utilizados en sistemas de alcantarillado-serie metrica-especificaciones (cancela a la NMX-E-215/1-SCFI-2003).
NMX-B-177-1990	Tubos de acero con o sin costura negros y galvanizados por inmersión en caliente (Cancela a la NOM-B-177-1984)
NMX-C-401-ONNCCE-2011	Industria de la construcción - Tubos de concreto simple con junta hermética para alcantarillado sanitario y drenaje pluvial - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-401-ONNCCE-2004).
NMX-C-402-ONNCCE-2011	Industria de la construcción - Tubos de concreto reforzado con junta hermética para alcantarillado sanitario y drenaje pluvial - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a la NMX-C-402-ONNCCE-2004).
NMX-E-216-1994-SCFI	Industria del plástico - tubos de polietileno de alta densidad (pead) para sistemas de alcantarillado - especificaciones
NMX-E-215/2-CNCP-2012	Industria del plástico-conexiones de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermetica de material elastomerico, utilizados en sistemas de alcantarillado-serie metrica-especificaciones (cancela a la NMX-E-215/2-1999-SCFI)
NMX-E-211/1-SCFI-2003	Industria del plástico-tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermetica de material elastomerico, utilizados para sistemas de alcantarillado-serie inglesa-especificaciones (Cancela a la NMX-E-211/1-1999-SCFI).
NMX-E-211/2-CNCP-2005	Industria del plástico-conexiones de poli(cloruro de vinilo) (pvc) sin plastificante con junta hermetica de material elastomerico, empleadas para sistemas de alcantarillado-serie inglesa-especificaciones y metodos de ensayo (cancela a la NMX-E-211/2-1994-SCFI).
NMX-E-222/1-CNCP-2014	Industria del plástico-tubos de poli(cloruro de vinilo) (pvc) sin plastificante de pared estructurada longitudinalmente con junta hermética de material elastomerico para drenaje pluvial y sistemas de alcantarillado sanitario - serie métrica-especificaciones y métodos de ensayo (cancela a la NMX-E-222/1-SCFI-2003)
NMX-C-039-ONNCCE-2015	Industria de la construcción - Fibrocemento - Tubos y accesorios para sistemas de alcantarillado - Especificaciones y métodos de ensayo (Cancela a las normas mexicanas NMX-C-039-ONNCCE-2004; NMX-C-042-ONNCCE-2007)

Varilla

NMX-C-407-ONNCCE-2001	Industria de la construcción - Varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto - Especificaciones y Métodos de prueba (Cancela a la NMX-B-006-1988).
NMX-B-018-1988	Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de riel, para refuerzo de concreto. (Cancela a la NOM-B-18-1975).
NMX-B-032-1988	Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de eje, para refuerzo de concreto. (Cancela a la NOM-B-32-1975).
NMX-B-072-CANACERO-2016	Industria siderúrgica - Varilla corrugada de acero, grado 60, laminada en frío para refuerzo de concreto - Especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-B-072-CANACERO-2008).
NMX-B-457-CANACERO-2013	Industria siderúrgica-varilla corrugada de acero de baja aleación para refuerzo de concreto-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-B-457-1988).
NMX-B-506-CANACERO-2011	Industria siderúrgica-varilla corrugada de acero para refuerzo de concreto-especificaciones y métodos de prueba.

Vegetación y Áreas Verdes

NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Guía de Diseño de Áreas Verdes en Desarrollos Habitacionales, CONAVI.
-----------------------	---

Ventanas

NMX-R-060-SCFI-2013	Ventanas y productos arquitectónicos para el cerramiento exterior de fachadas-clasificaciones y especificaciones.
---------------------	---

Vidrio de Seguridad

NMX-B-506-CANACERO-2011	Industria siderúrgica-varilla corrugada de acero para refuerzo de concreto-especificaciones y métodos de prueba.
-------------------------	--

ANEXO 2 - SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

SECCIÓN A201 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES SI

El Sistema Internacional de Unidades (SI) es el sistema coherente de unidades adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), integrado por Unidades SI de base y Unidades SI derivadas. Adoptado para uso dentro de la República Mexicana por medio de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002.

A201.1 Unidades base. El sistema tiene siete unidades base, y de la combinación de estas, se obtienen todas las unidades derivadas. Estas unidades base son:

MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
corriente eléctrica	ampere	A
temperatura termodinámica	kelvin	K
cantidad de sustancia	mol	mol
intensidad luminosa	candela	cd

A201.2 Definiciones:

Metro: Es la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de $1/299\,792\,458$ de segundo [17a. CGPM (1983) Resolución 1]

Kilogramo: Es la masa igual a la del prototipo internacional del kilogramo [1a. y 3a. CGPM (1889 y 1901)]

Segundo: Es la duración de $9\,192\,631\,770$ períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133 [13a. CGPM (1967), Resolución 1]

Ampere: Es la intensidad de una corriente constante que mantenida en dos conductores paralelos rectilíneos de longitud infinita, cuya área de sección circular es despreciable, colocados a un metro de distancia entre sí, en el vacío, producirá entre estos

conductores una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de longitud [9a. CGPM, (1948), Resolución 2]

Kelvin: Es la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua [13a. CGPM (1967) Resolución 4]

Mol: Es la cantidad de sustancia que contiene tantas entidades elementales como existan átomos en $0,012$ kg de carbono 12 [14a. CGPM (1971), Resolución 3]

Candela: Es la intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz y cuya intensidad energética en esa dirección es $1/683$ Watt por esterradián [16a. CGPM (1979), Resolución 3]

A201.3 Unidades derivadas. Expresadas en términos de las unidades base, se forman por combinación simple, de acuerdo a las leyes de la física

Ejemplo de unidades SI derivadas sin nombre especial

MAGNITUD	UNIDADES SI	
	NOMBRE	SÍMBOLO
superficie	metro cuadrado	m^2
volumen	metro cúbico	m^3
velocidad	metro por segundo	m/s
aceleración	metro por segundo cuadrado	m/s^2
número de ondas	metro a la menos uno	m^{-1}
masa volumétrica, densidad	kilogramo por metro cúbico	kg/m^3
volumen específico	metro cúbico por kilogramo	m^3/kg
densidad de corriente	ampere por metro cuadrado	A/m^2
intensidad de campo eléctrico	ampere por metro	A/m

A201.4 Unidades SI derivadas que tienen nombre y símbolo especial

Magnitud	Nombre de la unidad SI	Símbolo	Expresión en unidades SI de base	Expresión en otras unidades SI
frecuencia	hertz	Hz	s^{-1}	
fuerza	newton	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$	
presión, tensión mecánica	pascal	Pa	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$	N/m^2
trabajo, energía, cantidad de calor	joule	J	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$	$N \cdot m$
potencia, flujo energético	watt	W	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$	J/s
carga eléctrica, cantidad de electricidad	coulomb	C	$s \cdot A$	
diferencia de potencial, tensión eléctrica, potencial eléctrico, fuerza electromotriz	volt	V	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$	W/A
capacitancia	farad	F	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$	C/V
resistencia eléctrica	ohm	Ω	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$	V/A
conductancia eléctrica	siemens	S	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$	A/V
flujo magnético ¹	weber	Wb	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	$V \cdot s$
inducción magnética ²	tesla	T	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	Wb/m^2
Inductancia	henry	H	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$	Wb/A
flujo luminoso	lumen	lm	$cd \cdot sr$	
luminosidad ³	lux	lx	$m^{-2} \cdot cd \cdot sr$	lm/m^2
actividad nuclear	becquerel	Bq	s^{-1}	
dosis absorbida	gray	Gy	$m^2 \cdot s^{-2}$	J/kg
temperatura Celsius	grado Celsius	$^{\circ}C$		
dosis equivalente	sievert	Sv	$m^2 \cdot s^{-2}$	J/kg

¹ También llamado flujo de inducción magnética.

² También llamada densidad de flujo magnético.

³ También llamada iluminación.

A201.5 Unidades SI derivadas, con nombres y símbolos especiales

Magnitud derivada	Unidad SI derivada		Expresión en unidades SI de base
	Nombre	Símbolo	
viscosidad dinámica	pascal segundo	$Pa \cdot s$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
momento de una fuerza	newton metro	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
tensión superficial	newton por metro	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
densidad de flujo de calor, irradiancia	watt por metro cuadrado	W/m^2	$kg \cdot s^{-3}$
capacidad calorífica, entropía	joule por kelvin	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
capacidad calorífica específica, entropía específica	joule por kilogramo kelvin	$J/(kg \cdot K)$	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
energía específica	joule por kilogramo	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
conductividad térmica	watt por metro kelvin	$W/(m \cdot K)$	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
densidad energética	joule por metro cúbico	J/m^3	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
fuerza del campo eléctrico	volt por metro	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
densidad de carga eléctrica	coulomb por metro cúbico	C/m^3	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
densidad de flujo eléctrico	coulomb por metro cuadrado	C/m^2	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
permitividad	farad por metro	F/m	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
permeabilidad	henry por metro	H/m	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
energía molar	joule por mol	J/mol	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$

Magnitud derivada	Unidad SI derivada		Expresión en unidades SI de base
	Nombre	Símbolo	
entropía molar, capacidad calorífica molar	joule por mol kelvin	J/(mol•K)	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
exposición (rayos x y γ)	coulomb por kilogramo	C/kg	$\text{kg}^{-1} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
rapidez de dosis absorbida	gray por segundo	Gy/s	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$

201.6 Ejemplo magnitudes y unidades de mecánica

Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
masa	m	kilogramo	kg
densidad (masa volúmica)	ρ	Kilogramo por metro cubico	kg/m^3
densidad relativa	d	Uno	1
volumen específico	v	metro cúbico por kilogramo	m^3/kg
densidad lineal	ρ_l	kilogramo por metro	kg/m
densidad superficial	ρ_l	kilogramo por metro cuadrado	kg/m^2
cantidad de movimiento, momentum	p	kilogramo metro por segundo	$\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$
momento de momentum, momentum angular	L	kilogramo metro cuadrado por segundo	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$
momento de inercia (momento dinámico de inercia)	I, J	kilogramo metro	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$
fuerza peso	F G, (P), (W)	newton	N
constante gravitacional	G, (f)	newton metro cuadrado por kilogramo cuadrado	$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
Presión Esfuerzo normal Esfuerzo cortante	P σ τ	pascal	Pa
módulo de elasticidad módulo de corte, módulo de rigidez módulo de compresión	E G k	pascal	Pa
compresibilidad	x	Pascal a la menos uno	Pa^{-1}
viscosidad dinámica	$\eta, (\mu)$	Pascal segundo	$\text{Pa} \cdot \text{s}$
viscosidad cinemática	v	Metro cuadrado por segundo	m^2/s
tensión superficial	γ, σ	Newton por metro	N/m
Trabajo Energía Energía potencial Energía cinética	W, (A) E E Q, V, φ Ek T	joule	J
Potencia	$\eta, (\mu)$	watt	W

A201.7 Ejemplo magnitudes y unidades de calor.

Magnitud	Símbolo	Nombre de la Unidad	Símbolo internacional de la unidad
temperatura termodinámica	T, θ	kelvin	K
temperatura celsius	t, ϑ	grados Celsius	°C
coeficiente de dilatación lineal	α_l	kelvin a la menos uno	K-1
coeficiente de dilatación cúbica	α_v		
coeficiente de presión relativa	α_p		
coeficiente de presión	β	pascal por kelvin	Pa ⁻¹
compresibilidad isotérmica	κ_T	pascal por kelvin	Pa/K
compresibilidad isentrópica	κ_S	pascal a la menos uno	Pa ⁻¹
calor, cantidad de calor	Q	joule	J
flujo térmico	Φ	watt	W
densidad de flujo térmico	q, φ	watt por metro cuadrado	W/m ²
Conductividad térmica	$\lambda, (x)$	watt por metro kelvin	W/(m·k)
Coeficiente de transferencia de calor	H, k, K	watt por metro cuadrado kelvin	W/(m ² ·k)
Aislamiento térmico, Coeficiente de aislamiento térmico	M	metro cuadrado kelvin por watt	(m ² ·K)/W
Resistencia térmica	R	kelvin por watt	K/W

A201.8 Unidades que no pertenecen al SI, pero que se aceptan para utilizarse con el mismo

Magnitud	Nombre	Símbolo	Equivalente en unidades SI
tiempo	minuto hora día año	min h d a	1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3 600 s 1 d = 24 h = 86 400 s 1 a = 365,24220 d = 31 556 926 s
ángulo	grado minuto segundo	° ' "	1° = (π / 180) rad 1' = (π / 10 080) rad 1" = (π / 648 000) rad
volumen	litro	L, l	1 L = 10 ⁻³ m ³
masa	tonelada	t	1 t = 10 ³ kg
trabajo, energía	electronvolt	eV	1 eV = 1,602 177 x 10 ⁻¹⁹ J
masa	Unidad de masa atómica	u	1 u = 1,660 540 x 10 ⁻²⁷ kg

A201.9 Valor, origen y significado de los Prefijos del SI:

Nombre	Símbolo	Valor	Nombre	Símbolo	Valor
yota	Y	10 ²⁴	deci	d	10 ⁻¹
zetta	Z	10 ²¹	centi	c	10 ⁻²
exa	E	10 ¹⁸	mili	m	10 ⁻³
peta	P	10 ¹⁵	micro	μ	10 ⁻⁶
tera	T	10 ¹²	nano	n	10 ⁻⁹
giga	G	10 ⁹	pico	p	10 ⁻¹²
mega	M	10 ⁶	femto	f	10 ⁻¹⁵
kilo	k	10 ³	atto	a	10 ⁻¹⁸
hecto	h	10 ²	zepto	z	10 ⁻²¹
deca	d	10 ¹	yocto	y	10 ⁻²⁴

A201.10 Reglas de escritura de los símbolos de las unidades del SI y los prefijos:

1. Los símbolos de las unidades deben ser expresados en caracteres romanos, en general, minúsculas, con excepción de los símbolos que se derivan de nombres propios, en los cuales se utilizan caracteres romanos en mayúsculas.

Ejemplos: m, cd, K, A

2. No se debe colocar punto después del símbolo de la unidad.
3. Los símbolos de las unidades no deben pluralizarse.

Ejemplos: 8 kg, 50 kg, 9 m, 5 m

4. El signo de multiplicación para indicar el producto de dos o más unidades debe ser de preferencia un punto. Este punto puede suprimirse cuando la falta de separación de los símbolos de las unidades que intervengan en el producto, no se preste a confusión.

Ejemplo: N•m o Nm, también m•N pero no: mN que se confunde con milinewton, submúltiplo de la unidad de fuerza, con la unidad de momento de una fuerza de un par (newton metro)

5. Cuando una unidad derivada se forma por el cociente de dos unidades, se puede utilizar una línea inclinada, una línea horizontal o bien potencias negativas.

Ejemplo:

m/s o ms^{-1} para designar la unidad de velocidad: metro por segundo

6. No debe utilizarse más de una línea inclinada a menos que se agreguen paréntesis. En los casos complicados, deben utilizarse potencias negativas o paréntesis.

Ejemplos:

m/s^2 o $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, pero no: m/s/s

$\text{m}\cdot\text{kg}/(\text{s}^3\cdot\text{A})$ o $\text{m}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{A}^{-1}$, pero no: $\text{m}\cdot\text{kg}/\text{s}^3/\text{A}$

7. Los múltiplos y submúltiplos de las unidades se forman anteponiendo al nombre de éstas, los prefijos correspondientes con excepción de los nombres de los múltiplos y submúltiplos de la unidad de masa en los cuales los prefijos se anteponen a la palabra "gramo".

Ejemplo:

dag, Mg (decagramo; megagramo)

ks, dm (kilosegundo; decímetro)

8. Los símbolos de los prefijos deben ser impresos en caracteres romanos (rectos), sin espacio entre el símbolo del prefijo y el símbolo de la unidad.

Ejemplo:

mN (milinewton) y no: m N

9. Si un símbolo que contiene a un prefijo está afectado de un exponente, indica que el múltiplo de la unidad está elevado a la potencia expresada por el exponente.

Ejemplo:

$$1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ cm}^{-1} = (10^{-2} \text{ m})^{-1} = 10^2 \text{ m}^{-1}$$

10. Los prefijos compuestos deben evitarse.

Ejemplo:

1 nm (un nanómetro)

pero no: 1 mµm (un milimicrómetro)

ANEXO 3 - BITÁCORA DE OBRA

SECCIÓN A301 GUÍA PARA EL USO DE LA BITÁCORA DE OBRA. *

**Tomado del Manual del DRO.*

A301.1 Definición. Es el instrumento donde se escribe la actuación del Director Responsable de Obra y Corresponsables, al dirigir y vigilar la obra; asegurándose de que tanto el proyecto, como la ejecución de la misma, cumplan con lo establecido en los ordenamientos y demás disposiciones a que se refieren los requerimientos para obtener el registro como Responsable de Obra o Corresponsable. Planear y supervisar las medidas de seguridad del personal y terceras personas en la obra, sus colindancias y en la vía pública, durante la ejecución de la misma

A301.2 Contenido del libro de bitácora. Datos básicos:

A301.2.1 Se debe contar con una Bitácora unitaria por Manifestación y/o Licencia de Construcción, independientemente de que se trate de obras en el mismo predio, del mismo propietario y/o constructor.

A301.2.2 Domicilio de la obra y datos de la Manifestación y/o Licencia de Construcción, sobre todo el número de la misma y las fechas de expedición y vencimiento, seguida de una descripción de la misma o supliéndola con una copia anexada bajo una nota de bitácora.

A301.2.3 Las hojas deben estar foliadas y tener una hoja original y por lo menos dos o tres copias (cuidando la claridad en las anotaciones), definiendo su destino, por ejemplo:

- Original para el propietario.
- Primera copia para el Director Responsable de Obra.
- Segunda copia para la supervisión.
- Tercera copia para las Autoridades del Municipio y/o Delegación.

A301.2.4 Nombre o razón social del propietario y del responsable de la ejecución de la construcción (personas físicas o representantes legales de las personas morales) con firma para su identificación. Para delegar responsabilidades se agrega el nombre, atribuciones y firma del Residente de la obra (representante del constructor en la

obra) y, en su caso, del Representante de la empresa propietaria.

A301.2.5 Nombre, número de registro, atribuciones y firmas del Director Responsable de Obra y los Corresponsables.

A301.2.6 Nombre, atribuciones y firma del Supervisor de la obra. Si es el representante de la empresa supervisora, se agregan Nombre o razón social y número de registro de la empresa supervisora.

A301.2.7 Dentro de las primeras notas de la Bitácora se recomienda establecer un Reglamento para el Uso de la Bitácora de Obra, lo que redundará en beneficios posteriores.

A301.2.8 Se recomienda establecer un formato para dar uniformidad a las notas de la Bitácora, definiendo el orden y ubicación de las anotaciones, por ejemplo:

- Margen superior: Dirección de la obra, número de licencia y folio de la hoja.
- Columna izquierda: Número secuencial de la nota y fecha de asiento.
- Espacio central: Redacción de la nota, croquis explicativo y/o fotografías. Dejando espacio al final de la nota para las firmas correspondientes.

A301.2.9 Una de las primeras notas debe ser la relativa a la verificación del trazo (alineamiento y colindancias). En caso necesario se debe incluir la documentación legal sobre el estado actual de las edificaciones colindantes. (Ante Notario: Fe de hechos)

A301.2.10 Identificación numérica progresiva de cada nota y fecha de las visitas del Director Responsable de Obra y Corresponsables.

A301.2.11 Procedimientos generales de construcción y de control de calidad, correspondientes a los documentos oficiales de la licencia.

A301.2.12 Observaciones e instrucciones especiales del Director Responsable de Obra, Corresponsables y de Inspectores de las Autoridades.

A301.2.13 Solicitudes y autorizaciones para la ejecución de trabajos que implican revisiones previas.

A301.2.14 Materiales empleados para fines estructurales o de seguridad, en referencia a memorias, especificaciones y planos autorizados en la licencia de construcción.

A301.2.15 Descripción de los detalles definidos durante la ejecución de la obra.

A301.2.16 Incidentes y accidentes durante el desarrollo de los trabajos.

A301.2.17 Al terminar la obra la bitácora se debe terminar con la nota de cierre correspondiente.

A301.3 Un buen libro de bitácora es el que puede sustentar una base, para una posible auditoría técnica, en calidad y cantidad de los trabajos ejecutados. Una buena dirección y supervisión de obras, es la que, en sus notas de bitácora, contiene un criterio con un enfoque preventivo de los trabajos por ejecutar, con un soporte técnico y de ninguna manera contempla aspectos subjetivos y calificativos.

A301.4 Custodia del libro de bitácora. El libro de bitácora permanece en la obra, en forma accesible, durante el proceso de la construcción. Una vez concluida la obra, los planos registrados actualizados del proyecto completo se deben entregar al propietario, así como las memorias de cálculo y el original del libro de bitácora.

A301.5 El libro de bitácora como instrumento legal. Es el sustento escrito que ampara la actuación del Director Responsable de Obra en el transcurso de la obra, autorizada por una licencia de construcción expedida por la autoridad competente.

A301.6 Antes de iniciarse una construcción se debe verificar el trazo del alineamiento del predio con base en la constancia de uso del suelo, alineamiento y número oficial y en las medidas de la poligonal del perímetro consignadas en los planos autorizados, así como la situación del predio en relación con los colindantes, lo cual debe coincidir con los datos correspondientes del título de propiedad.

Se trazan después, los ejes principales del proyecto, refiriéndolos a puntos que puedan conservarse fijos, así como un nivel fijo de referencia con relación a los niveles consignados en el proyecto.

Si los datos que arroja el predio, con relación a la documentación referida, exigen un ajuste de las distancias entre los ejes consignados en los planos arquitectónicos autorizados o en sus niveles, debe dejarse constancia de las diferencias mediante las anotaciones en el libro de bitácora.

El Director Responsable de Obra debe dejar constancia en el libro de bitácora, que las diferencias no afectan la seguridad estructural, ni el funcionamiento

de la construcción, ni las holguras exigidas entre los edificios adyacentes.

A301.7 De las visitas de inspección a las obras por parte de las Autoridades. Una vez expedida la licencia de construcción, las Autoridades correspondientes ejercerán las funciones de vigilancia e inspección que correspondan y en las condiciones que juzguen pertinentes, de conformidad a las leyes y reglamentos inherentes a la construcción.

De toda visita se levantará un acta circunstanciada y al término de la diligencia, los inspectores deberán firmar el libro de bitácora en proceso de construcción, anotando la fecha de su visita y sus observaciones correspondientes.

A301.8 Obligaciones de los Corresponsables de la obra. Es obligación de los Corresponsables notificar al Director Responsable de Obra de cualquier irregularidad durante el proceso de la obra que pueda afectar la seguridad estructural de la misma, que pueda afectar el proceso de la obra o que pueda afectar su ejecución, a través del libro de bitácora.

A301.9 Sanciones a los Directores Responsables de Obra y Corresponsables. Es motivo de sanción por parte de las Autoridades el no llevar el libro de bitácora y al corriente, en concordancia con el avance y proceso de la obra.

A301.10 En caso de existir anomalías, cambios o suspensión de la obra que ameritan el retiro de la responsiva del Director Responsable de Obra o Corresponsables, se debe levantar un acta, asentando en detalle los motivos por los que retiran su responsiva y el avance y estado de calidad de la obra hasta el momento, la cual será suscrita por una persona designada por la Autoridad o por los responsables de la obra, según el caso y por el propietario de la misma. Una copia debe quedar anexa al libro de bitácora.

A301.11 Uso de la bitácora. El CEV y los Reglamentos de Construcciones establecen el compromiso de uso de la Bitácora de Obra y sancionan a quien no lo presenta en el momento de ser requerida. Una nota es válida 48 horas después de ser asentada, aun cuando no haya sido firmada por alguna de las partes.

A301.12 Criterio de formulación de las notas del libro de bitácora.

A301.12.1 Todo evento o accidente que se describa, únicamente se basará en los hechos definidos y concretos, sin calificativos y apreciaciones subjetivas.

A301.12.2 La periodicidad de las notas en relación con las visitas técnicas, serán con lo dispues-

to en el Reglamento de Construcción vigente y el número de visitas será el necesario en concordancia con el avance y grado de dificultades propias de la obra. Estas visitas deberán previamente estar acordadas en los alcances profesionales del Director Responsable de Obra y Corresponsables

A301.12.3 Las notas de bitácora deberán tener continuidad entre sí, tanto en el aspecto del calendario, como en el avance natural de los trabajos.

A301.12.4 El contenido de las notas de bitácora deberán de concluirse según las indicaciones formuladas por los responsables de la obra, es decir, toda nota de Bitácora deberá quedar resuelta con una nota en la que se indique que se dio cumplimiento a las indicaciones. En caso de no haberse concluido las indicaciones, trabajos u observaciones anotadas anteriormente a la nueva visita del Director Responsable de Obra, las notas que se realicen en esa visita también estarán contempladas y referenciadas, incluyendo las notas inconclusas en lo que se refiere a su contenido respectivo.

A301.12.5 Toda nota de bitácora deberá estar ubicada dentro del espacio físico del lugar de referencia: área, entre ejes, niveles, referencia a notas anteriores de bitácora, croquis, planos, especificaciones y reportes de calidad hechos por los laboratorios designados. No deberá existir duda en la interpretación del sitio a que se refiere la nota.

A301.12.6 Toda indicación de anomalías, desviación de los trabajos con referencia a los planos, especificaciones o memorias descriptivas oficiales, soluciones o aclaraciones específicas, o autorizaciones de avance en los trabajos, deberán estar anotados en la bitácora con la sustentación y justificación correspondiente.

A301.12.7 Se permitirán las notas de bitácora de réplica o puntos y criterios divergentes a las indicaciones, soluciones o aclaraciones anotadas con anterioridad, cuando estén sustentadas y justificadas dentro de los documentos oficiales de la construcción.

A301.12.8 El contenido de las notas de bitácora serán únicamente de índole técnico, con excepción de las indicaciones a los desvíos en los programas y calendarios originales.

A301.12.9 Toda nota de bitácora deberá estar avalada con la firma autorizada del que la escribe y con su respectiva identificación del cargo que desempeña en la obra.

A301.12.10 Las copias podrán retirarse 48 horas después de haberse llenado la hoja respectiva, para dar tiempo a las firmas faltantes. La falta de al-

guna firma no elimina la posibilidad de retiro ni invalida la nota, excepto si la Bitácora no está disponible de acuerdo al Reglamento para el Uso de la misma.

A301.12.11 En caso de ser necesario asentar notas apremiantes, se deberá cancelar el resto de la hoja para enviar de inmediato la copia correspondiente al Propietario.

A301.12.12 Las notas de bitácora que tienen errores, deberán cerrarse entre paréntesis y de ninguna manera presentarán enmendaduras o tachaduras.

A301.12.13 Evitar en la redacción, las palabras repetitivas e implícitas en los inicios de cada nota de bitácora. Su redacción deberá ser sencilla y concreta.

A301.12.14 La escritura deberá ser legible y con letra de imprenta.

A301.12.15 Se deberá cuidar la sintaxis y la ortografía en la redacción de las notas de bitácora.

A301.13 Clasificación de las notas de bitácora. Las notas de una Bitácora de Obra pueden clasificarse en:

A301.13.1 Órdenes. El "Director Responsable de Obra" nunca solicita, pide y mucho menos suplifica por medio de la "Bitácora de Obra".

A301.13.2 Certificaciones. Se da fe, se actúa en calidad de Notario, por lo que está prohibido equivocarse. La responsabilidad es enorme, por lo que debe respaldarse la certificación.

A301.13.3 Autorizaciones. Se requiere una cuidadosa revisión.

A301.13.4 Recomendaciones. Son notas para mejorar.

A301.13.5 Informes. Cambios, visitas oficiales, oficios, faxes, etc.

A301.14 El Control por "Bitácora de Obra" es la función fundamental del "Director Responsable de Obra", sobre todo en caso de conflictos. Para resolver éstos, debe seguirse el siguiente procedimiento:

A301.14.1 Nota inicial. Con una orden para el constructor, indicando un plazo razonable.

A301.14.2 Segunda nota. Vencido el plazo, se hará referencia a la primera nota informando al Propietario, el "Director Responsable de Obra" tratará de convencer (no de vencer) al Constructor, atendiendo argumentos razonables. Se dará un segundo plazo razonable.

A301.14.3 Última nota. Vencido el segundo plazo, se hará referencia a las notas anteriores, fundamentándolas con el Reglamento de Construcciones y las Normas Técnicas Complementarias, dando un nuevo plazo.

A301.14.4 Aviso al Propietario. Si el Constructor no actúa en el nuevo plazo, el "Director Responsable de Obra" dará aviso escrito al Propietario, advirtiéndolo del retiro de la responsiva y la actuación que deberá tener la Autoridad Municipal o Delegacional, suspendiendo la obra e imponiendo sanciones.

A301.14.5 Retiro de responsiva. Si no son atendidas las indicaciones, el "Director Responsable de Obra" debe presentar un informe a la Delegación u Oficina de Licencias, con copia para los Colegios y la Comisión de Admisión de los Directores Responsables de Obra y los Corresponsables, indicando detalladamente los motivos. El "Director Responsable de Obra" no debe ser ni ingenuo ni cándido, la complejidad del control de la obra requiere destreza, experiencia, inteligencia y profesionalismo, pero sobre todo requiere de una ética profesional "blindada".

A301.15 Estructura de notas. Para estructurar una nota de Bitácora se recomienda tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

A301.15.1 Clasificación de la nota. La primera parte define el tipo de nota, por lo que debe iniciarse con alguna de las frases:

"Se ordena" ..., "Se certifica" ..., "Se autoriza" ..., "Se informa" ..., etc.

A301.15.2 Descripción del asunto. La segunda parte de la nota debe aclarar cual es el motivo de la nota, por lo que deberá emplearse alguna de las frases:

"corregir el armado" ..., "las pruebas de resistencia del concreto" ..., etc.

A301.15.3 Ubicación. Debe ser exacta, no debe dejar duda alguna que permita interpretar algo distinto, por lo que deberá utilizarse alguna expresión como:

"de la trabe T-2 sobre el eje 'A', entre los ejes '1' y '2', en el segundo nivel" ..., etc.

A301.15.4 Causas del problema. Explicarlas brevemente, basándose en el proyecto específico, en el CEV o el Reglamento de Construcciones y la Normatividad local vigente.

A301.15.5 Solución. Proponer la mejor solución, fundamentándola en el CEV o el Reglamento de Construcciones y la Normatividad local vigente.

A301.15.6 Plazo para la ejecución.- Definir un plazo prudente, indicando claramente la fecha fija.

A301.15.7 Prevención. Esta es la función primordial del "Director Responsable de Obra", por lo que debe anotar claramente las razones e incluirlas en la nota.

A301.15.8 Responsabilidad y consecuencias. En caso de incumplimiento, sobre todo en causas graves, la nota debe indicar las responsabilidades por su incumplimiento y las consecuencias económicas, administrativas y/o penales en su caso.

A301.15.9 Croquis explicativo. En el espacio asignado debe hacer un croquis claro que no deje lugar a duda de lo que se indica en la nota. En caso necesario puede utilizarse una hoja especial, pero en ella se hará referencia a la nota, fechándola y firmándola como parte integrante de la misma.

A301.15.10 Seguimiento. Esta Es una función imprescindible del "Director Responsable de Obra", y es la forma en que puede llegar al momento de cerrar la nota con la indicación de "cumplido".

A301.16 Bitácora improvisada. Cuando por alguna circunstancia especial no se cuente con la Bitácora de Obra oficial al principio de los trabajos, podrá utilizarse una **Bitácora Improvisada**, pero deberán seguirse las siguientes recomendaciones:

A301.16.1 Bajo cada nota deben firmar tanto el Propietario como el Constructor y el "Director Responsable de Obra".

A301.16.2 Las notas incluidas en esta Bitácora improvisada se deberán transcribir y validar en la "Bitácora de Obra" oficial, anulando las hojas sobrantes para inutilizar su uso posterior.

A301.16.3 Esta Bitácora improvisada formará parte integrante de la documentación oficial.

A301.17 Auxiliar de la bitácora. Puede utilizarse un **Auxiliar de la "Bitácora de Obra"** que se conoce como El diario de obra. Es una libreta particular del "Director Responsable de Obra", o de cualquiera de los Agentes de la construcción, que se utiliza para hacer las anotaciones personales y los borradores de las notas finales que se asientan en la "Bitácora de Obra". Es un buen auxiliar para cuidar la redacción, la ortografía y sobre todo decidir sobre la conveniencia de asentar la nota en la Bitácora Oficial.

A301.18 Reglamento de la bitácora. Para facilitar el uso de la Bitácora y prever posibles controversias futuras, se recomienda redactar e incluir como una de las primeras notas un **Reglamento para el uso de la "Bitácora de Obra"**. Se recomienda asentarla junto

con la nota de apertura de la “Bitácora”, cuando las relaciones son buenas. Esto permite oficializar las reglas por medio del convencimiento de las partes en el momento que predomina la cordialidad. Se recomienda incluir los siguientes temas:

A301.18.1 Recorridos de obra. Son básicos para el planteamiento de dudas, autorizaciones, certificaciones, etc.

A301.18.2 Juntas de trabajo. Es recomendable realizarlas a continuación de un recorrido por la obra.

A301.18.3 Disponibilidad de la “Bitácora de Obra”. Debe custodiarse dentro de la obra y estar disponible en los horarios laborables de la obra.

A301.18.4 Firmado. Es recomendable asentar la “obligación” de firmar por todas las partes involucradas.

A301.18.5 Retiro de copias. Aclarar perfectamente que cada una de las partes puede retirar su copia 48 horas después de haberse completado la hoja foliada, y que la nota tiene validez aunque no haya firmado alguna de las partes.

A301.18.6 Inviolabilidad de los asientos. Las notas no pueden ser modificadas ni siquiera por la misma persona que hizo el asiento de la misma.

A301.18.7 Claridad de las copias. Es responsabilidad de quien asienta la nota.

A301.18.8 Instrumento de escritura. Es conveniente utilizar un bolígrafo con tinta negra.

A301.18.9 Control por Bitácora. Indicar el procedimiento para control de la obra, sobre todo en casos trascendentales, es fundamental para el trabajo del “Director Responsable de Obra”.

A301.18.10 Revisión de trazos. Indicar la importancia de la comunicación con el “Director Responsable de Obra”.

A301.18.11 Revisión de colindancias. Se debe tener un cuidado especial con las áreas circundantes, por la responsabilidad con terceros.

A301.18.12 Revisión de excavaciones. Es fundamental para la prevención de accidentes.

A301.18.13 Revisión de armados. Deben ser previas a los colados.

A301.18.14 Control de calidad. Debe documentarse la participación de los laboratorios y especificar claramente las pruebas que se deberán realizar.

A301.18.15 Pruebas de instalaciones. Asentar la necesidad del aviso oportuno al “Director Responsable de Obra”.

A301.19 Terminación de los trabajos. Una vez concluida la construcción y cerrada la Bitácora de Obra, el Director responsable de Obra debe tramitar la terminación oficial de los trabajos y obtener de la Autoridad el certificado de ocupación.

A301.20 Manuales de operación y mantenimiento. La documentación completa de la Obra, sobre todo la Bitácora de Obra, los planos detallados de la construcción, las memorias de cálculo, las manifestaciones y/o licencias de construcción, el aviso de terminación de obra y el certificado de ocupación, son los elementos base que ocupa el Director Responsable de Obra para elaborar los “Manuales de Operación y Mantenimiento” que le servirán al propietario para conservar su inmueble y mantenerlo en las mejores condiciones de operación.

ANEXO 4 - MEMORIA DESCRIPTIVA DEL USO Y ESTUDIO DE IMPACTO URBANO

SECCIÓN A401 DESCRIPCIÓN

A401.1 Memoria Descriptiva del Uso. La Memoria Descriptiva del Uso (MDU), es el instrumento a través del cual se evalúa la afectación del entorno urbano, por la inserción de futuros proyectos habitacionales de pequeña escala, analizando sus etapas preliminares, construcción, operación y mantenimiento. Tiene la finalidad de evitar y en su defecto minimizar los impactos generados en el contexto inmediato.

A401.2 Estudio de Impacto Urbano. El Estudio de Impacto Urbano (EIU), es el instrumento a través del cual se evalúa la afectación del entorno urbano, por la inserción de futuros proyectos habitacionales de mediana y gran escala, analizando sus etapas preliminares, construcción, operación y mantenimiento. Tiene la finalidad de evitar y en su defecto minimizar los impactos generados sobre las características de la estructura vial, hidráulica, sanitaria, social y económica, así como de imagen urbana existentes.

SECCIÓN A402 INTEGRACIÓN

A402.1 Temas. La MDU y el EIU se deben integrar para su evaluación mediante el desarrollo de los siguientes temas:

- Definición del polígono de la zona de estudio para el análisis urbano
- Infraestructura, equipamiento y servicios urbanos (diagnóstico, pronóstico y medidas de mitigación)
 - Agua potable
 - Drenaje
 - Vialidad y transporte
 - Equipamiento urbano y servicios
- Aspectos socioeconómicos (beneficios, problemática y medidas de mitigación)
 - Demografía
 - Aspectos económicos
 - Aspectos sociales
- Estructura y funcionalidad urbana (integración

del proyecto, situación actual y escenario tendencial y medidas de mitigación).

- Identificación y análisis de los usos del suelo
- Imagen urbana (integración del proyecto, escenario tendencial y medidas de mitigación)
 - Imagen urbana de la zona
 - Elementos determinantes
- Riesgo y vulnerabilidad
- Condicionantes normativas aplicables al proyecto (leyes, reglamentos, normas y demás condicionantes)

A402.2 Estructura de la MDU . La MDU debe integrarse con información sobre:

1. LA CALLE

- 1.1. Características de la vialidad (pavimentación, ancho)
- 1.2. Usos (colindantes, al frente, predominantes en la zona)

2. LA ZONA

- 2.1. Infraestructura (dotación de agua potable, electrificación, alumbrado y telefonía)
- 2.2. Transporte (rutas de transporte público)
- 2.3. Carga y Descarga (uso y características de vehículos de carga previstos)

3. EL PROYECTO

- 3.1. Uso
- 3.2. Metros cuadrados construidos
- 3.3. Número de plantas
- 3.4. Número de habitantes
- 3.5. Número de empleados en comercios y horarios de servicio

4. OTROS

- 4.1. Fotos de la zona
- 4.2. Croquis catastral

A402.3 Estructura del EIU. El EIU debe integrarse generando los siguientes apartados:

1. ANTECEDENTES

1.1. Introducción

1.2. Memoria descriptiva conceptual de la obra a desarrollar

2. MARCO LEGAL NORMATIVO

2.1. Legislación federal, estatal y municipal

2.2. Aspectos normativos

2.3. Vinculación con Planes y Programas Federales, Estatales y Municipales

3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

3.1. DATOS DEL PREDIO

3.1.1. Localización

3.1.1.1. Foto Aérea o satelital

3.1.2. Datos topográficos

3.1.2.1. Cuadro de construcción de la poligonal topográfica

3.1.2.2. Superficie total del predio y colindancias

3.1.2.3. Áreas de restricciones por derecho de vías federales

3.1.3. Usos del suelo existentes y previstos por los Programas de Desarrollo Urbano vigentes

4. ASPECTOS FÍSICOS NATURALES

4.1. Hidrología superficial y subterránea

4.1.1. Elementos existentes

4.1.2. Prevención de la contaminación

4.1.3. Medidas de mitigación

4.2. Análisis geológico

4.2.1. Descripción del tipo de rocas, fracturas, fallas

4.2.2. Características edafológicas

4.3. Zonas ecológicas

4.3.1. Identificación de las zonas ecológicas aledañas y en los terrenos del proyecto

4.3.2. Asentamientos humanos en zonas de reserva ecológica

4.4. Levantamiento de vegetación significativa existente, indicando especies y tamaño

4.5. Prospección de la fauna del lugar

4.6. Identificación de peligros

4.6.1. Peligros naturales

4.6.2. Peligros antropogénicos existentes o generados por el proyecto

5. ASPECTOS FÍSICOS ARTIFICIALES

5.1. Infraestructura

5.1.1. Agua potable

5.1.1.1. Red de agua potable

5.1.1.2. Capacidad actual de la red

5.1.1.3. Criterios de solución de la red de agua potable

5.1.2. Drenaje

5.1.2.1. Red de aguas pluviales

5.1.2.2. Red de aguas negras existentes

5.1.2.3. Forma de descarga

5.1.2.4. Capacidad actual de la red

5.1.2.5. Criterio general de solución de la red de drenaje

5.1.3. Electricidad

5.1.3.1. Alimentación general

5.1.3.2. Criterio general de solución de la red de electricidad

5.1.4. Teléfonos

5.1.4.1. Criterio general de solución de la red de teléfonos

5.1.5. Suministro de gas

5.1.5.1. Criterio general de solución del abastecimiento.

5.1.6. Tratamiento de sólidos

5.1.6.1. Sistema de recolección y disposición final de residuos sólidos domiciliario y de vialidades

5.1.7. Obras de cabecera y sus capacidades

- 5.1.7.1. Criterios generales
- 5.1.7.2. Ubicación de fuentes de abastecimiento de agua
- 5.1.7.3. Planta potabilizadora (en caso de señalarse en la factibilidad de usos y de servicios)
- 5.1.7.4. Ubicación de tanques de almacenamiento de agua potable
- 5.1.7.5. Plantas de tratamiento de aguas negras
- 5.1.7.6. Subestación eléctrica
- 5.1.7.7. Plantas de almacenamiento y distribución de hidrocarburos
- 5.2. Vivienda existente en zonas limítrofes y en el proyecto
 - 5.2.1. Densidad
 - 5.2.2. Población
 - 5.2.3. Tipología de vivienda existente
 - 5.2.4. Calidad de la vivienda
 - 5.2.5. Régimen de propiedad
 - 5.2.6. Promedio de habitantes por vivienda
- 5.3. Vialidad
 - 5.3.1. Estructura vial existente (incluir vialidad primaria, secundaria y terciarias)
 - 5.3.2. Vialidades propuestas
 - 5.3.3. Capacidad actual de servicio
 - 5.3.4. Secciones
 - 5.3.5. Intersecciones
 - 5.3.6. Enlaces
 - 5.3.7. Entronques
 - 5.3.8. Puntos conflictivos
 - 5.3.9. Nivel de saturación
 - 5.3.10. Capacidad de servicio requerida
- 5.4. Transporte urbano
 - 5.4.1. Rutas existentes
 - 5.4.2. Orígenes y destinos
 - 5.4.3. Capacidad de movilización
 - 5.4.4. Frecuencia de paso
 - 5.4.5. Calidad del transporte
- 5.5. Identificación del equipamiento urbano a nivel local y/o regional
- 5.6. Industria
 - 5.6.1. Inventario de industria ligera, media y pesada en la zona
 - 5.6.2. Instalaciones de PEMEX
 - 5.6.3. Emisiones contaminantes del aire
 - 5.6.4. Emisiones contaminantes de los cuerpos acuíferos superficiales y subterráneos
 - 5.6.5. Emisiones contaminantes por ruido
 - 5.6.6. Emisiones contaminantes del suelo
- 5.7. Turismo
 - 5.7.1. Infraestructura turística existente
 - 5.7.2. Condiciones potenciales de la zona
- 5.8. Imagen urbana
 - 5.8.1. Identificación de elementos visuales formales predominantes
 - 5.8.2. Determinación del potencial formal, funcional y espacial del terreno
 - 5.8.3. Presentación de las propuestas de elementos funcionales, formales y espaciales de diseño que articulen y estructuren la imagen
- 5.9. Conservación del patrimonio
 - 5.9.1. Natural
 - 5.9.2. Cultural
- 6. PROCESO DE EDIFICACIÓN O DE CONSTRUCCIÓN
 - 6.1. Demarcación del perímetro de la obra
 - 6.2. Zonificación de la obra
 - 6.3. Seguridad y señalización
 - 6.4. Cierre de vías y desvíos peatonales y vehiculares
 - 6.5. Posible impacto

6.6. Medidas de mitigación

7. VALORACIÓN DEL IMPACTO

7.1. Beneficios positivos del proyecto

7.2. Aspectos negativos del proyecto

8. PLANOS DEL PROYECTO

8.1. Plano de lotificación (en caso de ser por etapas, delimitar poligonal definitiva de cada una)

8.1.1. Plano de zonificación del proyecto

8.1.2. Cuadro de construcción, indicando dimensiones, número y tamaño de los lotes o viviendas, según sea el caso)

8.1.3. Planos de infraestructura (drenaje pluvial y sanitario, agua potable como mínimo)

8.2. Plano de vialidades propuestas

ANEXO 5 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

NOTACIÓN

A	área de concreto a tensión dividida entre el número de barras; también, área de la sección definida por el plano crítico de cortante por fricción; también, área de la sección transversal comprendida entre la cara a tensión por flexión de la losa postensada y el centro de gravedad de la sección completa, mm^2 (cm^2)		área de las barras principales en ménsulas, mm^2 (cm^2)
A_1	área de contacto en la revisión por aplastamiento, mm^2 (cm^2)	A_s'	área de acero de refuerzo longitudinal en compresión en elementos a flexión, mm^2 (cm^2)
A_2	área de la figura de mayor tamaño, semejante al área de contacto y concéntrica con ella, que puede inscribirse en la superficie que recibe la carga, mm^2 (cm^2)	$A_{s,\text{mín}}$	área mínima de refuerzo longitudinal de secciones rectangulares, mm^2 (cm^2)
A_c	área transversal del núcleo, hasta la orilla exterior del refuerzo transversal, mm^2 (cm^2)	A_{sd}	área total del acero de refuerzo longitudinal de cada elemento diagonal en vigas diafragma que unen muros sujetos a fuerzas horizontales en un plano, también llamadas vigas de acoplamiento, mm^2 (cm^2)
A_{cm}	área bruta de la sección de concreto comprendida por el espesor del muro y la longitud de la sección en la dirección de la fuerza cortante de diseño, mm^2 (cm^2)	A_{sh}	área del acero de refuerzo transversal por confinamiento en elementos a flexocompresión, mm^2 (cm^2)
A_{cp}	área de la sección transversal del elemento, incluida dentro del perímetro del elemento de concreto, mm^2 (cm^2)	A_{sm}	área del acero de refuerzo de integridad estructural en losas planas postensadas, mm^2 (cm^2)
A_{cr}	área de la sección crítica para transmitir cortante entre columnas y losas o zapatas, mm^2 (cm^2)	A_{sp}	área del acero de refuerzo que interviene en el cálculo de la resistencia a flexión de vigas T e I sin acero de compresión; también, área del acero de presfuerzo en la zona de tensión, mm^2 (cm^2)
A_f	área del acero de refuerzo principal necesario para resistir el momento flexionante en ménsulas, mm^2 (cm^2)	A_{st}	área del acero de refuerzo longitudinal requerido por torsión, mm^2 (cm^2)
A_g	área bruta de la sección transversal, mm^2 (cm^2)	A_t	área transversal de una rama de estribo que resiste torsión, colocado a una separación s , mm^2 (cm^2)
A_h	área de los estribos complementarios horizontales en ménsulas, mm^2 (cm^2)	A_{tr}	área total de las secciones rectas de todo el refuerzo transversal comprendido en la separación s , y que cruza el plano potencial de agrietamiento entre las barras que se anclan, mm^2 (cm^2)
A_n	área del acero de refuerzo principal necesario para resistir la fuerza de tensión horizontal Ph_u en ménsulas, mm^2 (cm^2)	A_v	área de todas las ramas de refuerzo por tensión diagonal comprendido en una distancia s ; también, en vigas diafragma, área de acero de refuerzo vertical comprendida en una distancia s , mm^2 (cm^2)
A_o	área bruta encerrada por el flujo de cortante en elementos a torsión, mm^2 (cm^2)	A_{vf}	área del acero de refuerzo por cortante por fricción, mm^2 (cm^2)
A_{oh}	área comprendida por el perímetro ph , mm^2 (cm^2)	A_{vh}	área de acero de refuerzo horizontal comprendida en una distancia sh en vigas diafragma, mm^2 (cm^2)
A_s	área de refuerzo longitudinal en tensión en acero de elementos a flexión; también, área total del refuerzo longitudinal en columnas; o también,	A_{vm}	área de acero de refuerzo paralelo a la fuerza cortante de diseño comprendida en una distancia sm en muros y segmentos de muro, mm^2 (cm^2)

A_{vn}	área de acero de refuerzo perpendicular a la fuerza cortante de diseño comprendida en una distancia s_n en muros y segmentos de muro, mm^2 (cm^2)	c_1	dimensión horizontal del capitel en su unión con el ábaco, paralela a la dirección de análisis; también, dimensión paralela al momento transmitido en losas planas, mm (cm)
a	profundidad del bloque de esfuerzos a compresión en el concreto; también, en ménsulas, distancia de la carga al paño donde arranca la ménsula, mm (cm)	c_2	dimensión horizontal del capitel en su unión con el ábaco, normal a la dirección de análisis; también, dimensión normal al momento transmitido en losas planas, mm (cm)
a_1, a_2	respectivamente, claros corto y largo de un tablero de una losa, o lados corto y largo de una zapata, m	D	diámetro de una columna, mm (cm)
a_s	área transversal de una barra, mm^2 (cm^2)	D_p	diámetro de un pilote en la base de la zapata, mm (cm)
a_{s1}	área transversal del refuerzo por cambios volumétricos, por unidad de ancho de la pieza, mm^2/mm (cm^2/cm)	d	peralte efectivo en la dirección de flexión; es decir, distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra extrema de compresión, mm (cm)
B_e	ancho de losa usado para calcular la rigidez a flexión de vigas equivalentes, mm (cm)	d'	distancia entre el centroide del acero de compresión y la fibra extrema a compresión, mm (cm)
B_t	ancho total de la losa entre las líneas medias de los tableros adyacentes al eje de columnas considerado, mm (cm)	d_b	diámetro nominal de una barra, mm (cm)
b	ancho de una sección rectangular, o ancho del patín a compresión en vigas T, I o L, o ancho de una viga ficticia para resistir fuerza cortante en losas o zapatas, mm (cm)	d_c	recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tensión al centro de la barra más próxima a ella, mm (cm)
b'	ancho del alma de una sección T, I o L, mm (cm)	d_p	distancia de la fibra extrema en compresión al centroide de los tendones de presfuerzo, mm (cm)
b_{cn}	dimensión del núcleo de un elemento a flexocompresión, normal al refuerzo de área Ash, mm (cm)	d_s	distancia entre la fibra extrema en compresión y el centroide del acero de refuerzo longitudinal ordinario a tensión, mm (cm)
b_e	ancho efectivo para resistir fuerza cortante de la unión viga-columna, mm (cm)	E_c	módulo de la elasticidad del concreto de peso normal, MPa (kg/cm^2)
b_o	perímetro de la sección crítica por tensión diagonal alrededor de cargas concentradas a reacciones en losas y zapatas, mm (cm)	E_L	módulo de elasticidad del concreto ligero, MPa (kg/cm^2)
b_v	ancho del área de contacto en vigas de sección compuesta, mm (cm)	E_s	módulo de elasticidad del acero, MPa (kg/cm^2)
C_f	coeficiente de deformación axial diferida final	e	base de los logaritmos naturales
C_m	factor definido en la sección 1.4.2.2 y que toma en cuenta la forma del diagrama de momentos flexionantes	e_x	excentricidad en la dirección X de la fuerza normal en elementos a flexocompresión, mm (cm)
c	separación o recubrimiento; también, profundidad del eje neutro medida desde la fibra extrema en compresión; o también, en muros, la mayor profundidad del eje neutro calculada para la carga axial de diseño y el momento resistente (igual al momento último resistente con factor de resistencia unitario) y consistente con el desplazamiento lateral de diseño, du , mm (cm)	e_y	excentricidad en la dirección Y de la fuerza normal en elementos a flexocompresión, mm (cm)
		F_{ab}	factor de amplificación de momentos flexionantes en elementos a flexocompresión con extremos restringidos lateralmente
		F_{as}	factor de amplificación de momentos flexionantes en elementos a flexocompresión con extremos no restringidos lateralmente
		F_R	factor de resistencia
		f_b	esfuerzo de aplastamiento permisible, MPa (kg/cm^2)

f_c'	resistencia especificada del concreto a compresión, MPa (kg/cm ²)	H	longitud libre de un miembro a flexocompresión, o altura del segmento o tablero del muro en consideración, en ambos casos perpendicular a la dirección de la fuerza cortante, mm (cm)
f_c''	magnitud del bloque equivalente de esfuerzos del concreto a compresión, MPa (kg/cm ²)	H'	longitud efectiva de pandeo de un miembro a flexocompresión, mm (cm)
$\overline{f_c}$	resistencia media a compresión del concreto, MPa (kg/cm ²)	Hcr	altura crítica de un muro, mm (cm)
f_c^*	resistencia nominal del concreto a compresión, MPa (kg/cm ²)	Hm	altura total de un muro, mm (cm)
f_{ci}'	resistencia a compresión del concreto a la edad en que ocurre la transferencia, MPa (kg/cm ²)	h	peralte total de un elemento, o dimensión transversal de un miembro paralela a la flexión o a la fuerza cortante; también, altura de entrepiso eje a eje, mm (cm)
f_{cp}	esfuerzo de compresión efectivo debido al presfuerzo, después de todas las pérdidas, en el centroide de la sección transversal o en la unión del alma y el patín, MPa (kg/cm ²)	h_1	distancia entre el eje neutro y el centroide del refuerzo principal de tensión, mm (cm)
$\overline{f_f}$	resistencia media a tensión por flexión del concreto o módulo de rotura, MPa (kg/cm ²)	h_2	distancia entre el eje neutro y la fibra más esforzada a tensión, mm (cm)
f_f^*	resistencia nominal del concreto a flexión, MPa (kg/cm ²)	h_s, h_p	peralte de viga secundaria y principal, respectivamente, mm (cm)
f_s	esfuerzo en el acero en condiciones de servicio, MPa (kg/cm ²)	I_1, I_2, I_3	momentos de inercia para calcular deflexiones inmediatas, mm ⁴ (cm ⁴)
f_{se}	esfuerzo en el acero de presfuerzo en condiciones de servicio después de pérdidas, MPa (kg/cm ²)	I_{ag}	momento de inercia de la sección transformada agrietada, mm ⁴ (cm ⁴)
f_{sp}	esfuerzo en el acero de presfuerzo cuando se alcanza la resistencia a flexión del elemento, MPa (kg/cm ²)	I_e	momento de inercia efectivo, mm ⁴ (cm ⁴)
f_{sr}	esfuerzo resistente del acero de presfuerzo, MPa (kg/cm ²)	I_g	momento de inercia centroidal de la sección bruta de concreto de un miembro, mm ⁴ (cm ⁴)
$\overline{f_t}$	resistencia media del concreto a tensión, MPa (kg/cm ²)	I_p	índice de presfuerzo
f_t^*	resistencia nominal del concreto a tensión, MPa (kg/cm ²)	J_c	parámetro para el cálculo del esfuerzo cortante actuante debido a transferencia de momento entre columnas y losas o zapatas, mm ⁴ (cm ⁴)
f_y	esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo, MPa (kg/cm ²)	K	coeficiente de fricción por desviación accidental por metro de tendón, 1/m
f_{yh}	esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo transversal o, en vigas diafragma, del acero de refuerzo horizontal, MPa (kg/cm ²)	Ktr	índice de refuerzo transversal, mm (cm)
f_{yp}	esfuerzo convencional de fluencia del acero de presfuerzo, MPa (kg/cm ²)	k	factor de longitud efectiva de pandeo de un miembro a flexocompresión; también, coeficiente para determinar el peralte mínimo en losas planas
f_{yt}	esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo transversal necesario para resistir torsión, MPa (kg/cm ²)	L	claro de un elemento; también, longitud de un muro o de un tablero de muro en la dirección de la fuerza cortante de diseño; o también, en concreto presforzado, longitud del tendón desde el extremo donde se une al gato hasta el punto x, mm (cm)
f_{yv}	esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo transversal necesario para resistir fuerza cortante, MPa (kg/cm ²)	Ld	longitud de desarrollo, mm (cm)

L _{db} longitud básica de desarrollo, mm (cm)	M _R momento flexionante resistente de diseño, N-mm (kg-cm)
l ₁ , l ₂ claros centro a centro en cada dirección principal para determinar el refuerzo de integridad estructural en losas planas postensadas, m	M _{Rp} momento flexionante resistente suministrado por el acero presforzado, N-mm (kg-cm)
M momento flexionante que actúa en una sección, N-mm (kg-cm)	M _{Rr} momento flexionante resistente suministrado por el acero ordinario, N-mm (kg-cm)
M ₁ menor momento flexionante en un extremo de un miembro a flexocompresión; también, en marcos dúctiles con articulaciones alejadas de las columnas, demanda de momento flexionante en la cara de la columna (sección 1) debida a la formación de la articulación plástica en la sección 2, N-mm (kg-cm)	M _{Rx} momento flexionante resistente de diseño alrededor del eje X, N-mm (kg-cm)
M ₂ mayor momento flexionante en un extremo de un miembro a flexocompresión; también, en marcos dúctiles con articulaciones plásticas alejadas de la columna, momentos flexionantes resistentes asociados a la formación de la articulación plástica en la sección 2, N-mm (kg-cm)	M _{Ry} momento flexionante resistente de diseño alrededor del eje Y, N-mm (kg-cm)
M _{1b} , M _{2b} momentos flexionantes multiplicados por el factor de carga, en los extremos respectivos donde actúan M ₁ y M ₂ , producidos por las cargas que no causan un desplazamiento lateral apreciable, calculado con un análisis elástico de primer orden, N-mm (kg-cm)	M _u momento flexionante de diseño, N-mm (kg-cm)
M _{1s} , M _{2s} momentos flexionantes multiplicados por el factor de carga, en los extremos respectivos donde actúan M ₁ y M ₂ , producidos por las cargas que causan un desplazamiento lateral apreciable, calculado con un análisis elástico de primer orden, N-mm (kg-cm)	M _{ux} momento flexionante de diseño alrededor del eje X, N-mm (kg-cm)
M _{a1} , M _{a2} en marcos dúctiles con articulaciones plásticas alejadas de la columna, momentos flexionantes de diseño en las secciones 1 y 2, respectivamente, obtenidos del análisis, N-mm (kg-cm)	M _{uy} momento flexionante de diseño alrededor del eje Y, N-mm (kg-cm)
M _{ag} momento de agrietamiento, N-mm (kg-cm)	m relación a ₁ /a ₂
M _c momento flexionante amplificado resultado de la revisión por esbeltez, N-mm (kg-cm)	N _c fuerza a tensión en el concreto debida a cargas muerta y viva de servicio, N (kg)
M _e momento flexionante resistente de la columna al paño del nudo de marcos dúctiles, calculado con factor de resistencia igual a uno, N-mm (kg-cm)	N _u fuerza de diseño de compresión normal al plano crítico en la revisión por fuerza cortante por fricción, N (kg)
M _g momento flexionante resistente de la viga al paño del nudo de marcos dúctiles, calculado con factor de resistencia igual a uno y esfuerzo de fluencia igual a 1.25f _y , N-mm (kg-cm)	n número de barras sobre el plano potencial de agrietamiento
M _{máx} momento flexionante máximo correspondiente al nivel de carga para el cual se estima la deflexión, N _{-mm} (kg-cm)	P carga axial que actúa en una sección; también, carga concentrada en losas, N (kg)
	P ₀ valor de la fuerza que es necesario aplicar en el gato para producir una tensión determinada P _x en el tendón postensado, N (kg)
	P _c carga axial crítica, N (kg)
	P _{hu} fuerza de tensión horizontal de diseño en ménsulas, N (kg)
	P _R carga normal resistente de diseño, N (kg)
	P _{R0} carga axial resistente de diseño, N (kg)
	P _{Rx} carga normal resistente de diseño aplicada con una excentricidad e _x , N (kg)
	P _{Ry} carga normal resistente de diseño aplicada con una excentricidad e _y , N (kg)
	P _u fuerza axial de diseño, N (kg)
	P _{vu} fuerza vertical de diseño en ménsulas, N (kg)

P_x	tensión en el tendón postensado en el punto x, N (kg)	s_h	separación del acero de refuerzo horizontal en vigas diafragma, mm (cm)
p	cuantía del acero de refuerzo longitudinal a tensión:	s_m	separación del refuerzo perpendicular a la fuerza cortante de diseño, mm (cm)
$p = \frac{A_s}{bd}$	(en vigas);	s_n	separación del refuerzo paralelo a la fuerza cortante de diseño, mm (cm)
$p = \frac{A_s}{td}$	(en muros); y	T	momento torsionante que actúa en una sección, N-mm (kg-cm)
$p = \frac{A_s}{A_g}$	(en columnas).	T_{R0}	momento torsionante resistente de diseño de un miembro sin refuerzo por torsión, N-mm (kg-cm)
p'	cuantía del acero de refuerzo longitudinal a compresión:	T_u	momento torsionante de diseño, N-mm (kg-cm)
$p' = \frac{A_s'}{bd}$	(en elementos a flexión).	T_{uh}	momento torsionante de diseño en la condición hiperestática, N-mm (kg-cm)
p_{cp}	perímetro exterior de la sección transversal de concreto del elemento, mm (cm)	T_{ui}	momento torsionante de diseño en la condición isostática, N-mm (kg-cm)
p_h	perímetro, medido en el eje, del estribo de refuerzo por torsión, mm (cm)	t	espesor del patín en secciones I o L, o espesor de muros, mm (cm)
p_m	cuantía del refuerzo paralelo a la dirección de la fuerza cortante de diseño distribuido en el área bruta de la sección transversal normal a dicho refuerzo	u	relación entre el máximo momento flexionante de diseño por carga muerta y carga viva sostenida, y el máximo momento flexionante de diseño total asociados a la misma combinación de cargas
p_n	cuantía de refuerzo perpendicular a la dirección de la fuerza cortante de diseño distribuido en el área bruta de la sección transversal normal a dicho refuerzo	V	fuerza cortante que actúa en una sección, N (kg)
p_p	cuantía de acero de presfuerzo (A_{sp}/b_{dp})	V_{cR}	fuerza cortante de diseño que toma el concreto, N (kg)
p_s	cuantía volumétrica de refuerzo helicoidal o de estribos circulares en columnas	V_{sR}	fuerza cortante de diseño que toma el acero de refuerzo, N (kg)
Q	factor de comportamiento sísmico	V_u	fuerza cortante de diseño, N (kg)
$q' = \frac{p' f_y}{f_c}$		v_n	esfuerzo cortante horizontal entre los elementos que forman una viga compuesta, MPa (kg/cm ²)
R_b	distancia del centro de la carga al borde más próximo a ella, mm (cm)	v_u	esfuerzo cortante de diseño, MPa (kg/cm ²)
r	radio de giro de una sección; también, radio del círculo de igual área a la de aplicación de la carga concentrada, mm (cm)	W_u	suma de las cargas de diseño muertas y vivas, multiplicadas por el factor de carga correspondiente, acumuladas desde el extremo superior del edificio hasta el entrepiso considerado, N (kg)
S_{Lh}	separación libre horizontal entre tendones y ductos, mm (cm)	w	carga uniformemente distribuida, kN/m ² (kg/m ²)
S_{Lv}	separación libre vertical entre tendones y ductos, mm (cm)	w_u	carga de diseño de la losa postensada, kN/m ² (kg/m ²)
s	separación del refuerzo transversal, mm (cm)	x	punto en el cual se valúan la tensión y pérdidas por postensado; también, dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia, mm (cm)

- x_1 dimensión mínima del miembro medida perpendicularmente al refuerzo por cambios volumétricos, mm (cm)
- y longitud de ménsulas restando la tolerancia de separación, mm (cm)
- z brazo del par interno en vigas diafragma y muros, mm (cm)
- α fracción del momento flexionante que se transmite por excentricidad de la fuerza cortante en losas planas o zapatas
- β_1 factor definido en el inciso 2.1.e que especifica la profundidad del bloque equivalente de esfuerzos a compresión, como una fracción de la profundidad del eje neutro, c
- γ relación del lado corto al lado largo del área donde actúa la carga o reacción
- Δ desplazamiento de entrepiso producido por la fuerza cortante de entrepiso V , mm (cm)
- δ_f deformación axial final, mm (cm)
- δ_i deformación axial inmediata, mm (cm)
- ϵ_{cf} contracción por secado final
- ϵ_{sp} deformación unitaria del acero de presfuerzo cuando se alcanza el momento flexionante resistente de la sección
- ϵ_{yp} deformación unitaria convencional de fluencia del acero de presfuerzo
- η cambio angular total en el perfil del tendón desde el extremo donde actúa el gato hasta el punto x , radianes
- θ ángulo que el acero de refuerzo transversal por tensión diagonal forma con el eje de la pieza; también, ángulo con respecto al eje de la viga diafragma que forma el elemento de refuerzo diagonal, grados
- λ índice de estabilidad
- μ coeficiente de fricción para diseño de cortante por fricción; también, coeficiente de fricción por curvatura en concreto presforzado
- φ ángulo, con respecto al eje de la pieza, que forman las diagonales de compresión que se desarrollan en el concreto para resistir tensión según la teoría de la analogía de la armadura espacial, grados
- Ψ_A, Ψ_B cociente de $\Sigma(I/L)$ de las columnas, entre $\Sigma(I/L)$ de los miembros de flexión que llegan al extremo A o B de una columna, en el plano considerado

SECCIÓN A1 CRITERIOS DE DISEÑO

A1.1 Dimensiones de diseño. Para el cálculo de resistencias se deben hacer reducciones de 20 mm en las siguientes dimensiones:

- a) Espesor de muros,
- b) Diámetro de columnas circulares,
- c) Ambas dimensiones transversales de columnas rectangulares,
- d) Peralte efectivo correspondiente al refuerzo de lecho superior de elementos horizontales o inclinados, incluyendo cascarones y arcos, y
- e) Ancho de vigas y arcos.

Estas reducciones no son necesarias en dimensiones mayores de 200 mm, ni en elementos donde se tomen precauciones que garanticen que las dimensiones resistentes no deben ser menores que las de cálculo y que dichas precauciones se consignen en los planos estructurales.

Los revestimientos no se deben tomar en cuenta como parte de la sección resistente de ningún elemento, a menos que se suministre una liga con él, la cual esté diseñada para transmitir todos los esfuerzos que puedan presentarse y que dichos revestimientos no estén expuestos a desgaste o deterioro.

En la determinación del peralte efectivo en vigas y losas deben cumplirse los recubrimientos mínimos indicados en la Sección A2.8, y debe considerarse que la posición de las barras longitudinales debe ser tal que se eviten interferencias con las barras de las vigas perpendiculares o con el refuerzo perpendicular de la losa, sin menoscabo de los recubrimientos especificados.

A1.2 Hipótesis para la obtención de resistencias de diseño a flexión, carga axial y flexocompresión.

La determinación de resistencias de secciones de cualquier forma sujetas a flexión, carga axial o una combinación de ambas, se efectuará a partir de las condiciones de equilibrio y de las siguientes hipótesis:

- a) La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana,
- b) Existente adherencia entre el concreto y el acero de tal manera que la deformación unitaria del acero es igual a la del concreto adyacente,
- c) El concreto no resiste esfuerzos de tensión,
- d) La deformación unitaria del concreto en compresión cuando se alcanza la resistencia de la sección es 0,003, y
- e) La distribución de esfuerzos de compresión en el concreto, cuando se alcanza la resistencia de la

sección, es uniforme con un valor f_c'' , hasta una profundidad de la zona de compresión igual a β_{1c} , donde:

$$f_c'' = 0,85 f_c^* \quad (A.1)$$

c profundidad del eje neutro medida desde la fibra extrema en compresión, y

$$\beta_1 = 1,05 - \frac{f_c^*}{140} \quad \text{si } f_c^* \leq 28 \text{ MPa (280 kgf/cm}^2\text{)} \quad (A.2)$$

$$(\beta_1 = 1,05 \geq 0,65 - \frac{f_c^*}{1400}; \text{ si } f_c^* > 280 \text{ kgf/cm}^2)$$

El diagrama esfuerzo-deformación unitaria del acero de refuerzo ordinario, aunque sea torcido en frío, puede idealizarse por medio de una recta que pase por el origen, con pendiente igual a E_s y una recta horizontal que pase por la ordenada correspondiente al esfuerzo de fluencia del acero, f_y . En aceros que no presenten fluencia bien definida, la recta horizontal debe pasar por el esfuerzo convencional de fluencia. El esfuerzo convencional de fluencia se define por la intersección del diagrama esfuerzo-deformación unitaria con una recta paralela al tramo elástico, cuya abscisa al origen es 0.002. Pueden utilizarse otras idealizaciones razonables, o bien la gráfica del acero empleado obtenida experimentalmente. En cálculos de elementos de concreto presforzado deben usarse los diagramas esfuerzo-deformación unitaria del acero utilizado, obtenidos experimentalmente.

La resistencia de diseño se obtiene multiplicando la determinada con estas hipótesis por el factor F_R correspondiente.

A1.3 Flexión. El diseño de elementos de concreto reforzado sometidos a esfuerzos flexionantes, debe cumplir con lo siguiente:

A1.3.1 Refuerzo mínimo. El refuerzo mínimo de tensión en secciones de concreto reforzado, excepto en losas perimetralmente apoyadas, debe ser el requerido para que el momento resistente de la sección sea por lo menos 1.5 veces el momento de agrietamiento de la sección transformada no agrietada.

El área mínima de refuerzo de secciones rectangulares de concreto reforzado de peso normal, puede calcularse con la siguiente expresión aproximada

$$A_{s,\min} = \frac{0,7 c_{SI} \sqrt{f_c'}}{f_y} b d \quad (A.3)$$

donde b y d son el ancho y el peralte efectivo, no reducidos, de la sección, respectivamente. Sin embargo, no es necesario que el refuerzo mínimo sea mayor que 1,33 veces el requerido por el análisis.

A1.3.2 Refuerzo máximo. El área máxima de acero de tensión en secciones de concreto reforzado que no deban resistir fuerzas sísmicas debe ser el 90% de la que corresponde a la falla balanceada y de 75% en zonas afectadas por articulaciones plásticas.

En elementos a flexión que formen parte de sistemas que deban resistir fuerzas sísmicas, el área máxima de acero de tensión debe ser 75% de la correspondiente a la falla balanceada.

La falla balanceada ocurre cuando simultáneamente el acero llega a su esfuerzo de fluencia y el concreto alcanza su deformación máxima de 0.003 en compresión. Este criterio es general y se aplica a secciones de cualquier forma sin acero de compresión o con él.

Las secciones rectangulares sin acero de compresión tienen falla balanceada cuando su área de acero es igual a

$$\frac{f_c''}{f_y} \frac{6000 \beta_1}{c_{SI}^2 f_y + 6000} b d \quad (A.4)$$

En otras secciones, para determinar el área de acero que corresponde a la falla balanceada, se deben aplicar las condiciones de equilibrio y las hipótesis de la Sección A1.2.

A1.3.3 Secciones L y T. El ancho del patín que se considere trabajando a compresión en secciones L y T a cada lado del alma se debe determinar de acuerdo con lo establecido en el apartado D.2.2 de las NTC-RCDF-2014.

Se debe comprobar que el área del refuerzo transversal que se suministre en el patín, incluyendo el del hecho inferior, no sea menor que $1/f_y$ veces el área transversal del patín, si f_y está en MPa ($10/f_y$, si f_y está en kgf/cm^2). La longitud de este refuerzo debe comprender el ancho efectivo del patín y, a cada lado de los paños del alma, debe anclarse de acuerdo con la Sección A2.1.

A1.3.4 Fórmula para calcular la resistencia de secciones rectangulares. Las condiciones de equilibrio y las hipótesis generales de la Sección A1.2 y el requisito de refuerzo de la Sección A1.3.2 conducen a la siguiente expresión para resistencia a flexión, M_{R_s} , en secciones rectangulares, sin considerar el acero de compresión

$$M_R = F_R A_s f_y (d - 0,5a) \quad (A.5)$$

donde:

a profundidad del bloque equivalente de esfuerzos,

$$a = \frac{A_s f_y}{b f_c''} \quad (A.6)$$

b ancho de la sección (Sección A1.1),

d peralte efectivo (Sección A1.1),

f_c'' esfuerzo uniforme de compresión (Inciso e, Sección A1.2),

A_s área del refuerzo de tensión, y

F_R se debe tomar igual a 0.9.

En elementos con refuerzo de compresión, como vigas, así como elementos con patín de compresión (secciones T, I, L), puede tomarse conservadoramente esta resistencia.

Para calcular la resistencia tomando en cuenta el acero a compresión así como el patín de compresión, deben cumplirse las hipótesis de la Sección A1.2 y garantizarse las condiciones establecidas en la Sección A1.3.2.

A1.4 Flexocompresión. Toda sección sujeta a flexocompresión se debe dimensionar para la combinación más desfavorable de carga axial y momento flexionante incluyendo los efectos de esbeltez. El dimensionamiento puede hacerse a partir de las hipótesis generales de la Sección A1.2, o bien con diagramas de interacción construidos de acuerdo con ellas. El factor de resistencia, F_R , se debe aplicar a la resistencia a carga axial y a la resistencia a flexión.

A1.4.1 Excentricidad máxima. La excentricidad de diseño no debe ser menor que $0,05h \geq 20\text{mm}$, donde h es la dimensión de la sección en la dirección en que se considera la flexión.

A1.4.2 Compresión y flexión en dos direcciones. Son aplicables las hipótesis de la Sección A1.2. Para secciones cuadradas o rectangulares también puede usarse la expresión siguiente:

$$P_R = \frac{1}{1/P_{Rx} + 1/P_{Ry} - 1/P_{R0}} \quad (A.7)$$

donde:

P_R carga normal resistente de diseño, aplicada con las excentricidades e_x y e_y ,

P_{R0} carga axial resistente de diseño, suponiendo $e_x=e_y=0$,

P_{Rx} carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad e_x en un plano de simetría, y

P_{Ry} carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad e_y en el otro plano de simetría.

La ecuación A.6 es válida para $P_R/P_{R0} \geq 0,1$. Los valores de e_x y e_y deben incluir los efectos de esbeltez de acuerdo a lo dispuesto en la Sección A1.4.3 y no deben ser menores que la excentricidad prescrita en la Sección A1.4.1.

Para valores de P_R/P_{R0} menores que 0.1, se debe usar la expresión siguiente:

$$\frac{M_{ux}}{M_{Rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{Ry}} \leq 1 \quad (A.8)$$

donde:

M_{ux} y M_{uy} momentos de diseño alrededor de los ejes X y Y, y

M_{Rx} y M_{Ry} momentos resistentes de diseño alrededor de los mismos ejes.

A1.4.3 Efectos de esbeltez. Los efectos de esbeltez se deben valorar por medio del análisis de segundo orden, que consiste en obtener las fuerzas y momentos internos tomando en cuenta los efectos de las deformaciones sobre dichas fuerzas y momentos, la influencia de la carga axial en las rigideces, el comportamiento no lineal y agrietamiento de los materiales, duración de las cargas, cambios volumétricos por deformaciones diferidas, así como la interacción con la cimentación.

Se acepta valorar los efectos de esbeltez mediante métodos de amplificación de momentos flexionantes, es decir:

a) Miembros en los que pueden despreciarse los efectos de esbeltez.

En miembros con extremos restringidos lateralmente, los efectos de esbeltez pueden despreciarse cuando la relación entre la longitud efectiva H' y el radio de giro, r , de la sección en la dirección considerada es menor que

$$34 - 12M_1/M_2$$

En la expresión anterior, M_1 es el menor y M_2 el mayor de los momentos flexionantes en los extremos del miembro; el cociente M_1/M_2 es positivo cuando el miembro se flexiona en curvatura sencilla y negativo cuando lo hace en curvatura doble; si $M_1=M_2=0$, el cociente M_1/M_2 se debe tomar igual a 1.0.

En miembros con extremos no restringidos lateralmente, los efectos de esbeltez no deben despreciarse.

b) Restricción lateral de los extremos de columnas

Se debe suponer que una columna tiene sus extremos restringidos lateralmente cuando estos extremos no se desplacen uno respecto al otro de manera apreciable. El desplazamiento puede ser despreciable por la presencia en el entrepiso de elementos de una elevada rigidez lateral, como contravientos o muros, o porque la estructura puede resistir las cargas aplicadas sin sufrir desplazamientos laterales considerables.

En el primer caso, puede suponerse que no hay desplazamientos laterales considerables si la columna forma parte de un entrepiso donde la rigidez lateral de contravientos, muros u otros elementos que den restricción lateral no es menor que el 85% de la rigidez total de entrepiso. Además, la rigidez de cada diafragma horizontal (losa y otros), a los que llega la columna, no debe ser menor que 10 veces la rigidez de entrepiso del marco al que pertenece la columna en estudio. La rigidez de un diafragma horizontal con relación a un eje de columnas se define como la fuerza que debe aplicarse al diafragma en el eje en cuestión para producir una flecha unitaria sobre dicho eje, estando el diafragma libremente apoyado en los elementos que dan restricción lateral (muros, contravientos y otros).

En el segundo caso, puede considerarse que no hay desplazamientos laterales apreciables si

$$\frac{Q\Delta}{h} \leq 0,08 \frac{V}{W_u} \quad (\text{A.9 a})$$

donde:

- Q factor de comportamiento sísmico definido en este Anexo. Cuando los desplazamientos laterales sean debidos a acciones distintas del sismo se debe tomar $Q=1$,
- V fuerza cortante de entrepiso,
- Δ desplazamiento de entrepiso producido por V,
- W_u suma de las cargas de diseño, muertas y vivas multiplicadas por el factor de carga correspondiente, acumuladas desde el extremo superior del edificio hasta el entrepiso considerado, y
- h altura del entrepiso, entre ejes.
- c) Longitud efectiva, H' , de un miembro a flexo-compresión

La longitud efectiva de miembros cuyos extremos estén restringidos lateralmente puede determinarse con el siguiente criterio.

$$H' = kH \quad (\text{A.9 b})$$

donde:

H es la distancia libre entre elementos capaces de darle al miembro apoyo lateral

$$k = 1,35 - \sqrt{1,35 (1,35 - k_A - k_B) + \frac{1}{2}(k_A^2 + k_B^2)}$$

$$k_A = \frac{0,4 + \Psi_A}{0,8 + \Psi_A} ; k_B = \frac{0,4 + \Psi_B}{0,8 + \Psi_B} ; \Psi_{A,B} = \frac{\sum (I/L)_{\text{columnas}}}{\sum (I/L)_{\text{miembros de flexión}}}$$

A y B son los extremos de la columna, y

I momentos de inercia que corresponden a la flexión en el plano considerado.

A1.5 Aplastamiento. En apoyos de miembros estructurales y otras superficies sujetas a presiones de contacto o aplastamiento, el esfuerzo de diseño no se debe tomar mayor que (con $F_R = 0.8$).

$$F_R f_c^* \quad (\text{A.10})$$

A1.6 Fuerza cortante. Cuando una reacción comprima directamente la cara del miembro que se considera, las secciones situadas a menos de una distancia d del paño de apoyo pueden dimensionarse para la misma fuerza cortante de diseño, V_u , que actúa a la distancia d .

A1.6.1 Limitante para la fuerza cortante de diseño, V_u . En toda sección de los elementos, la fuerza cortante de diseño, V_u , no debe exceder de los siguientes límites

a) $V_u \leq 2,5 F_R b d_{\text{CSI}} \sqrt{f_c^*}$; en vigas de marcos convencionales, y

b) $V_u \leq 2 F_R b d_{\text{CSI}} \sqrt{f_c^*}$; en vigas de marcos dúctiles y en todas las columnas.

En caso contrario se deben considerar modificaciones en el proyecto como puede ser el cambio de las secciones o modificación del sistema estructural para cumplir con este requisito.

D.4.6.2 Resistencia a fuerza cortante

A1.6.2 Resistencia a fuerza cortante. La resistencia a fuerza cortante en una sección, V_R , debe ser la suma de la fuerza cortante que toma el concreto, V_{CR} , más la que toma el acero de refuerzo transversal, V_{SR} . Esta resistencia no se debe ser menor que la fuerza cortante de diseño, V_u .

$$V_R = V_{CR} + V_{SR} \geq V_u \quad (\text{A.11})$$

A1.6.3 Fuerza cortante que toma el concreto, V_{CR}

a) Reducción de V_{CR} por peralte de la sección.

Cuando la dimensión transversal del elemento h , paralela a la fuerza cortante, es mayor que 700 mm, el valor de V_{CR} que se calcula en los siguientes incisos debe multiplicarse por el factor obtenido con la siguiente expresión

$$0.8 \leq 1 - 0.0004 (h - 700) \leq 1 \quad (h \text{ en mm}) \quad (A.12)$$

b) Reducción de V_{CR} por interrupción del refuerzo longitudinal.

En tramos comprendidos a un peralte efectivo de las secciones donde, en zonas de tensión, se interrumpa más del 33%, o traslape más del 50% del refuerzo longitudinal, la fuerza cortante que toma el concreto, V_{CR} , que se calcula en los siguientes incisos debe multiplicarse por 0.7.

c) En vigas la fuerza cortante que toma el concreto, V_{CR} , se debe calcular con el criterio siguiente:

$$\text{Si } p < 0.015$$

$$V_{CR} = F_R b d (0.2 + 20p) \text{ CSI } \sqrt{f_c^*} \quad (A.13)$$

$$\text{Si } p \geq 0.015$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \text{ CSI } \sqrt{f_c^*} \quad (A.14)$$

donde:

p cuantía del acero de refuerzo longitudinal a tensión

$$p = \frac{A_s}{bd} \quad (A.15)$$

Cuando una carga concentrada actúa a no más de $0.5d$ del paño de un apoyo, el tramo de viga comprendido entre la carga y el paño del apoyo, además de cumplir con los requisitos de esta sección, se debe revisar con el criterio de cortante por fricción de la Sección A1.6.6.

Para secciones T, I o L, en todas las expresiones anteriores se debe usar el ancho, b' , en lugar de b . Si el patín está a compresión, al producto $b'd$ pueden sumarse las cantidades t^2 en vigas T e I, y $t^2/2$ en vigas L, siendo t el espesor del patín.

d) Elementos anchos.

En elementos anchos como losas, zapatas y muros, en los que el ancho, b , no sea menor que cuatro veces el peralte efectivo, d , el espesor no sea mayor de 600 mm y la relación M/Vd no exceda de 2, la fuerza V_{CR} puede tomarse igual a

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \text{ CSI } \sqrt{f_c^*} \quad (A.16)$$

El refuerzo para flexión debe cumplir con los requisitos de la Sección A2.1; en zapatas de sección constante para lograr el anclaje del refuerzo longitudinal se debe suministrar en los extremos de las

barras dobles a 90° seguidos de tramos rectos de longitud no menor que 12 diámetros de la barra.

e) Miembros sujetos a flexión y carga axial

Cuando actúe una fuerza axial de diseño P_u , positiva en compresión (negativa en tensión), la fuerza cortante que toma el concreto, V_{CR} , se obtiene como:

$$V_{CR} = V_{CRV} \left(1 - 0.3 \frac{P_u}{A_g} \right) \quad \text{si } P_u < 0 \text{ (usando N y mm}^2\text{)} \quad (A.17)$$

$$V_{CR} = V_{CRV} \left(1 + 0.07 \frac{P_u}{A_g} \right), \quad \text{si } 0 \leq P_u \leq P_{R1} \text{ (usando N y mm}^2\text{)} \quad (A.18)$$

$$V_{CR} = V_{CRV} \left(1 + 0.07 \frac{P_{R1}}{A_g} \right) \left(1 - \frac{P_u - P_{R1}}{P_{R0} - P_{R1}} \right), \quad \text{si } P_{R1} < P_u \leq P_{R0} \text{ (usando N y mm}^2\text{)} \quad (A.19)$$

donde:

$$P_{R1} = F_R (0.7 f_c^* A_g + 200 A_s), \quad \text{usando N, MPa y mm}^2 \quad (A.20)$$

$$P_{R0} = F_R (A_g f_c'' + A_s f_y) \quad (A.21)$$

V_{CRV} fuerza cortante resistente calculada con las ecuaciones A.13 o A.14. En estas expresiones, para valuar la cuantía p , se debe usar el área de las barras de la capa más próxima a la cara de tensión o a la de compresión mínima en secciones rectangulares, y $0.33 A_s$ en secciones circulares, donde A_s es el área total de acero en la sección. Para secciones circulares, b_d se debe sustituir por A_g' , donde A_g es el área bruta de la sección transversal

Si se usan kgf, kgf/cm² y cm² las ecuaciones anteriores deben ser:

$$\left(\begin{array}{l} V_{cR} = V_{cRv} \left(1 - 0.03 \frac{P_u}{A_g} \right), \quad \text{si } P_u < 0 \\ V_{cR} = V_{cRv} \left(1 + 0.007 \frac{P_u}{A_g} \right), \quad \text{si } 0 \leq P_u \leq P_{R1} \\ V_{cR} = V_{cRv} \left(1 + 0.007 \frac{P_{R1}}{A_g} \right) \left(1 - \frac{P_u - P_{R1}}{P_{R0} - P_{R1}} \right), \quad \text{si } P_{R1} < P_u \leq P_{R0} \\ P_{R1} = F_R (0.7 f_c^* A_g + 2000 A_s) \end{array} \right)$$

A1.6.4 Refuerzo por tensión diagonal en vigas y columnas. Este refuerzo debe estar formado por estribos cerrados perpendiculares al eje de la pieza de diámetro no menor de 7.9 mm (número 2.5), barras dobladas o una combinación de estos

elementos. Los estribos deben rematarse como se indica en la Sección A2.1.5.

Para estribos de columnas, vigas principales y arcos, se debe usar acero con f_y no mayor que 412 MPa (4200 kgf/cm²).

a) Separación mínima y máxima

- 1) $s \geq 60$ mm; la separación del refuerzo transversal, s , no debe ser menor de 60 mm,
- 2) $s \leq d/2$; en todos los casos la separación no debe exceder de medio peralte efectivo,
- 3) $s \leq d/4$; si $V_u > 1.5 F_R b_d \text{ CSI} \sqrt{f_c^*}$

b) Refuerzo mínimo. En vigas debe suministrarse un refuerzo mínimo por tensión diagonal formado por estribos verticales cuya área no debe ser menor que la calculada con la siguiente expresión:

$$A_v \geq 0,3 \text{ CSI} \sqrt{f_c^*} \frac{b s}{f_{yv}} \quad (\text{A.22})$$

c) Fuerza cortante que toma el acero de refuerzo transversal, V_{sR}

$$V_{sR} = F_R A_v f_{yv} \frac{d}{s} \quad (\text{A.23})$$

donde:

A_v área de todas las ramas de refuerzo por tensión diagonal comprendidas en una distancia s ;

f_{yv} esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo transversal necesario para resistir fuerza cortante,

d peralte efectivo; para secciones circulares se debe sustituir éste por el diámetro de la sección, D , y

F_R se debe tomar como 0,8.

Para secciones circulares se sustituirá el peralte efectivo, d , por el diámetro de la sección, D .

Para calcular la separación, s , dada un área de refuerzo transversal, A_v , se puede usar la siguiente expresión

$$s = \frac{F_R A_v f_y d}{V_u - V_{cR}} \quad (\text{A.24})$$

en todo caso la separación, s , se debe cumplir con los límites mínimos y máximos del Inciso a.

A1.6.5 Fuerza cortante en losas y zapatas. La resistencia de losas y zapatas a fuerza cortante en la vecindad de cargas o reacciones concentradas debe ser la menor de las correspondientes a las dos condiciones que siguen:

- 1) La losa o zapata actúa como una viga ancha. Este caso se trata de acuerdo con las disposiciones de la Sección A1.6.3.
- 2) Existe una acción en dos direcciones de manera que la falla produzca una pirámide truncados en torno a la carga o reacción concentrada. En este caso se debe proceder como se indica en esta sección.

Para el segundo caso la sección crítica debe formar una figura semejante a la definida por la periferia del área cargada, a una distancia de ésta igual a $d/2$, donde d es el peralte efectivo de la losa.

a) Esfuerzo cortante de diseño. Si no hay transmisión de momento entre la losa o zapata y la columna, o si el momento por transmitir, $M_{u'}$, no excede de $0.2 V_{ud}$, el esfuerzo cortante de diseño, $v_{u'}$, se debe calcular con la expresión siguiente:

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \quad (\text{A.25})$$

donde b_o es el perímetro de la sección crítica y V_u la fuerza cortante de diseño en dicha sección.

Cuando haya transferencia de momento, se debe suponer que una fracción del momento dada por

$$\alpha = 1 - \frac{1}{1 + 0,67 \sqrt{(c_1 + d) / (c_2 + d)}} \quad (\text{A.26})$$

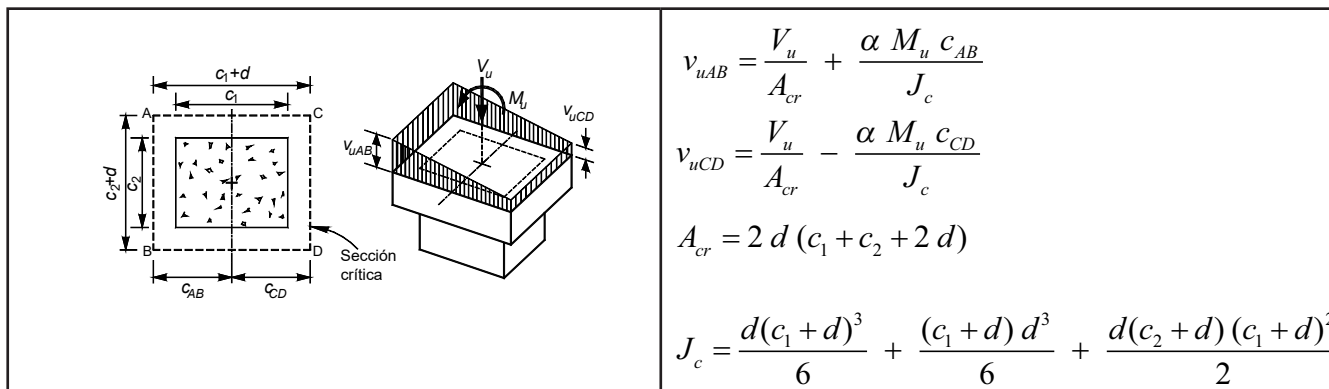
se transmite por excentricidad de la fuerza cortante total, con respecto al centroide de la sección crítica definida antes. El esfuerzo cortante máximo de diseño, $v_{u'}$, se obtiene tomando en cuenta el efecto de la carga axial y del momento, suponiendo que los esfuerzos cortantes varían linealmente, ver Figura A1.6.5. En columnas rectangulares c_1 es la dimensión paralela al momento transmitido y c_2 es la dimensión perpendicular a c_1 . En columnas circulares $c_1=c_2=0.9D$. El resto del momento, es decir la fracción $1-\alpha$, debe transmitirse por flexión en un ancho igual a c_2+3h .

b) Resistencia de diseño del concreto. El esfuerzo cortante máximo de diseño, $v_{u'}$, obtenido con los criterios anteriores no debe exceder de

$$1) v_u \leq F_R (0.5 + \gamma) \text{ CSI} , \text{ ni} \quad (\text{A.27})$$

$$2) v_u \leq F_R \text{ CSI}$$

FIGURA A1.6.5 TRANSMISIÓN DE MOMENTO ENTRE COLUMNA RECTANGULAR Y LOSA O ZAPATA



donde:

γ relación del lado corto al lado largo del área donde actúa la carga o reacción, c_1 se define en la ecuación D.1.1 de las NTC-RCDF.2014, y

F_R igual a 0.7 al considerar la combinación de acciones permanentes, variables y sismo, e igual a 0.8 en otros casos.

A1.6.6 Resistencia a fuerza cortante por fricción.

Estas disposiciones se aplican en secciones donde rige el cortante directo y no la tensión diagonal. En tales casos, si se necesita refuerzo, éste se debe ser perpendicular al plano crítico por cortante directo. Dicho refuerzo debe estar bien distribuido en la sección definida por el plano crítico y debe estar anclado a ambos lados de modo que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia en el plano mencionado.

La resistencia a fuerza cortante, V_{Rv} , se debe tomar como el menor de los valores calculados con las expresiones siguientes:

a) $F_R \mu (A_{vf} f_y + N_u)$ (A.28)

b) $F_R (1.4A + 0.8(A_{vf} f_y + N_u))$, usando N, mm² y MPa;

$[F_R (1.4A + 0.8(A_{vf} f_y + N_u))$ si se usan kgf, cm² y kgf/cm²]

c) $0.25 F_R f_c^* A$

donde:

f_y esfuerzo especificado de fluencia del refuerzo perpendicular al plano crítico, que no se debe suponer mayor de 412 MPa (4200 kgf/cm²).

A_{vf} área del refuerzo por cortante por fricción,

A área de la sección definida por el plano crítico,

N_u fuerza de diseño de compresión normal al plano crítico, y

μ coeficiente de fricción que se debe tomar igual a:

1.4 en concreto colado monolíticamente,

1.0 para concreto colado contra concreto endurecido, o

0.7 entre concreto y acero laminado.

Los valores de μ anteriores se deben aplicar si el concreto endurecido contra el que se coloca concreto fresco está limpio y libre de lechada, y tiene rugosidades con amplitud total del orden de 5 mm o más, así como si el acero está limpio y sin pintura.

A1.7 Torsión. Las disposiciones son aplicables a secciones macizas y en tramos sujetos a torsión cuya longitud no sea menor que el doble del peralte total del miembro. Las secciones situadas a menos de un peralte efectivo de la cara del apoyo pueden dimensionarse para la torsión que actúa a un peralte efectivo.

A_{cp} es el área de la sección transversal incluida en el perímetro exterior del elemento de concreto, p_{cp} . En el cálculo de A_{cp} y p_{cp} , en elementos colados monolíticamente con la losa, se se deben incluir los tramos de losa indicados en la Figura A1.7, excepto cuando el parámetro A_{cp}^2/p_{cp} , calculado para vigas con patines, sea menor que el calculado para la misma viga ignorando los patines.

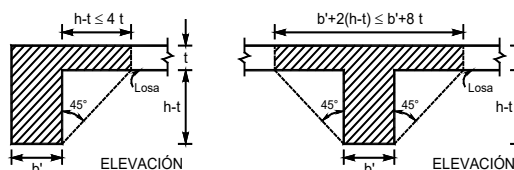


FIGURA A1.7 EJEMPLOS DEL TRAMO DE LOSA QUE DEBE CONSIDERARSE EN EL CÁLCULO DE A_{cp} Y p_{cp}

A1.7.1 Elementos en los que se pueden despreciar los efectos de torsión. Para miembros sin carga axial los efectos de torsión pueden despreciarse si el momento torsionante de diseño, T_u , es menor que:

$$0,27 F_R c_{SI} \sqrt{f_c^*} \frac{A_g^2}{p_{cp}} \quad (A.29)$$

Para miembros con carga axial (donde N_u es positiva en compresión) los efectos de torsión pueden despreciarse si T_u es menor que:

$$0,27 c_{SI} \sqrt{f_c^*} \frac{A_g^2}{p_{cp}} \sqrt{1 + \frac{N_u}{A_g c_{SI} \sqrt{f_c^*}}} \quad (A.30)$$

A1.7.2 Resistencia a torsión. Las dimensiones de la sección transversal de elementos de sección transversal maciza, donde no puedan despreciarse los efectos de torsión, deben ser tales que:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b d}\right)^2 + \left(\frac{T_u p_h}{1,7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq F_R \left(\frac{V_{cR}}{b d} + 2c_{SI} \sqrt{f_c^*}\right) \quad (A.31)$$

donde:

p_h perímetro, medido en el eje, del estribo de refuerzo por torsión más alejado, y

A_{oh} área comprendida por p_h .

El refuerzo por torsión debe constar de refuerzo transversal y de refuerzo longitudinal.

a) Refuerzo transversal

El refuerzo transversal por torsión debe constar de estribos cerrados adicionales de los necesarios para resistir fuerza cortante. El área de estos estribos se debe calcular con la expresión siguiente:

$$A_t = \frac{T_u s}{F_R 2 A_o f_{yv}} \quad (A.32)$$

donde:

A_t área transversal de una sola rama de estribo que resiste torsión, colocado a una separación s ,

A_o área bruta encerrada por el flujo de cortante e igual a $0.85 A_{oh}$,

s separación de los estribos que resisten la torsión, y

f_{yv} esfuerzo especificado de fluencia de los

estribos; el cual no debe exceder de 412 MPa (4200 kgf/cm²).

b) Refuerzo longitudinal

El área de barras longitudinales para torsión, A_{st} , adicionales a las de flexión, no debe ser menor que la calculada con la siguiente expresión:

$$A_{st} = \frac{A_t}{s} p_h \frac{f_{yv}}{f_y} \quad (A.33)$$

donde f_y es el esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo longitudinal para torsión.

El refuerzo transversal por torsión se suministrará cuando menos en una distancia igual a la suma del peralte total más el ancho ($h+b$), más allá del punto teórico en que ya no se requiere.

El refuerzo longitudinal se debe tener la longitud de desarrollo, L_d , más allá de la sección donde deja de ser necesaria por torsión. El diámetro mínimo de las barras que forman el refuerzo longitudinal debe ser de 12,7 mm (número 4), y se distribuirá en el perímetro de los estribos cerrados con una separación máxima de 300 mm.

A1.8 Estados límite de servicio. Para estimar los esfuerzos producidos en el acero y el concreto por acciones exteriores en condiciones de servicio, pueden utilizarse las hipótesis usuales de la teoría elástica de vigas. Si el momento de agrietamiento es mayor que el momento exterior, se debe considerar la sección completa del concreto sin tener en cuenta el acero. Si el momento de agrietamiento es menor que el momento actuante, se debe recurrir a la sección transformada, despreciando el concreto agrietado. Para valuar el momento de agrietamiento se debe usar el módulo de rotura, f_r , prescrito en la sección D.1.5 de las NTC.RCDF-2014.

D.4.8.1 Deflexiones en vigas y losas en una dirección

A1.8.1 Deflexiones en vigas y losas en una dirección. La deflexión total (δT) debe ser la suma de la inmediata más la deflexión a largo plazo. Se deben calcular para las condiciones de servicio y deben ser menores que las estipuladas en este Anexo.

$$\delta T = \delta I (1 + c_p) \quad (A.34)$$

Para la deflexión a largo plazo debe considerarse la historia de carga, la edad de descimbrado, la dosificación de los agregados, la resistencia del concreto, la humedad del ambiente, las dimensiones del elemento y la cuantía y distribución del refuerzo a tensión y a compresión. Opcionalmente se admite estimar la deformación a largo plazo en miembros de concreto

normal sujetos a flexión, multiplicando la flecha inmediata por el factor

$$c_p = \frac{2}{1 + 50p'} \quad (A.35)$$

En elementos continuos se debe usar un promedio de p' calculado con el mismo criterio aplicado para determinar el momento de inercia de acuerdo con la ecuación A.38.

Las deflexiones inmediatas se calcularán con los métodos o fórmulas usuales para determinar deflexiones elásticas, con el uso del módulo de elasticidad congruente con la sección D.1.5 de las NTC-RCDF-2014. El momento de inercia equivalente para el elemento debe calcularse tomando en cuenta el estado de esfuerzos a lo largo del mismo y la distribución del refuerzo. En forma opcional, se puede emplear el momento de inercia de la sección transformada agrietada I_{ag} .

En una sección rectangular doblemente reforzada el momento de inercia de la sección transformada agrietada se puede calcular como:

$$I_{ag} = bc^3/3 + n A_s (d-c)^2 + (n-1) A_s' (c-d')^2 \quad (A.36)$$

donde:

$$n = E_s/E_c, \quad c = k d,$$

$$k = -(p + p') n + \sqrt{(p + p')^2 n^2 + 2(p + p') d'/d} n \quad (A.37)$$

p' cuantía de acero a compresión ($p' = A_s'/bd$), y

d' distancia entre el centroide del acero de compresión y la fibra extrema a compresión.

En una sección rectangular simplemente reforzada ($A_s' = 0$) las expresiones anteriores se reducen a:

$$I_{ag} = bc^3/3 + n A_s (d-c)^2 \quad (A.38)$$

donde:

$$k = -p n + \sqrt{p^2 n^2 + 2p n} \quad (A.39)$$

En claros continuos, el momento de inercia que se utilice debe ser un valor promedio calculado en la forma siguiente:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + 2I_3}{4} \quad \text{elemento en claros continuos} \quad (A.40 a)$$

$$I = \frac{I_1 + 2I_3}{3} \quad \text{elemento continuo sólo en un extremo}(I_1) \quad (A.40 b)$$

donde:

I_1, I_2 momentos de inercia I_{ag} de las secciones extremas del claro, e

I_3 momentos de inercia I_{ag} de la sección central.

A1.8.2 Agrietamiento en vigas y losas en una dirección. Las secciones de máximo momento positivo y negativo, ver Figura A1.8.2, se deben dimensionar de modo que la cantidad calculada con la siguiente ecuación

$$f_s \sqrt[3]{d_c A} \frac{h_2}{h_1} \quad (A.41)$$

no exceda de:

- a) 40 000 en elementos protegidos en el interior del edificio,
- b) 30 000 en exteriores, en contacto con el suelo, o en contacto con agua, o

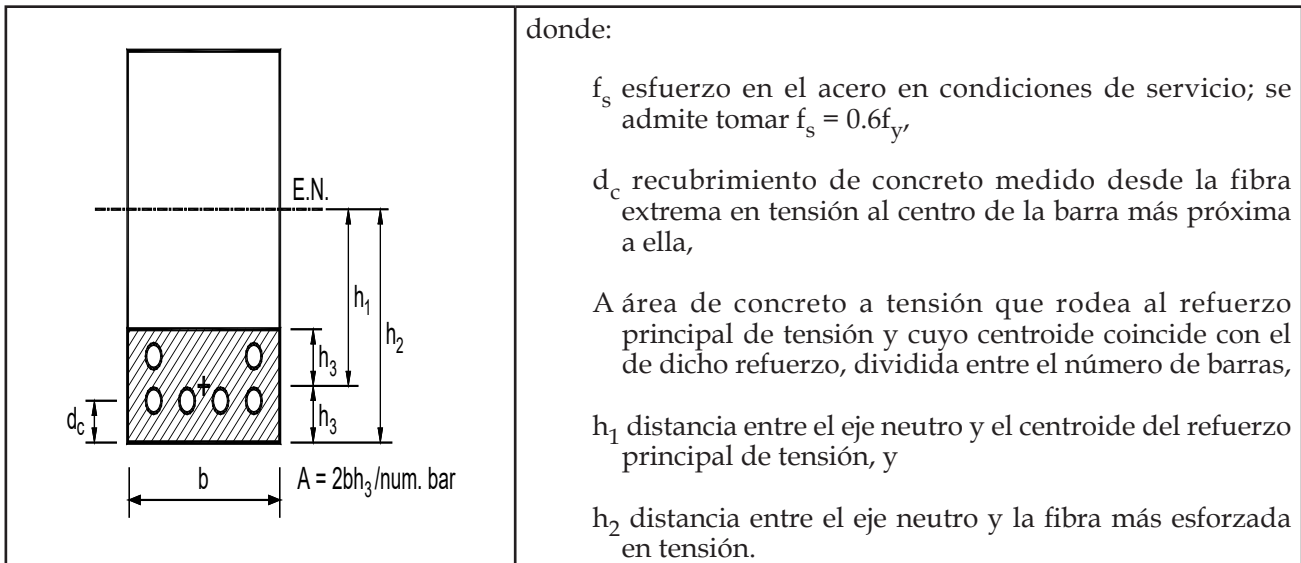


FIGURA A1.8.2 DISEÑO POR AGRIETAMIENTO EN VIGAS Y LOSAS EN UNA SOLA DIRECCIÓN

c) 20 000 en ambientes agresivos.

donde:

f_s esfuerzo en el acero en condiciones de servicio; se admite tomar $f_s = 0.6f_y$,

d_c recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tensión al centro de la barra más próxima a ella,

A área de concreto a tensión que rodea al refuerzo principal de tensión y cuyo centroide coincide con el de dicho refuerzo, dividida entre el número de barras,

h_1 distancia entre el eje neutro y el centroide del refuerzo principal de tensión, y

h_2 distancia entre el eje neutro y la fibra más esforzada en tensión.

SECCIÓN A2 REQUISITOS PARA EL ACERO DE REFUERZO

A2.1 Anclaje. Adicional a los requisitos para el acero de refuerzo, se deben cumplir con los indicados en esta sección. La fuerza de tensión o compresión que actúa en el acero de refuerzo en toda sección debe desarrollarse a cada lado de la sección considerada por medio de adherencia en una longitud suficiente de barra o de algún dispositivo mecánico. Las disposiciones de esta sección son aplicables a barras de diámetro no mayor que 38.1 mm (número 12).

La longitud de desarrollo, L_d , en la cual se considera que una barra se ancla de modo que desarrolle su esfuerzo de fluencia, se debe obtener multiplicando la longitud básica, L_{db} el factor k_{Ld} que toma en cuenta diversas condiciones en las que se encuentre la barra (si no se cumple ninguna de las condiciones se debe tomar $k_{Ld} = 1$).

$$L_d = L_{db} k_{Ld} \quad (A.42)$$

L_d en ningún caso debe ser menor que:

- 300 mm en barras rectas sujetas a tensión,
- $8 d_b \geq 150$ mm en barras con dobleces sujetas a tensión, o
- 200 mm en barras a compresión.

donde d_b es el diámetro nominal de la barra.

La sección crítica en elementos de marcos dúctiles debe ser el plano externo del núcleo de la columna (borde externo de los estribos), en otras condiciones

debe ser la cara del elemento al que se ancle. Las barras deben contar con el recubrimiento mínimo estipulado en la Sección A2.8.

A2.1.1 Longitud de desarrollo de barras rectas a tensión. La longitud básica de barras rectas a tensión se debe obtener con la siguiente ecuación

$$L_{db} = 0,11 d_b \frac{f_y}{c_{SI} \sqrt{f'_c}} \quad (A.43)$$

Por sencillez se admite tomar $L_{db} = 35d_b$.

El factor k_{Ld} se debe tomar como el producto de los siguientes factores que sean aplicables.

- 0.8 diámetro menor o igual a 19.1 mm (número 6 y menores),
- 1.3 barras horizontales de muros y barras colocadas en el lecho superior de vigas,
- $f_y / 412$ cuando f_y sea mayor que 412 MPa (calcular como $f_y / 4200$ si se usan kgf/cm²),
- 2 barras lisas,
- 1.5 en elementos colados en lodo bentonítico o cubiertas con resina epóxica si el recubrimiento libre de concreto es menor que $3 d_{br}$ o la separación libre entre barras es menor que $6 d_{br}$,
- 1.2 en elementos colados en lodo bentonítico o cubiertas con resina epóxica que no cumplan el inciso anterior,
- 1.2 en paquetes de tres barras (en los cálculos se debe tomar el diámetro de la mayor), y
- 1.25 en barras longitudinales de columnas ancladas a la cimentación.

A2.1.2 Barras a tensión con dobleces. Para anclar el extremo de una barra en tensión se puede usar un doblez a 90° ó 180° que cumpla con la Sección A2.2 y lo indicado en la Figura A2.1.2. La longitud básica, L_{db} , se debe calcular como:

$$L_{db} = 0,076 d_b \frac{f_y}{c_{SI} \sqrt{f'_c}} \quad (A.44)$$

Por sencillez se admite tomar $L_{db} = 26 d_b$.

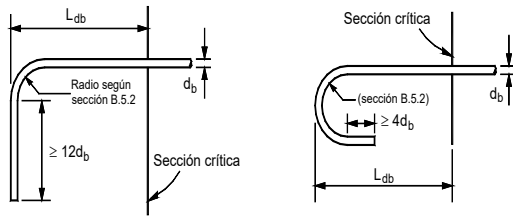


FIGURA A2.1.2 LONGITUD DE DESARROLLO DE BARRAS CON DOBLECES

El factor k_{Ld} se debe tomar como el producto de los siguientes factores que sean aplicables.

- 0.7 Barras con recubrimiento libre lateral (normal al plano del doblé) no menor que 60 mm, y, para dobles a 90°, con recubrimiento libre del tramo de barra recto después del doblé no menor que 50 mm (excepto barras del número 12),
- 0.8 confinadas en toda la longitud de desarrollo con estribos verticales u horizontales separados entre sí no más de 3db (excepto barras del número 12),
- 2 barras lisas,
- 1.2 en elementos colados en lodo bentonítico o cubiertas con resina epóxica, y
- 1.25 en barras longitudinales de columnas ancladas a la cimentación.

Se admite usar anclajes mecánicos según la Sección A2.1.4.

A2.1.3 Longitud de desarrollo de barras a compresión. La longitud de desarrollo de una barra a compresión no debe ser menor que el 60% de la que requeriría como barra recta a tensión y no se deben considerar efectivas porciones dobladas. En ningún caso debe ser menor de 200 mm.

A2.1.4 Anclajes mecánicos. Cuando no haya espacio suficiente para anclar barras por medio de doblé, se admite usar anclajes mecánicos que deben ser capaces de desarrollar la resistencia del refuerzo por anclar, sin que se dañe el concreto. Pueden ser, por ejemplo, placas soldadas a las barras, o dispositivos manufacturados para este fin. Los anclajes mecánicos deben diseñarse y en su caso comprobarse por medio de ensayos.

A2.1.5 Anclaje del refuerzo transversal. El refuerzo en el alma debe llegar tan cerca de las caras de compresión y tensión como lo permitan los requisitos de recubrimiento y la proximidad de otro refuerzo.

Los estribos deben rematar en una esquina con dobles de 135°, seguidos de tramos rectos de no menos de 6db de largo, ni menos de 80 mm. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una barra longitudinal. Los radios de doblé deben cumplir con los requisitos en la Sección A2.2.

Las barras longitudinales que se doblen para actuar como refuerzo en el alma deben continuarse como refuerzo longitudinal cerca de la cara opuesta si esta zona está a tensión, o prolongarse una longitud L_d más allá de la media altura de la viga si dicha zona está a compresión.

En malla de alambre soldado la longitud de anclaje se debe tomar como la distancia entre dos alambres perpendiculares al alambre que debe desarrollar su resistencia más 50 mm. Esta longitud no debe ser menor que 200 mm.

A2.2 Dobles del refuerzo. El diámetro interior de un doblé no debe ser menor que:

- 4 db para barras de estribos de diámetro no mayor que 15.9 mm (número 5),
- 6 db para barras con diámetro no mayor a 25.4 mm (número 8), y
- 8 db para diámetros superiores.

Para dobles a 90°, debe seguir al doblé un tramo recto de longitud no menor que 12db.

Para dobles a 180°, debe seguir un tramo recto no menor que 4db.

En todo cambio de dirección del acero longitudinal debe colocarse refuerzo transversal capaz de equilibrar la resultante de las tensiones o compresiones desarrolladas en las barras.

A2.3 Paquetes de barras. Las barras longitudinales pueden agruparse formando paquetes con un máximo de dos barras cada uno en columnas y de tres en vigas,

Los diámetros de las barras del paquete no se deben diferir en más de 3.2 mm para barras no mayores del no. 6 (19 mm) ni de 6.3 mm para diámetros mayores.

La sección donde se corte una barra de un paquete en el claro de una viga, no debe distar de la sección de corte de otra barra menos de 40 veces el diámetro de la más gruesa de las dos. Los paquetes se deben usar sólo cuando queden alojados en un ángulo de los estribos (en configuración L). Para determinar la separación mínima entre paquetes y determinar su recubrimiento, cada uno se debe tratar como una barra simple de igual área transversal que la del paquete. Para calcular la separación del refuerzo transversal,

rige el diámetro de la barra más delgada del paquete. Los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre.

A2.4 Uniones de barras. Las barras de refuerzo pueden unirse mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de soldadura o dispositivos mecánicos. Las especificaciones y detalles dimensionales de las uniones deben mostrarse en los planos.

No se permiten las uniones en los casos siguientes:

- 1) Dentro de los nudos (uniones viga-columna),
- 2) En una distancia de dos veces el peralte del miembro, medida desde el paño de nudo,
- 3) En aquellas zonas donde el análisis indique que se pueden formar articulaciones plásticas, y
- 4) En estribos, grapas, accesorios u otros elementos similares al refuerzo longitudinal requerido por diseño.

En otras secciones, cuando más, se deben unir barras alternadas.

A2.4.1 Traslapes. Si se usan traslapes para unir barras, la longitud de un traslape no debe ser menor que

- a) $1,33L_d \geq 40db$ si $f_y \leq 412$ MPa (4200 kgf/cm²) en barras a tensión,
- b) $1,33L_d \geq 60db$ si $f_y > 4200$ en barras a tensión, o
- d) $L_d \geq 35db$ en barras a compresión.

En secciones con traslape no debe unirse más del 50% del refuerzo, en este caso las secciones unidas no deben distar menos de 40db medido entre los extremos más cercanos de las barras.

En marcos dúctiles se permite el uso de traslapes fuera de las zonas indicadas en la Sección A2.4, sólo si en la longitud del traslape se suministra refuerzo

transversal de confinamiento en forma de estribos cerrados. La separación de este refuerzo no debe ser mayor que $d/4$, ni que 100 mm.

En mallas de alambre soldado se permite usar traslape sólo en secciones donde el esfuerzo en los alambres bajo cargas de diseño sea menor que $0,5f_y$. En este caso la longitud mínima de traslape debe ser la distancia entre dos alambres perpendiculares al alambre traslapado más 50 mm, pero no menos de 200 mm.

A2.4.2 Uniones soldadas o con dispositivos mecánicos. Toda unión soldada o con dispositivo mecánico debe ser capaz de transferir por lo menos $1,25f_y$ y debe comprobarse experimentalmente su eficacia.

En uniones con soldadura o dispositivos mecánicos no deben unirse más del 33% del refuerzo; dichas uniones deben distar entre sí no menos de 20db ni de 600 mm.

A2.5 Recorte o doblez de barras en vigas. La posición donde se pueden cortar o doblar las barras longitudinales de refuerzo por flexión se debe determinar dónde teóricamente ya no se requiere el refuerzo en la envolvente de los diagramas de momentos flexionantes para todas las combinaciones de carga estudiadas. En cada tramo se debe usar el peralte efectivo, d , y longitud de desarrollo, L_d , correspondiente. Por simplicidad se pueden tomar el mayor peralte y longitud de desarrollo calculados para la viga.

La longitud mínima de cada barra, a partir de la sección en donde debe desarrollar su resistencia, debe ser la mayor de las siguientes, (ver Figura A2.5, ejemplo a):

- a) $L_d + d$ Una longitud de desarrollo más un peralte efectivo, en secciones que no sean de momento máximo,

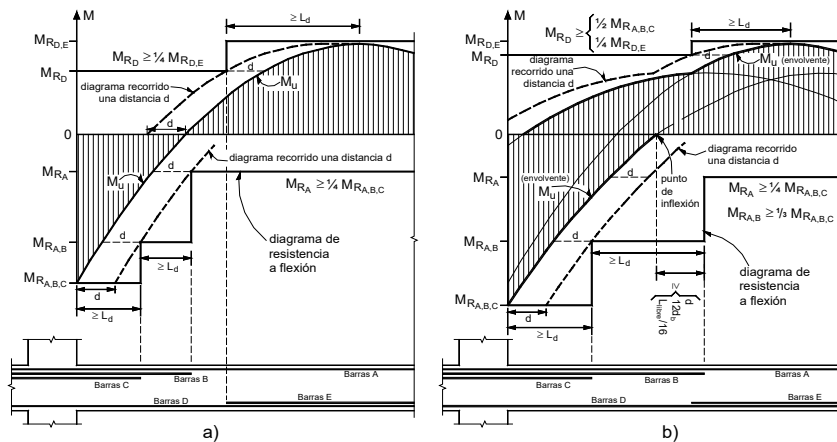


FIGURA A2.5 DISPOSICIONES PARA EL CORTE DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS:
A) EJEMPLO EN MARCO COMÚN,
B) EJEMPLO EN MARCO DÚCTIL O MARCO DESTINADO A RESISTIR FUERZAS LATERALES ACCIDENTALES

- b) L_d Una longitud de desarrollo en secciones de momento máximo, o
- c) Un peralte efectivo, d , más allá de la sección donde ya no se requiere.

En marcos dúctiles y en aquellos marcos destinados a resistir fuerzas laterales accidentales, al menos la tercera parte del refuerzo negativo que se tenga en la cara de un apoyo se debe prolongar más allá del punto de inflexión (sección donde el momento negativo llega a cero) una longitud no menor que (ver Figura A2.5, ejemplo b):

- a) d un peralte efectivo,
- b) $12 d_b$ doce veces el diámetro de la barra, ni que
- c) $L_{libre}/16$ un dieciseisavo del claro libre.

En las zonas donde se cortan o doblan barras se debe tomar en cuenta la reducción en la fuerza cortante resistente que toma el concreto según el Inciso b de la Sección A1.6.3.

Para poder tomar en cuenta el acero a compresión en el cálculo del momento flexionante resistente (sección doblemente reforzada), éste debe extenderse cuando menos una longitud de desarrollo a compresión L_d a cada lado de la sección considerada, en caso contrario no se debe tomar en cuenta.

A2.6 Refuerzo por cambios volumétricos. En toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural sea mayor que 1.5 m, se debe disponer de un refuerzo mínimo por cambios volumétricos con las siguientes características:

- a) $A_{s, vol} \geq 0,002 b x_1$ En elementos estructurales protegidos de la intemperie,
- b) $A_{s, vol} \geq 0,003 b x_1$ en los elementos expuestos a intemperie o en contacto con el terreno, y
- c) $s \leq 3,5 x_1 \leq 500$ mm la separación, s , de este refuerzo no debe exceder de tres y media veces x_1 ni de 500 mm.

donde x_1 es la dimensión mínima del miembro medida perpendicularmente al refuerzo considerado y b es el ancho de la sección (b puede tomarse como un ancho unitario dentro del cual se debe colocar A_s , vol).

Si x_1 no excede de 150 mm, el refuerzo puede colocarse en una sola capa. Si x_1 es mayor que 150 mm, el refuerzo se debe colocar en dos capas próximas a las caras del elemento.

A2.7 Separación entre barras de refuerzo. La separación libre entre barras paralelas no debe ser menor que:

- a) $1,5 d_b$ Una y media vez el diámetro nominal de la barra,
- b) $1,5 TMA$ una y media vez el tamaño máximo del agregado (ver sección D.1.1), ni
- c) 40 mm.

A2.8 Recubrimiento del refuerzo. Por requisito constructivo el recubrimiento libre no debe ser menor que:

- a) d_b el diámetro de la barra,
- b) $1,5 d_b$ en paquetes: una y media vez el diámetro de la barra más gruesa,
- c) 20 mm en columnas y trabes, o
- d) 15 mm en losas.

Para protección contra corrosión, el recubrimiento mínimo para vigas, dependiendo de las condiciones de exposición y de la resistencia del concreto usado, no debe ser menor que el señalado en la Tabla A2.8.

En losas, muros y elementos prefabricados el recubrimiento no debe ser menor de 0.75 veces el indicado en la Tabla A2.8.

TABLA A2.8 RECUBRIMIENTO LIBRE MÍNIMO REQUERIDO EN VIGAS, TRABES Y CONTRATRABES.

Exposición de la superficie del concreto	Resistencia a compresión especificada del concreto, f_c' , MPa (kgf/cm ²)			
	20 (200)	25 (250)	30 (300)	40 (400)
	Recubrimiento mínimo requerido (mm)			
Interiores de edificios	25	25	20	20
Exteriores en ambientes no agresivos	40	35	30	25
Exteriores en ambientes agresivos o en elementos sujetos a humedecimiento	—	40	35	30
Contra agua	—	50	45	40
Contra suelos no agresivos, con plantilla o membrana impermeable	40	35	30	25
Contra suelos que no se conoce su agresividad, con plantilla o membrana impermeable	50	50	50	50
Contra suelos sin plantilla	75	75	75	75

ANEXO 6 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

NOTACIÓN

A	área de la sección transversal de una columna; área de la sección transversal de una viga tubular, mm^2 (cm^2)	A_r	área de las barras de refuerzo longitudinal de una columna compuesta; área de las barras de refuerzo longitudinal colocadas en el ancho efectivo de la losa de una viga compuesta, mm^2 (cm^2)
A_1, A_2	áreas que intervienen en la determinación del valor de diseño de la carga de aplastamiento en concreto, mm^2 (cm^2)	A_s	área de la sección transversal de la sección de acero de una viga compuesta; área efectiva de una soldadura, mm^2 (cm^2)
A_a	área del alma o almas de una viga o trabe armada; área de aplastamiento, mm^2 (cm^2)	A_{sc}	área de la sección transversal del vástago de un conector de barra con cabeza, mm^2 (cm^2)
A_{at}	área de la sección transversal de un atiesador o par de atiesadores transversales en el alma de una trabe armada; área total del par de atiesadores colocados en el alma de la columna frente a uno de los patines de la viga en una conexión viga-columna, mm^2 (cm^2)	A_t	área total de la sección transversal de un miembro; área total de la sección transversal del elemento de acero estructural de una columna compuesta; área total de un apoyo de concreto, mm^2 (cm^2)
A_B	área cargada en columnas compuestas; área cargada en un apoyo de concreto reforzado, mm^2 (cm^2)	A_{tc}, A_{tt}	áreas totales sometidas a cortante y tensión, respectivamente, mm^2 (cm^2)
A_b	área nominal de la parte del vástago no roscada de un tornillo o remache, mm^2 (cm^2)	a	distancia entre sujetadores o entre soldaduras de un miembro armado; distancia entre atiesadores transversales en una viga o trabe armada; separación entre líneas de remaches, tornillos o soldaduras que conectan los montantes de columnas armadas; profundidad de la zona de concreto de una viga compuesta que trabaja en compresión; longitud de un tramo de viga con fuerza cortante constante o casi constante; tamaño de la pierna de una soldadura de filete, mm (cm)
A_c	área de concreto de una columna compuesta; área efectiva de la losa de concreto en una viga compuesta; área de la sección transversal de una columna, mm^2 (cm^2)	a'	longitud en el extremo de una cubreplaca, mm (cm)
A_{ci}	área de la sección transversal de la cuerda inferior de una armadura o larguero que trabaja en construcción compuesta, mm^2 (cm^2)	a_r	cociente del área del alma entre el área del patín comprimido de una trabe armada
A_e	área neta efectiva de la sección transversal de un miembro, mm^2 (cm^2)	B_1, B_2	factores de amplificación de momentos para diseño de piezas flexocomprimidas
A_{MB}	área de la sección transversal del metal base (para diseño de soldaduras), mm^2 (cm^2)	b	ancho total de un elemento plano comprimido; ancho de una cara de una sección tubular rectangular o cuadrada; ancho del patín de una sección I o H, mm (cm)
A_n	área neta de la sección transversal de un miembro, mm^2 (cm^2)	b_c	ancho del patín de una columna, mm (cm)
A_{nt}, A_{nc}	áreas netas sujetas a tensión y a cortante, respectivamente, a lo largo de una trayectoria de falla, mm^2 (cm^2)	b_e	ancho efectivo de elementos planos comprimidos que forman parte de secciones tipo 4; ancho efectivo de una losa de concreto que trabaja en construcción compuesta, mm (cm)
A_o	parámetro para determinar el área efectiva de una columna de sección transversal circular hueca	C	coeficiente que depende de la ley de variación del momento flexionante a lo largo del eje de una barra en flexión o en flexocompresión
A_p	área del patín comprimido de una viga o trabe armada, o de la placa de conexión, en el patín de la viga, de una unión viga-columna, mm^2 (cm^2)		

C_1	incremento de la distancia al borde en agujeros sobredimensionados o alargados, mm	F_C	factor de carga
C_1, C_2, C_3	coeficientes numéricos que se utilizan en la determinación de la resistencia de columnas compuestas	F_{EXX}	clasificación de un electrodo para soldadura al arco eléctrico, MPa (kg/cm ²)
C_a	constante de torsión por alabeo, mm ⁶ (cm ⁶)	F_e	esfuerzo crítico de pandeo elástico por torsión o flexotorsión, MPa (kg/cm ²)
C_f	fuerza de compresión en la losa de concreto de una sección compuesta correspondiente a trabajo compuesto completo, N (kg)	F_{ex}, F_{ey}, F_{ez}	esfuerzos críticos de pandeo elástico por flexión o por torsión, MPa (kg/cm ²)
C_r	resistencia en compresión, factorizada, de la parte del área de acero de una viga compuesta, que trabaja en compresión, N (kg)	F_{MB}	resistencia nominal del metal base (para diseño de soldaduras), MPa (kg/cm ²)
C_r	coeficiente que se define en la sección 3.7.5	F_{my}	esfuerzo de fluencia modificado que se emplea en el cálculo de la resistencia de columnas compuestas, MPa (kg/cm ²)
C_r'	resistencia en compresión de la parte del área de concreto de una viga compuesta que trabaja en compresión, N (kg)	F_n	esfuerzo crítico de pandeo nominal de un miembro completo, MPa (kg/cm ²)
C_v	coeficiente que interviene en el cálculo del área de atiesadores de trabes armadas	F_n	resistencia nominal, N (kg)
D	diámetro exterior de un tubo, mm (cm)	F_R	factor de reducción de la resistencia
D_a	coeficiente que interviene en el cálculo del área de atiesadores de trabes armadas	F_{RC}	factor de reducción de la resistencia del concreto
d	ancho de una placa; peralte de una sección; ancho de una cara de una sección tubular rectangular o cuadrada; distancia entre centros de montantes de una columna armada; diámetro nominal de un remache o tornillo; diámetro del rodillo o mecedora de un apoyo libre, mm (cm)	F_s	resistencia nominal del metal de un electrodo; resistencia nominal de una soldadura de filete, MPa (kg/cm ²)
d_c	peralte del alma de una sección I o H, medido entre los puntos donde comienzan las curvas o las soldaduras que la unen con los patines; peralte total de una columna, mm (cm)	F_t	esfuerzo nominal de tensión en tornillos o remaches en juntas por aplastamiento, MPa (kg/cm ²)
d_v	peralte total de una viga, mm (cm)	F_u	esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión, MPa (kg/cm ²)
E	módulo de elasticidad del acero (200000 MPa, 2040000 kg/cm ²)	F_v	resistencia nominal al cortante de tornillos en conexiones de deslizamiento crítico, MPa (kg/cm ²)
E_c	módulo de elasticidad del concreto, MPa (kg/cm ²)	F_y	valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del acero, MPa (kg/cm ²)
E_m	módulo de elasticidad modificado que se emplea en el cálculo de la resistencia de columnas compuestas, MPa (kg/cm ²)	F_{yc}	esfuerzo de fluencia del acero de una columna, MPa (kg/cm ²)
EXXXX	clasificación de un electrodo para soldadura manual con electrodo recubierto	F_{ye}	esfuerzo de fluencia esperado, MPa (kg/cm ²)
e, e'	brazos de palanca de una viga compuesta, mm (cm)	F_{yr}	esfuerzo de fluencia mínimo especificado de las barras de refuerzo longitudinal de una columna compuesta, o de las barras de refuerzo longitudinal colocadas en el ancho efectivo de la losa de una viga compuesta, MPa (kg/cm ²)
		F_{yv}	esfuerzo de fluencia del acero de una viga, MPa (kg/cm ²)
		f	esfuerzo de compresión en un elemento plano, MPa (kg/cm ²)

f_a	esfuerzo normal en una columna, producido por la fuerza axial de diseño, MPa (kg/cm ²)	J	constante de torsión de Saint Venant, mm ⁴ (cm ⁴)
f'_c	resistencia especificada del concreto en compresión, MPa (kg/cm ²)	K, K_x, K_y, K_z	factores de longitud efectiva de columnas
f''_c	esfuerzo de compresión en el concreto de una viga compuesta en flexión positiva, MPa (kg/cm ²)	KL	longitud efectiva de una columna, mm (cm)
f_c^*	resistencia nominal del concreto en compresión, MPa (kg/cm ²)	KL/r	relación de esbeltez de una columna
f_v	esfuerzo cortante en el área nominal del vástago de un tornillo o remache, producido por cargas de diseño, MPa (kg/cm ²)	$(KL/r)_e, (KL/r)_o, (KL/r)_i$	relaciones de esbeltez necesarias para determinar la resistencia de un miembro armado en compresión
G	módulo de elasticidad al esfuerzo cortante del acero (77200 MPa, 784000 kg/cm ²)	k	coeficiente que interviene en el cálculo de la resistencia al cortante de almas de vigas y traveses armadas; coeficiente de pandeo de placas
g	separación transversal centro a centro entre agujeros para tornillos o remaches (gramil), mm (cm)	k	distancia de la cara exterior del patín a la terminación de la curva o de la soldadura de unión con el alma, mm (cm)
g	aceleración de la gravedad, m/s ²	L	longitud libre de una columna entre secciones soportadas lateralmente; longitud de una conexión en la dirección de la carga; longitud libre de un miembro en tensión; distancia entre secciones de una viga soportadas lateralmente; altura de un entrepiso; longitud de una soldadura; claro de una viga, mm (cm)
H	constante que interviene en el cálculo de la resistencia al pandeo elástico por torsión o flexotorsión de una columna	L_c	longitud de una canal utilizada como conector de cortante en construcción compuesta; distancia libre, en la dirección de la fuerza, entre el borde de un agujero para un tornillo y el borde del agujero adyacente, o del material, mm (cm)
H_s	longitud de un conector soldado, mm (cm)	L_p	longitud máxima no soportada lateralmente para la que un miembro en flexión puede desarrollar el momento plástico M_p , y conservarlo durante las rotaciones necesarias para la formación del mecanismo de colapso, mm (cm)
h	peralte del alma de una viga o trabe armada (distancia libre entre patines, en secciones hechas con placas soldadas, y distancia entre los puntos donde comienzan las curvas de unión de alma y patines en secciones laminadas); distancia entre centroides de los elementos individuales que forman un miembro armado en compresión, mm (cm)	L_r	longitud no soportada lateralmente de un miembro en flexión que separa los intervalos de aplicación de las ecuaciones 3.22 y 3.23, mm (cm)
h_c	peralte del alma de una columna, medido entre los puntos donde se inician las curvas (o las soldaduras) que la unen con los patines, mm (cm)	L_u	longitud máxima no soportada lateralmente para la que un miembro en flexión puede desarrollar el momento plástico M_p ; no se exige capacidad de rotación, mm (cm)
h_r	altura nominal de las nervaduras de una lámina acanalada, mm (cm)	L_x, L_y, L_z	longitudes libres de una columna para pandeo por flexión o torsión, mm (cm)
I	índice de estabilidad de un entrepiso	l	longitud de una soldadura; longitud de aplastamiento, mm (cm)
I, I_x, I_y	momentos de inercia, mm ⁴ (cm ⁴)	L/r	relación de esbeltez de un miembro en tensión; relación de esbeltez de atiesadores colocados en puntos de traveses armadas en los que haya fuerzas concentradas
I_a	momento de inercia de la sección de acero de una viga compuesta, mm ⁴ (cm ⁴)		
I'_a	momento de inercia de una armadura, reducido por flexibilidad del alma, mm ⁴ (cm ⁴)		
I_{ef}	momento de inercia efectivo de una viga parcialmente compuesta, mm ⁴ (cm ⁴)		
I'_t	momento de inercia de una armadura compuesta, reducido por flexibilidad del alma, mm ⁴ (cm ⁴)		
I_{tr}	momento de inercia de una sección compuesta transformada no agrietada, mm ⁴ (cm ⁴)		

M	momento flexionante de diseño en el punto de aplicación de una carga concentrada (para el cálculo de conectores de cortante); momento de diseño de un montante de una columna armada, N-mm (kg-cm)		zamientos laterales apreciables de los extremos, N-mm (kg-cm)
M_1	el menor de los momentos en los extremos de un tramo no soportado lateralmente de una viga o columna flexocomprimida, N-mm (kg-cm)	M_{tp}	momento de diseño en el extremo de una columna producido por cargas que ocasionan desplazamientos laterales apreciables de los extremos, N-mm (kg-cm)
M_2	el mayor de los momentos en los extremos de un tramo no soportado lateralmente de una viga o columna flexocomprimida, N-mm (kg-cm)	M_u	momento resistente nominal de una sección de un miembro en flexión, cuando el pandeo lateral se inicia en el intervalo elástico, N-mm (kg-cm)
M_D	momento flexionante de diseño, N-mm (kg-cm)	M_{uoy}, M_{uoy}	momentos de diseño que actúan alrededor de los ejes X y Y, respectivamente, de las secciones transversales extremas de una barra flexocomprimida; momentos de diseño en la sección considerada de una barra en flexotensión, N-mm (kg-cm)
M_m	momento resistente de diseño aproximado de una sección H flexionada alrededor del eje X, N-mm (kg-cm)	,	momentos de diseño amplificados que actúan alrededor de los ejes X y Y, respectivamente, de las secciones transversales de una barra flexocomprimida o en flexotensión, N-mm (kg-cm)
$M_{máx}$	momento flexionante máximo, positivo o negativo, para el cálculo de los conectores de cortante, N-mm (kg-cm)	M_y	momento nominal correspondiente a la iniciación de la fluencia en una sección (sin considerar esfuerzos residuales), N-mm (kg-cm)
M_n	momento resistente nominal de una sección compuesta, N-mm (kg-cm)	N	número de conectores de cortante colocados entre las secciones de momento máximo y momento nulo
M_{ou}	momento máximo entre apoyos de un miembro flexocomprimido sobre el que actúan cargas transversales aplicadas en puntos intermedios, N-mm (kg-cm)	N	longitud del apoyo o grueso de la placa que aplica una carga concentrada en una viga, mm (cm)
M_p	momento plástico resistente nominal de un miembro en flexión, N-mm (kg-cm)	N_b	número de tornillos que resisten una fuerza de tensión que reduce el apriete en una conexión de deslizamiento crítico
M_{pv}	momento plástico resistente nominal de una viga, N-mm (kg-cm)	N_r	número de conectores en una nervadura en la intersección con la viga de soporte
M_{px}, M_{py}	momentos plásticos resistentes nominales de una sección para flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente, N-mm (kg-cm)	N_s	número de planos de deslizamiento en una conexión de deslizamiento crítico
M_R	resistencia de diseño en flexión, N-mm (kg-cm)	n	coeficiente en la expresión para determinar la resistencia de diseño de miembros comprimidos; número de planos paralelos en los que están colocados los montantes de columnas armadas; número de conectores de cortante necesarios entre una sección de momento máximo y otra de momento nulo; relación entre los módulos de elasticidad del acero y el concreto
M_R'	momento resistente de una trabe armada reducido por esbeltez del alma, N-mm (kg-cm)	P	fuerza de compresión en una columna, N (kg)
M_r	momento resistente de diseño de la sección de acero de una viga compuesta, N-mm (kg-cm)	P_E	carga crítica nominal de pandeo elástico, N (kg)
M_{RC}	momento resistente de diseño de una sección compuesta con la losa en compresión, N-mm (kg-cm)	P_{EX}, P_{EY}	cargas críticas nominales de pandeo elástico alrededor de los ejes X y Y, respectivamente, N (kg)
M_{RX}, M_{RY}	resistencias de diseño en flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente, de columnas flexocomprimidas de sección transversal tipo 3 ó 4, N-mm (kg-cm)		
M_{ti}	momento de diseño en el extremo de una columna producido por cargas que no ocasionan despla-		

P_p	valor nominal de la carga de aplastamiento en un apoyo de concreto, N (kg)	r_{str}	resistencia nominal de diseño al deslizamiento por tornillo, N (kg)
P_u	fuerza axial de diseño que obra en una columna comprimida axialmente o flexocomprimida; fuerza axial de diseño en una barra en flexotensión; fuerza axial de diseño en una barra en tensión, N (kg)	S	módulo de sección elástico, mm^3 (cm^3)
P_{uc}	fuerza axial de compresión de diseño en una columna, N (kg)	S_a	módulo de sección del perfil de acero de una sección compuesta, referido a su patín en tensión, mm^3 (cm^3)
P_y	fuerza axial que ocasiona la plastificación de un miembro, igual al producto del área de su sección transversal por el esfuerzo de fluencia del material, N (kg)	S_e	módulo de sección elástico efectivo de secciones cuyo patín comprimido es tipo 4, mm^3 (cm^3)
Q	factor de comportamiento sísmico	S_{ef}	módulo de sección efectivo de una viga en construcción compuesta parcial, referido al patín en tensión de la viga de acero, mm^3 (cm^3)
Q_n	resistencia nominal de un conector de cortante, N (kg)	S_{tr}	módulo de sección de una sección compuesta no agrietada transformada, referido al patín en tensión de la viga de acero, mm^3 (cm^3)
R	resistencia de diseño de remaches, tornillos y barras roscadas, N (kg)	s	separación longitudinal centro a centro entre agujeros consecutivos, para tornillos o remaches, en la dirección en que se transmiten las fuerzas (paso), mm (cm)
R	parámetro para determinar el área efectiva de una columna de sección transversal circular hueca	T	fuerza de tensión, de servicio, en un tornillo de una conexión de deslizamiento crítico, N (kg)
R	radio de una barra o placa doblada en la que se deposita soldadura, mm (cm)	T_b	fuerza de pretensión en un tornillo de alta resistencia, N (kg)
R_c	resistencia de diseño de un elemento estructural en compresión axial, N (kg)	T_r	resistencia en tensión, factorizada, de la parte del área de acero de una viga compuesta que trabaja en tensión, N (kg)
R_f	factor de reducción de la resistencia de un conector de cortante	T_u	fuerza de tensión que reduce el apriete en una conexión de deslizamiento crítico, N (kg)
R_N	resistencia nominal en flexión de un patín con carga lineal; resistencia nominal del alma de una sección I o H, N (kg)	t	grueso de un elemento plano; grueso de la pared de una sección circular hueca; grueso del alma de una viga o trabe armada; grueso total del alma en una junta viga-columna; grueso de una losa de concreto que trabaja en construcción compuesta; grueso de una placa de relleno; grueso de la parte conectada crítica en una junta atornillada, mm (cm)
R_n	resistencia nominal por aplastamiento, N (kg)	t_a	grueso del alma de una viga o trabe armada; grueso del alma de una canal utilizada como conector de cortante, mm (cm)
R_{nc}	resistencia nominal en compresión de una columna compuesta, N (kg)	t_c	grueso del alma de una columna, mm (cm)
R_t	resistencia de diseño de un elemento estructural en tensión, N (kg)	t_p	grueso del patín de una canal utilizada como conector de cortante; grueso del patín de una sección I o H, mm (cm)
R_V	resistencia nominal en cortante del alma de una sección sujeta a fuerzas cortantes, o a fuerzas axiales y cortantes, N (kg)	t_{pc}	grueso del patín de una columna, mm (cm)
R_y	factor de modificación del esfuerzo nominal de fluencia	U	coeficiente de reducción del área; se utiliza para calcular el área neta efectiva
r, r_x, r_y	radios de giro, mm (cm)		
r_i	radio de giro mínimo de un elemento individual de un miembro armado en compresión, mm (cm)		
r_o	radio polar de giro, mm (cm)		

V	fuerza cortante de diseño de los montantes de una columna armada, N (kg)	δ_o	deflexión máxima entre apoyos en un miembro flexocomprimido cuyos extremos no se desplazan linealmente, sobre el que actúan cargas transversales, mm (cm)
V_D	fuerza cortante de diseño, N (kg)	ϵ_f	deformación unitaria del concreto producida por la contracción libre
V_N	resistencia nominal al cortante, N (kg)	ζ	cociente del diámetro de un conector de cortante entre el grueso del material al que se suelda
V_R	resistencia de diseño al cortante, N (kg)	θ	ángulo entre la línea de acción de una fuerza y el eje longitudinal de una soldadura de filete, grados
V_u	fuerza que se introduce en una columna compuesta, N (kg)	λ	parámetro de esbeltez de una columna; parámetro que se usa para determinar el ancho efectivo de elementos planos comprimidos de paredes delgadas
V_u'	fuerza que debe transmitirse por medio de conectores de cortante en una columna compuesta, N (kg)	λ_e	parámetro de esbeltez de una columna que falla por torsión o flexotorsión
w_r	ancho medio de las nervaduras de una lámina acanalada, mm (cm)	μ	coeficiente de deslizamiento medio
X_r, X_u	coeficientes que se utilizan para determinar las longitudes L_u y L_r de vigas en flexión excéntrica de una conexión, mm (cm)	ρ	parámetro que se usa para determinar el ancho efectivo de elementos planos comprimidos de paredes delgadas
x_o, y_o	coordenadas del centro de torsión de una sección respecto a sus ejes centroidales y principales, mm (cm)	ΣH	fuerza cortante de diseño en un entrepiso (suma de todas las fuerzas horizontales de diseño que obran encima de él), N (kg)
Y	cociente del esfuerzo de fluencia del acero del alma de una trabe armada entre el esfuerzo de fluencia del acero de los atiesadores	ΣM_{pc}^*	suma de momentos en las columnas que concurren en un nudo, N-mm (kg-cm)
y	distancia del centroide del área efectiva de la losa de concreto al eje neutro elástico de una sección compuesta, mm (cm)	ΣM_{py}^*	suma de momentos en las vigas que concurren en un nudo, N-mm (kg-cm)
Z	módulo de sección plástico, mm^3 (cm^3)	ΣP_u	fuerza vertical de diseño en el entrepiso en consideración; incluye cargas muertas y vivas (suma de fuerzas axiales de diseño en todas las columnas del entrepiso), N (kg)
Z_c	módulo de sección plástico de una columna, mm^3 (cm^3)	ΣQ_n	suma de las resistencias nominales de los conectores de cortante colocados entre las secciones de momento máximo y momento nulo, N (kg)
Z_v	módulo de sección plástico de una viga, mm^3 (cm^3)	τ	cociente del diámetro del conector de cortante entre el grueso del material al que se suelda
Z_x, Z_y	módulos de sección plástico para flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente, mm^3 (cm^3)	Ψ	factor que interviene en el cálculo de C de miembros flexocomprimidos en los que obran cargas transversales intermedias
α	parámetro que interviene en la determinación de la resistencia de un miembro armado en compresión		
β	factor de reducción de la longitud de una soldadura de filete		
Δ, Δ_{OH}	desplazamiento horizontal relativo de primer orden de los niveles que limitan un entrepiso, mm (cm)		
δ	deflexión de un punto del eje de una columna deformada, medida respecto a la recta que une sus extremos, mm (cm)		

ANEXO 7 - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA

NOTACIÓN

A	área total de la sección, mm ² (cm ²)	E0.50	módulo de elasticidad promedio, MPa (kg/cm ²)
A1	área efectiva de la sección transversal de las chapas en la dirección considerada, mm ² (cm ²)	eb	excentricidad por encorvadura, mm (cm)
Aa	área de la superficie de apoyo por aplastamiento, mm ² (cm ²)	er	longitud del recorte medido paralelamente a la viga desde el paño interior del apoyo más cercano hasta el extremo más alejado del recorte (sección 3.2.4.3), mm (cm)
Al	superficie de apoyo de la pija igual a Dlp, mm ² (cm ²)	FR	factor de resistencia
Am	área bruta del elemento principal, mm ² (cm ²)	fcu	valor modificado de esfuerzo en compresión paralela a la fibra, MPa (kg/cm ²)
An	área neta del elemento igual a Am menos el área proyectada del material eliminado para conectores o cualquier otro tipo de corte, mm ² (cm ²)	fcu'	valor especificado de esfuerzo en compresión paralelo a la fibra, MPa (kg/cm ²)
As	suma de las áreas brutas de las piezas laterales, mm ² (cm ²)	ffu	valor modificado de esfuerzo en flexión, MPa (kg/cm ²)
b	ancho de la sección transversal, mm (cm)	ffu'	valor especificado de esfuerzo en flexión, MPa (kg/cm ²)
C	factor para obtener los valores efectivos de propiedades geométricas de madera contrachapada (tabla A.1)	fnu	valor modificado de esfuerzo en compresión perpendicular a la fibra, MPa (kg/cm ²)
CH	contenido de humedad (sección 1.5)	fnu'	valor especificado de esfuerzo en compresión perpendicular a la fibra, MPa (kg/cm ²)
Ck	factor de esbeltez crítico (sección 3.2.3.2)	fru	valor modificado de esfuerzo cortante en el plano de las chapas, MPa (kg/cm ²)
Cm	factor de corrección por condición de apoyo para la determinación del momento amplificado (sección 3.3.5)	fru'	valor especificado de esfuerzo cortante en el plano de las chapas, MPa (kg/cm ²)
Cs	factor de esbeltez (sección 3.2.3.2)	ftu	valor modificado de esfuerzo en tensión paralela a la fibra, MPa (kg/cm ²)
D	diámetro del conector, mm (cm)	ftu'	valor especificado de esfuerzo en tensión paralelo a la fibra, MPa (kg/cm ²)
Do	diámetro o lado de la rondana (tabla 6.3), mm (cm)	fvgu	valor modificado de esfuerzo cortante a través del grosor, MPa (kg/cm ²)
d	peralte de la sección, mm (cm)	fvgu'	valor especificado de esfuerzo cortante a través del grosor, MPa (kg/cm ²)
de	peralte efectivo para determinación de la resistencia a cortante de un miembro con conectores (sección 6.1.2), mm (cm)	fvu	valor modificado de esfuerzo cortante paralelo a la fibra, MPa (kg/cm ²)
dr	profundidad del recorte (sección 3.2.4.3), mm (cm)	fvu'	valor especificado de esfuerzo cortante paralelo a la fibra, MPa (kg/cm ²)
E0.05	módulo de elasticidad correspondiente al 5° percentil, MPa (kg/cm ²)	G0.50	módulo de rigidez promedio, MPa (kg/cm ²)
		I	momento de inercia de la sección, mm ⁴ (cm ⁴)

ANEXO 7- DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA

I1	momento de inercia efectivo en la dirección considerada, mm ⁴ (cm ⁴)	Le	longitud efectiva de pandeo, mm (cm)
Ja	factor de modificación para clavos lanceros	Lu	longitud sin soporte lateral para columnas y vigas, mm (cm)
Jd	factor de modificación por duración de carga para uniones	l	longitud del clavo, mm (cm)
Jdi	factor de modificación para clavos para diafragmas	lp	longitud efectiva de penetración de la parte rosca de la pija en el miembro que recibe la punta, mm (cm)
Jdp	factor de modificación por doblado de la punta en clavos	M1, M2	momentos actuantes en los extremos de columnas, N-mm (kg-cm)
Jg	factor de modificación por grupo de conectores para pernos y pijas	Mc	momento amplificado que corresponde a la carga axial actuando conjuntamente con Mo, N-mm (kg-cm)
Jgc	factor de modificación por grosor de piezas laterales en clavos	Mo	máximo momento sin amplificar que actúa sobre el miembro, N-mm (kg-cm)
Jgp	factor de modificación por grosor de piezas laterales en pijas	MP	resistencia a flexión de diseño por cargas perpendiculares al plano de una placa de madera contrachapada, N-mm (kg-cm)
Jh	factor de modificación por contenido de humedad para uniones	MQ	resistencia de diseño de una placa de madera contrachapada sujeta a flexión por cargas en su plano, N-mm (kg-cm)
Jm	factor de modificación por momento en los apoyos de las armaduras	MR	resistencia de diseño de miembros sujetos a flexión, N-mm (kg-cm)
Jn	factor de modificación por carga perpendicular a la fibra en pijas	Mu	momento último actuante de diseño en miembros sujetos a cargas transversales, N-mm (kg-cm)
Jp	factor de modificación para clavos hincados paralelamente a la fibra	MxR	resistencia de diseño a momento respecto al eje X, N-mm (kg-cm)
Ka	factor de modificación por tamaño de la superficie de apoyo	Mxu	momento último actuante de diseño respecto al eje X, N-mm (kg-cm)
Kc	factor de modificación por compartición de carga para sistemas de piso	Mxua	momento amplificado respecto al eje X, N-mm (kg-cm)
Kcl	factor de modificación por clasificación para madera maciza de coníferas	MyR	resistencia de diseño a momento respecto al eje Y, N-mm (kg-cm)
Kd	factor de modificación por duración de carga para dimensionamiento de secciones	Myu	momento último actuante de diseño respecto al eje Y, N-mm (kg-cm)
Kh	factor de modificación por contenido de humedad para dimensionamiento de secciones	Myua	momento amplificado respecto al eje Y, N-mm (kg-cm)
Kp	factor de modificación por peralte	NR	resistencia de diseño de miembros sujetos a compresión perpendicular a la fibra o normal al plano de placas contrachapadas, N (kg)
Kr	factor de modificación por recorte	Nru	resistencia lateral de diseño de una unión, N (kg)
Kv	factor de modificación por condición de apoyo o compartición de carga en cortante	NRq	resistencia a compresión de diseño sobre un plano con un ángulo q respecto a las fibras, N (kg)
k	factor para determinar la longitud efectiva de columnas (sección 3.3.3.2)		
L	longitud del claro, mm (cm)		

Nu resistencia lateral modificada por elemento de unión, N (kg)	te grosor efectivo de la placa de madera contrachapada, mm (cm)
Nu' resistencia lateral especificada por elemento de unión, N (kg)	to grosor de la rondana, mm (cm)
n número de elementos de unión	VR resistencia a cortante de diseño, N (kg)
np número de planos de cortante	VR1 resistencia a cortante de diseño en el plano de las chapas para madera contrachapada sujeta a flexión, N (kg)
Pcr carga crítica de pandeo (sección 3.3.5), N (kg)	VR2 resistencia a cortante de diseño a través del grosor en placas de madera contrachapada, N (kg)
Ppu resistencia lateral modificada por elemento de unión para cargas paralelas a la fibra, N (kg)	Ye resistencia en extracción modificada para pijas, MPa (kg/cm ²)
Ppu' resistencia especificada por elemento de unión para cargas paralelas a la fibra, N (kg)	Ye' resistencia en extracción especificada para pijas, MPa (kg/cm ²)
PR resistencia a compresión de diseño de un elemento, N (kg)	Yu resistencia lateral modificada para cargas paralelas a la fibra en pijas, MPa (kg/cm ²)
Pre resistencia a la extracción de diseño de un grupo de pijas hincadas perpendicularmente a la fibra (sección 6.3.5.1), N (kg)	Yu' resistencia lateral especificada para cargas paralelas a la fibra en pijas, MPa (kg/cm ²)
Pru resistencia lateral de diseño de una unión para cargas paralelas a la fibra, N (kg)	γ densidad relativa igual a peso anhidro / volumen verde
Pu carga axial última de diseño que actúa sobre un elemento, N (kg)	δ factor de amplificación de momentos en elementos a flexocompresión
Q factor de comportamiento sísmico	θ ángulo formado entre la dirección de la carga y la dirección de la fibra
Qpu resistencia modificada por elemento de unión para cargas perpendiculares a la fibra, N (kg)	Φ factor de estabilidad lateral en vigas (sección 3.2.3)
Qpu' resistencia especificada por elemento de unión para cargas perpendiculares a la fibra, N (kg)	
Qru resistencia lateral de diseño para cargas perpendiculares a la fibra, N (kg)	
r radio de giro mínimo de la sección, mm (cm)	
S módulo de sección, mm ³ (cm ³)	
S1 módulo de sección efectivo en la dirección considerada, mm ³ (cm ³)	
TR resistencia de diseño a tensión de un miembro, N (kg)	
Tu carga de tensión última actuando sobre el elemento, N (kg)	
t grosor neto de la placa de madera contrachapada, mm (cm)	
t1 grosor de la pieza lateral del lado de la cabeza del elemento de unión, mm (cm)	

PROPIEDADES EFECTIVAS DE LA SECCIÓN PARA UNA SERIE DE COMBINACIONES ADECUADAS DE CHAPAS PARA PLACAS DE MADERA CONTRACHAPADA

A.1 Aplicación.

En este anexo se presentan las propiedades efectivas de la sección que pueden ser utilizadas en el diseño estructural con placas de madera contrachapada.

Las placas de madera contrachapada pueden ser fabricadas con un número de combinaciones diferentes de chapas, para cada uno de los diversos grosores nominales de las placas. Se entiende por grosor nominal, la designación comercial del grosor de las placas o de las chapas. El grosor real de las placas puede variar ligeramente, dependiendo de la tolerancia en manufactura y la combinación de chapas empleada.

Para determinar las propiedades de las diferentes

secciones incluidas en este anexo se consideraron chapas con grosores nominales comerciales disponibles en México actualmente. Se incluyen únicamente las cuatro combinaciones que se estima son más convenientes para el uso estructural, de los seis grosores nominales comerciales más comúnmente producidos en el país.

Las propiedades de la sección dadas en la Tabla A.2 son para diseños realizados de acuerdo con las especificaciones del Capítulo 16 y para placas de madera contrachapada de una calidad y comportamiento estructural que cumplan con los requisitos de la Sección 1604.1.

A.2 Propiedades de la sección.

Las propiedades de la sección, grosores de chapas, incluidas en la Tabla A.2 para flexión, tensión, compresión y cortante en el plano de las chapas se calculan considerando únicamente las chapas con la fibra paralela a la dirección del esfuerzo. Para tomar en cuenta la contribución de las chapas con la dirección de la fibra perpendicular al esfuerzo, se multiplican los valores de las propiedades así obtenidos por las constantes C de la Tabla A.1. Para los cálculos de resistencia a cortante a través del grosor debe utilizarse el área total de la sección transversal de la placa de madera contrachapada.

El cálculo de las propiedades de la Sección 1604 se realiza utilizando el siguiente procedimiento:

La suma de los grosores nominales de las chapas para una combinación particular se disminuye en 0.8 mm en forma simétrica, para tener en cuenta las tolerancias en grosor comunes en procesos de fabricación con control de calidad adecuado. Al valor del grosor disminuido se le nombra grosor neto. Para las placas con la fibra en las chapas exteriores paralelas al esfuerzo se considera que las chapas con menor grosor son las exteriores. Para las placas con la fibra en las chapas exteriores perpendicular al esfuerzo, se toman como grosores disminuidos, los de las chapas transversales contiguas a las exteriores. En ambos casos el cálculo resulta en la condición más conservadora.

TABLA A.1 VALORES DE C PARA OBTENER LAS PROPIEDADES EFECTIVAS DE LAS PLACAS DE MADERA CONTRACHAPADA

Número de chapas	Orientación	Módulo de sección	Momento de inercia
3 chapas	90°	2.0	1.5
4 chapas y más	90°	1.2	1.2
Todas las chapas	0°	1.0	1.0

Los grosores de las chapas consideradas se mantienen dentro de los siguientes límites:

TABLA A.2 LÍMITES EN GROSORES DE CHAPAS

1) Grosor mínimo de chapa	2.5 mm (excepto como se indica en 4, 5 y 6)
2) Grosor máximo de chapas exteriores	3.2 mm (excepto como se indica en 7)
3) Grosor máximo de chapas interiores	6.4 mm
4) Chapas transversales que pueden usarse en placas con 5 chapas de 12 mm de grosor	2.1 mm
5) Cualquier chapa que se desee en placas con 5 chapas con grosor menor que 12 mm	1.6 mm
6) Chapas centrales en placas de 5 chapas	1.6 mm
7) Las placas de 5 chapas con 19mm de grosor nominal deberán tener todas las chapas del mismo grosor	4.0 mm

ANEXO 8 - ESPECIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA EL CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE CARBONO RECOMENDABLES

La Tabla B.1 *Especificaciones bioclimáticas para el consumo energético y emisiones de carbono recomendables*, incluye los diferentes climas existentes dentro de la geografía de México. El propósito de dicha tabla es proporcionar información para edificaciones de vivienda sobre orientación, agrupamiento, espacios exteriores con vegetación, así como los consumos máximos de energía recomendados para los diferentes tipos de construcción de vivienda.

Adoptando las recomendaciones mostradas en la tabla, se puede optimizar el uso de la energía a partir del uso eficiente de electricidad y/o gas LP. Así mismo, esta tabla refiere la cantidad de emisiones de carbono equivalente emitidas a la atmósfera que se

consideran como máximas para poder mantener los niveles de sustentabilidad recomendados en el país.

Los factores de emisiones reportados en esta tabla corresponden a los calculados por el WRI y WBCSD avalado anualmente por SEMARNAT. Para el presente documento se utilizaron los datos avalados en el año 2016.

La Figura B.1 *Regiones Bioclimáticas* presenta el mapa nacional de regiones bioclimáticas, las cuales pueden ser consultadas para la localidad en el Sistema de Información Geográfica (SIG) del Registro Único de la Vivienda (RUV) o en las herramientas del programa SISEVIVE-ECOCASA.

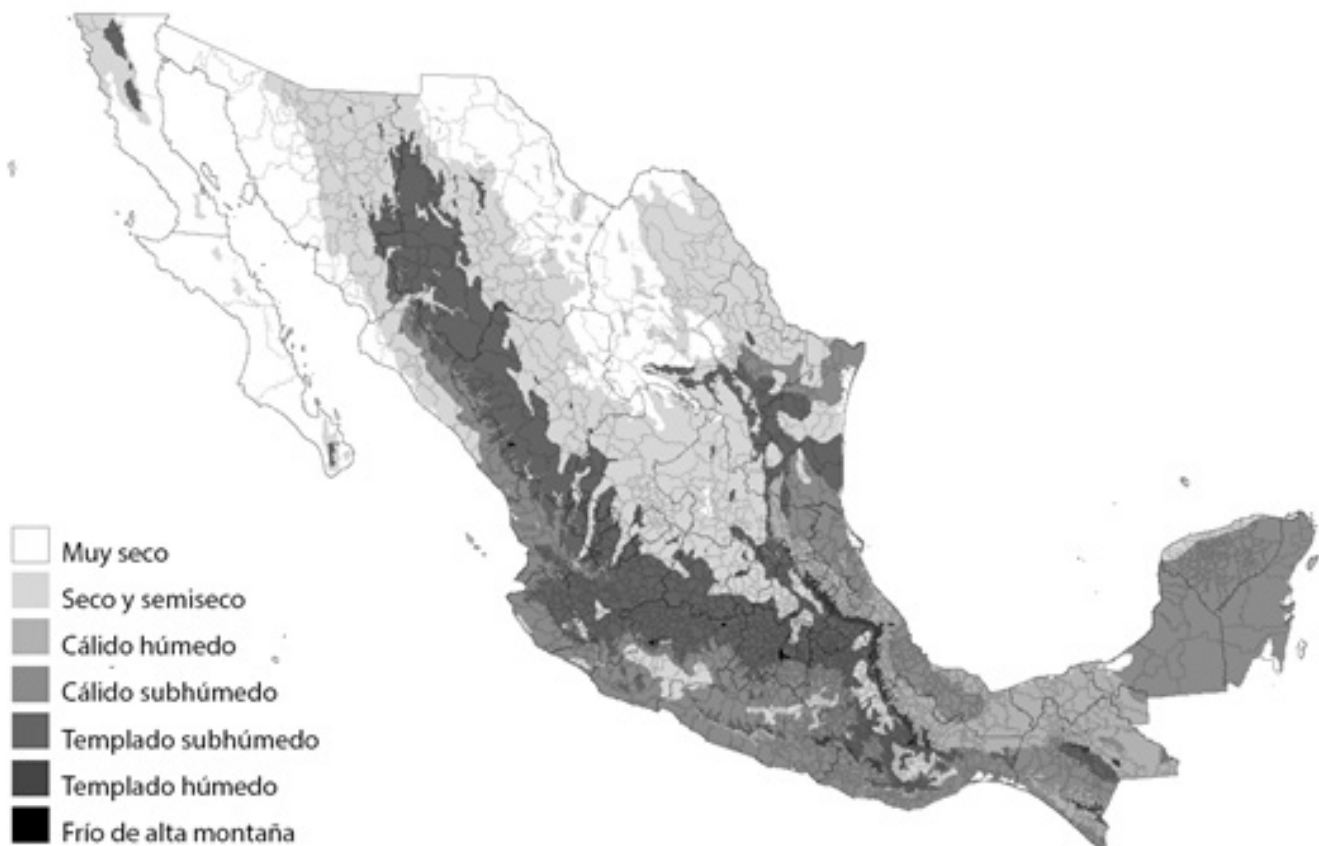


Figura B.1 Regiones Bioclimáticas

TABLA B.1 ESPECIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA EL CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE CARBONO RECOMENDABLES

ESPECIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS	AGRUPAMIENTO	ORIENTACIÓN DE LOS EDIFICIOS	ESPACIOS EXTERIORES	VEGETACIÓN	Umbral Máximo de Consumo Energético (CE) en kWh/m ² a		Emisiones de CO ₂ eq por Consumo máximo de electricidad (Ton CO ₂ eq/m ² a)					Emisiones CO ₂ eq por consumo máximo de gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)		
					Tipo	KWh/m ² a	Consumo energético en línea base que se emplea en electricidad (kWh/m ² a)	Consumo energético en línea base que se emplea en electricidad (MWh/m ² a)	Factor de Emisión para electricidad (Ton CO ₂ eq/MWh)	Emisión para electricidad (Ton CO ₂ eq/m ² a)	Consumo energético en línea base que se emplea en gas LP (kWh/m ² a)	Factor de Emisión para gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)	Emisión para gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)	
MUY SECO	Plazas y plazoletas: densamente arboladas con vegetación caducifolia -Vegetación perenne como control de vientos fríos -Andadores: mínimas dimensiones, mínimo pavimento sombreado en verano, soleados en invierno -Acabados de piso: permeables	Una crujía SE -Doble crujía N-S, con dispositivos de control solar en ambas fachadas	Plazas y plazoletas: densamente arboladas con vegetación caducifolia -Vegetación perenne como control de vientos fríos -Andadores: mínimas dimensiones, mínimo pavimento sombreado en verano, soleados en invierno -Acabados de piso: permeables	Árboles de hoja caduca, en plazas y andadores. De hoja perenne en estacionamientos -Distancia entre árboles que den sombra continua -Arbustos: barreras de viento frío en plazas y andadores -Cubresuelos con mínimo requerimiento de agua	Aislada	1396.0	1326.2	1.33	0.458	0.607	54.9	0.0002273	0.01248	
						482.0	453.1	0.45	0.458	0.208	22.7	0.0002273	0.00516	
						637.6	605.7	0.61	0.458	0.277	25.1	0.0002273	0.00571	
CÁLIDO SUBHÚMEDO	Tipo tablero de ajedrez -Espaciamiento entre viviendas mínimo 1 altura de las viviendas -En sentido de los vientos dominantes 3 veces la altura de la vivienda	De una y doble crujía al sureste	Plazas y plazoletas sombreadas -Andadores angostos y sombreados -Acabados de piso permeables	Árboles de hoja perenne para plazas, plazoletas, andadores y estacionamientos -Arbustos como canalizadores de viento en plazas y plazoletas -Cubresuelos, especies con menor requerimiento de agua	Aislada	1345.0	1277.8	1.28	0.458	0.585	52.9	0.0002273	0.01203	
						554.0	520.8	0.52	0.458	0.239	26.1	0.0002273	0.00593	
						753.3	723.2	0.72	0.458	0.331	23.7	0.0002273	0.00539	

continúa

ESPECIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS	AGRUPAMIENTO	ORIENTACIÓN DE LOS EDIFICIOS	ESPACIOS EXTERIORES	VEGETACIÓN	Umbral Máximo de Consumo Energético (CE) en kWh/m ² a		Emisiones de CO ₂ eq por Consumo máximo de electricidad (Ton CO ₂ eq/m ² a)				Emisiones CO ₂ eq por consumo máximo de gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)			
					Tipo	KWh/m ² a	Consumo energético en línea base que se emplea en electricidad (kWh/m ² a)	Consumo energético en línea base que se emplea en electricidad (MWh/m ² a)	Factor de Emisión para electricidad (Ton CO ₂ eq/MWh)	Emisión para electricidad (Ton CO ₂ eq/m ² a)	Consumo energético en línea base que se emplea en gas LP (kWh/m ² a)	Factor de Emisión para gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)	Emisión para gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)	
CÁLIDO HÚMEDO	Tipo: tablero de aljez -Espaciamiento entre edificios mínima: una vez la altura de los edificios -En el sentido de los vientos dominantes tres veces la altura	Una crujía: aleje de los vientos dominantes -Doble crujía: N-S no recomendable	Plazas y plazoletas: densamente arboladas con vegetación perenne -Andadores: Mínimas dimensiones, mínimo pavimento; sombreados todo el año -Acabados de piso: permeables, que dejen pasar el agua al subsuelo	Árboles: de hoja perenne en plazas, andadores y estacionamientos. Distancia entre árboles que den sombra continua. Como barreras de nortes -Arbustos: como conductores de vientos -Cubresuelos: bajos en la dirección de los vientos	Aislada	1577.1	1498.2	1.50	0.458	0.686	62.0	0.0002273	0.01409	
						Adosada	679.0	645.1	0.65	0.458	0.295	26.7	0.0002273	0.00607
						Vertical	836.9	803.4	0.80	0.458	0.368	26.3	0.0002273	0.00598
TEMPLADO HÚMEDO	Que deje circular el viento dominante -Tipo tablero de aljez -Espaciamiento entre viviendas en el sentido de los vientos dominantes, tres veces la altura de las viviendas -Mínima, una vez la altura, perpendicular a los vientos	Una crujía al sureste -Doble crujía norte-sur, no se recomienda	Plazas y plazoletas amplias, sombreadas en verano, soleadas en invierno, abiertas a los vientos dominantes, como barreras vegetales al suroeste, oeste y noroeste -Andadores cubiertos, sombreados en invierno -Acabados de piso, antiterrorrantes, buena pendiente	Árboles en plazas y plazoletas como protección solar y canalizadores de vientos, hoja caduca al noreste y sur, perennes al noroeste-suroeste y protección de estacionamiento. Arbustos en plazas y plazoletas, como canalizadores de viento -Cubresuelos, no hay requerimientos particulares	Aislada	748.4	666.1	0.67	0.458	0.305	64.7	0.0002273	0.01471	
						Adosada	700.0	623.0	0.62	0.458	0.285	60.5	0.0002273	0.01375
						Vertical	319.1	280.8	0.28	0.458	0.129	30.1	0.0002273	0.00684

continúa

ESPECIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS	AGRUPAMIENTO	ORIENTACIÓN DE LOS EDIFICIOS	ESPACIOS EXTERIORES	VEGETACIÓN	Umbral Máximo de Consumo Energético (CE) en kWh/m ² a		Emisiones de CO ₂ eq por Consumo máximo de electricidad (Ton CO ₂ eq/m ² a)				Emisiones CO ₂ eq por consumo máximo de gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)			
					Tipo	KWh/m ² a	Consumo energético en línea base que se emplea en electricidad (kWh/m ² a)	Consumo energético en línea base que se emplea en electricidad (MWh/m ² a)	Factor de Emisión para electricidad (Ton CO ₂ eq/MWh)	Emisión para electricidad (Ton CO ₂ eq/m ² a)	Consumo energético en línea base que se emplea en gas LP (kWh/m ² a)	Factor de Emisión para gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)	Emisión para gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)	
TEMPERADO SUBTUMEDO	Evitar sombreado entre viviendas en orientación norte-sur -Ubicar viviendas altas al norte y de menor altura al sur -Viviendas alineadas con los vientos -Espaciamiento entre viviendas, óptimo 1.7 veces la altura de la vivienda -Mínima una vez la altura de la vivienda	Una crujía sursur-este -Doble crujía noreste-suroeste, con dispositivos de control solar	Plazas, plazoletas y andadores, sombreados en verano -Acabados de piso, porosos que absorban y retengan la humedad	Árboles de hoja caduca en plazas, plazoletas y andadores -De hoja perenne para estacionamientos -Arbustos de hoja perenne, como barreras de vientos fríos en plazas, plazoletas y andadores -Cubresuelo de mínimo requerimiento de agua en plazas y plazoletas	Aislada	251.3	173.4	0.17	0.458	0.079	61.3	0.0002273	0.01394	
						Adosada	306.0	208.1	0.21	0.458	0.095	77.0	0.0002273	0.01751
						Vertical	137.8	102.0	0.10	0.458	0.047	28.2	0.0002273	0.00641
SECO Y SEMI SECO	Evitar sombreado entre viviendas en orientación norte-sur -Ubicar viviendas más altas al norte del conjunto y más bajas al sur -Viviendas alineadas -Espaciamiento entre viviendas 1.7 veces la altura	Una crujía sursur-este -Doble crujía noreste-suroeste, no se recomienda	Plazas y plazoletas despejadas en invierno, sombreadas en verano -Andadores amplios, despejados en invierno, sombreados en verano -Estacionamientos sombreados en verano -Acabados de piso permeables	Árboles de hoja caduca en plazas, plazoletas y andadores -De hoja perenne como barreras de vientos fríos y nortes en estacionamiento -Arbustos de hoja perenne como barrera de vientos fríos -Cubresuelos con menor requerimiento de agua	Aislada	454.3	372.5	0.37	0.458	0.171	64.3	0.0002273	0.01462	
						Adosada	470.0	385.4	0.39	0.458	0.177	66.5	0.0002273	0.01512
						Vertical	214.0	175.5	0.18	0.458	0.080	30.3	0.0002273	0.00689

continúa

ESPECIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS	AGRUPAMIENTO	ORIENTACIÓN DE LOS EDIFICIOS	ESPACIOS EXTERIORES	VEGETACIÓN	Umbral Máximo de Consumo Energético (CE) en kWh/m ² a		Emisiones de CO ₂ eq por Consumo máximo de electricidad (Ton CO ₂ eq/m ² a)				Emisiones CO ₂ eq por consumo máximo de gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)			
					Tipo	KWh/m ² a	Consumo energético en línea en base que se emplea en electricidad (kWh/m ² a)	Consumo energético en línea en base que se emplea en electricidad (MWh/m ² a)	Factor de Emisión para electricidad (Ton CO ₂ eq/MWh)	Emisión para electricidad (Ton CO ₂ eq/m ² a)	Consumo energético en línea en base que se emplea en gas LP (kWh/m ² a)	Factor de Emisión para gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)	Emisión para gas LP (Ton CO ₂ eq/m ² a)	
	Viviendas más altas al norte del conjunto, las más bajas al sur -Agrupadas entre sí para evitar pérdidas de calor y protegerse de vientos fríos -Espaciamiento entre las viviendas: Óptima en sentido nortesur, 1.7 veces la altura de la vivienda -Mínima, una vez la altura	Una crujía sursureste -Doble crujía este y oeste, no recomendable	Plazas y plazuelas: Espacios cerrados por las viviendas y barreras vegetales contra vientos -Andadores: Protegidos con aleros o pasillos cubiertos -Acabados de pisos: Pesados	Árboles de hoja caduca: Para plazas y andadores -De hoja perenne: Para estacionamientos y como barreras de vientos -Arbustos en plazas y plazuelas, como barreras de vientos -Cubresuelos: no hay requerimientos particulares	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1
					N/1	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1	N/1

ANEXO 9 - GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Con la intención de evitar que los desechos de construcción sean enviados a rellenos sanitarios o sean incinerados. Se debe gestionar de manera adecuada los materiales reciclables recuperados en el proceso de construcción, para que sean enviados a los lugares apropiados para su disposición.

Los cálculos necesarios pueden ser hechos con base en el peso de los residuos, la construcción tiene el objetivo de reciclar el 50% del porcentaje de los residuos de construcción. Con la intención de alcanzar un nivel óptimo de Gestión de Residuos.

Las estrategias a considerar en el manejo son:

1. Gestión/recuperación de residuos no peligrosos.
2. Reciclaje de residuos no peligrosos.

Con el propósito de minimizar los procedimientos convencionales para estos residuos, es decir, enviarlos al relleno sanitario o incinerarlos. Se deben considerar los procedimientos y métodos adecuados para cada material tanto como sea posible y siguiendo las indicaciones que se presentan a continuación:

- La recolección y almacenamiento de los materiales debe realizarse de manera limpia y ordenada.
- Designar un área delimitada para el almacenamiento y separación de los materiales.
- Programación del uso de contenedores, ya que no todos son utilizados al mismo tiempo.
- Solicitar que los coordinadores de recolección y reciclaje retiren todos los residuos al término de la construcción.
- Asegurar que los residuos peligrosos sean gestionados por empresas especializadas.
- Asegurar que los residuos a reciclar no estén contaminados por otro tipo de residuos.
- Etiquetar los contenedores de reciclaje de manera clara.

Los materiales que deberán ser considerados para ser reusados y/o reciclados, durante el proceso de construcción y demolición son:

- Cartón y papel.
- Trozos limpios de madera.
- Contenedores de bebidas.
- Concreto.
- Blocks de construcción.
- Madera.
- Plásticos (PVC, PET, bolsas de plástico, envolturas de plástico).
- Residuos generados por limpiar el terreno, no deberán ser contados, pero es un material que es importante reusar o reciclar.

Los procedimientos válidos para la gestión de residuos incluyen:

- Materiales Recuperados para Venta: Para materiales que serán vendidos a individuos y organizaciones, incluir lista de sus nombres, direcciones y números.
- Materiales Recuperados para Donación: Para materiales que serán donados a individuos y organizaciones, incluir una carta firmada indicando quien está recibiendo el material.
- Materiales Reciclados: Deben ser demostrados por reportes de la recicladora. Los reportes deben incluir tipo de material recolectado, peso total, porcentaje reciclado o reusado, porcentaje enviado a rellenos sanitarios y al receptor del material.
- Materiales Desechados: Indicar como y donde se van a desechar los materiales. Incluir nombre, dirección y teléfono de cada uno de los depósitos sanitarios y plantas incineradoras.

La siguiente tabla muestra una plantilla para realizar el cálculo de la Gestión de los Desechos de Construcción y determinar el porcentaje.

Descripción del desecho	Porcentaje enviado a relleno sanitario	Porcentaje reusado, reciclado, etc.	Documento de confirmación de la empresa (si / no)	Peso total	Transportista o ubicación actual
Porcentaje Total de los desechos de construcción					
Porcentaje Total de desechos enviados a relleno sanitario					
Porcentaje Total de desechos reciclado, reusados, etc. (%)					

La siguiente Bitácora de Manejo de Residuos, muestra los desechos esperados y los procedimientos para su manejo.

Material	Elementos de la Construcción	Método de Desecho	Procedimiento de Manejo
Residuos Generados por Limpiar el Terreno	Tierra	Enviar la tierra y sedimentos de la excavación a un sitio apropiado donde será usado en la construcción de pendientes de terreno.	Todos los camiones que acarrear la tierra fuera del sitio serán cubiertos con plástico para evitar erosión del viento y minimizar las partículas suspendidas en el aire y contaminantes fuera del sitio.
Madera	Plataformas de madera, tablas de madera, madera contrachapada	Mantener separados para el re-uso en el sitio de la construcción o mandarlo al reciclaje para que sea demolido y crear aserrín para ser usado con otros propósitos.	Mantener áreas designadas en el sitio. Colocar el desecho combinado en su contenedor y mandarlo a reciclaje.
Concreto	Concreto de demolición, blocks de construcción	Mantener separados para el reúso en el sitio de la construcción. Todo el concreto de la demolición será transportado y triturado para ser usado como aditivo para pavimentación.	El concreto será colocado en áreas designadas en el sitio y después demolido para su reúso.
Desechos Orgánicos	Producidos en el sitio	Mantener en área designada.	Mantener en área designada, una vez a la semana enviarlos a su disposición final.
Cartón y papel	Cartón y papel de materiales y empaques de equipos	Mantener combinados en contenedores designados, cuando éstos se llenen, enviarlos a su reciclaje.	Mantener en áreas designadas en el sitio. Colocar en contenedor de desechos combinados y enviarlos a reciclar.
Plástico PET	Botellas PET	Mantener combinados en contenedores designados, cuando éstos se llenen, enviarlos a su reciclaje.	Mantener en áreas designada en el sitio. Colocar en el contenedor de desechos combinados y enviarlos a reciclar.
Plástico PVC	Pedacería de tubería-PVC	Mantener combinados en contenedores designados, cuando éstos se llenen enviarlos a su reciclaje.	Mantener en áreas designada en el sitio. Colocar en el contenedor de desechos combinados y enviarlos a reciclar.
Otros plásticos	Bolsas de plástico y envolturas.	Mantener combinados en contenedores designados, cuando éstos se llenen, enviarlos a su reciclaje.	Mantener en áreas designadas en el sitio. Colocar en contenedor de desechos combinados y enviarlos a reciclar.

ANEXO 10 - SELECCIÓN DE MATERIALES

	DESCRIPCIÓN / EJEMPLO	DOCUMENTACIÓN O CERTIFICACIÓN
RECICLADOS		
Vidrio	Procesados de vidrio para utilizar como recubrimiento en muebles y paredes.	Contar con una carta del porcentaje de vidrio reciclado del producto (debe ser mayor al 50%)
Plástico (PET)	Uso de materiales, tales como paneles y azulejos, hechos a base de botellas de PET procesadas.	Contar con una carta del porcentaje de vidrio reciclado del producto (debe ser mayor al 50%)
MINERALES		
Vermiculita	Uso de hormigón a base de vermiculita.	Contar con una carta de especificaciones del producto (contenido de vermiculita)
Arcilla	Uso de arcilla para la fabricación de muros.	Cumplir con los certificados/análisis ANBA
Jales	Uso de ladrillos hechos a base de residuos provenientes de la industria minera.	Contar con una carta del porcentaje de vidrio reciclado del producto (debe ser mayor al 50%)
ANIMALES		
Lana	Aislantes reciclables y biodegradables.	Certificado de calidad por parte de terceros.
VEGETALES		
Corcho	Uso de bloques, ladrillos, paneles, etc. hechos de corcho como material predominante	Certificación FSC
Cáñamo	Aislantes reciclables y biodegradables.	-
Bambú	Uso paneles, muebles, acabados, etc. hechos a base de la planta.	Certificación FSC
Celulosa	Uso de fibra celulosa como material aislante.	-
Lino	Aislantes y paneles reciclables y biodegradables.	-
Cascara de coco	Uso de azulejos, paneles, etc. hechos a base de cascara de coco sustituyendo el uso de madera.	-
Sorgo y Trigo	Uso de hojas hechas a base de desechos de sorgo y trigo, sustituyendo el uso de madera.	-
Caña	Uso de cemento hecho a base de cenizas de bagazo de caña de azúcar.	-

ANEXO 11 - LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS ADICIONALES PARA LA UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS PASIVOS

Para alcanzar un desempeño óptimo, las unidades de vivienda deberán contar con un sistema de aislamiento de acuerdo a la zona bioclimáticas del sitio, esto con el fin de potenciar el confort de los residentes y propiciar ahorros de energía.

A continuación se muestran los diferentes valores U y R para cada uno de los elementos constructivos de la vivienda.

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Muy Seco, Seco y Semiseco

Elemento	Valor U (Btu/h*ft ² *°F)	Valor UR (h*ft ² *°F/BTU)
Techo	0.048	20
Paredes	0.124	8
Piso	0.322	3

Cálido Subhúmedo, Cálido Húmedo

Elemento	Valor U (Btu/h*ft ² *°F)	Valor UR (h*ft ² *°F/BTU)
Techo	0.048	20
Paredes	0.064	15
Piso	0.087	8

Templado Húmedo y Templado Subhúmedo

Elemento	Valor U (Btu/h*ft ² *°F)	Valor UR (h*ft ² *°F/BTU)
Techo	0.048	20
Paredes	0.064	15
Piso	0.087	8

Fríos de alta montaña

Elemento	Valor U (Btu/h*ft ² *°F)	Valor UR (h*ft ² *°F/BTU)
Techo	0.048	20
Paredes	0.064	15
Piso	0.074	13

VENTILACIÓN

Es recomendable orientar las ventanas a favor de los vientos predominantes del sitio, esto con el fin de lograr un alto flujo de aire dentro de los espacios. Adicional a esto, es recomendable que se coloquen

ventanas encontradas con el fin de lograr una ventilación cruzada dentro del inmueble y, de este modo, lograr renovaciones de aire sin necesidad de equipos mecánicos.

VENTANAS Y LUCERNARIOS

Las ventanas y lucernarios son uno de los principales elementos a considerar al momento de hablar de ahorro de energía, ya que estos es posible reducir considerablemente el consumo de iluminación dentro del inmueble. Por consiguiente, al contar con un diseño de iluminación adecuado se podrá obtener iluminación natural dentro de la vivienda reduciendo el consumo eléctrico.

Adicional a esto, el utilizar ventanas con vidrios de alta eficiencia reduce la entrada de calor a través de los mismos, lo que se refleja una disminución en la carga térmica dentro de los espacios.

A continuación, se en listan los valores térmicos para vidrios mínimos recomendables para alcanzar un desempeño óptimo y dependiendo de la zona bioclimática.

Muy Seco, Seco y Semi Seco

Valor U (Btu/h*ft ² *°F)	SHGC	SC
1.20	0.25	0.28

Cálido Subhúmedo, Cálido Húmedo

Valor U (Btu/h*ft ² *°F)	SHGC	SC
0.75	0.25	0.28

Templado Húmedo y Templado Subhúmedo

Valor U (Btu/h*ft ² *°F)	SHGC	SC
0.65	0.25	0.28

Fríos de alta montaña

Valor U (Btu/h*ft ² *°F)	SHGC	SC
0.40	0.40	0.46

ANEXO 12 - ESPECIFICACIONES ADICIONALES PARA SISTEMAS Y EQUIPOS DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

Las ampliaciones y/o remodelaciones a cualquier edificio o estructura existente, deberán cumplir con los requisitos de este código para nueva construcción, sin embargo, las partes inalteradas del edificio o estructura deberán estar de acuerdo con los lineamientos del código en vigor, en el momento de su construcción.

Se deberán instalar controles de reloj de tiempo y de interruptor de tiempo que puedan encender y apagar los sistemas de acuerdo a los horarios de operación requeridos (se recomiendan 12 hrs. de operación), en equipos como enfriadores y otros equipos de enfriamiento espacial, bombas de agua helada, calderas y otros dispositivos de calentamiento, bombas de agua, bombas de circulación del intercambiador de calor, ventiladores de suministro, ventiladores de retorno y ventiladores de escape. Cuando no haya ocupación se usará un temporizador para volver automáticamente a los controles de reloj y tiempo de las horas mínimas requeridas.

Excepción: No se requerirá un reloj de tiempo y controles de interruptor de tiempo para espacios con ocupación de veinticuatro horas, o que contengan materiales con requerimientos atmosféricos especiales, que dependan de acondicionamiento de espacio de veinticuatro horas o donde la mayoría de las áreas del edificio servidas por el sistema está bajo el control del termostato de desconexión, o cuando las especificaciones del fabricante estipulan que el sistema no debe apagarse.

En todos los sistemas de refrigeración de más de 6 1/4 toneladas de capacidad de enfriamiento total, 75K Btu / h, o más de dos mil quinientos pies cúbicos por minuto de flujo de aire, siempre que las directrices del fabricante estén disponibles para agregar el economizador al sistema existente.

Las tuberías y conductos de aire acondicionado y calefacción, incluyendo aquellos ubicados por encima de los falsos techos, estarán aislados a valores R de acuerdo con este código.

Excepción: No se requerirá aislamiento adicional para las tuberías dentro de los equipos, dentro del espacio acondicionado que transporte fluidos entre sesenta grados Fahrenheit y ciento cinco grados Fahrenheit, cuando las tuberías ya estuvieran aisladas y el aislamiento en buenas condiciones o donde el aislamiento no puede ser instalado sin hacer alguna alteración estructural.

Las unidades de combustión del calentador se deberán limpiar y afinar en el plazo de un año antes de cualquier alteración. Los filtros se reemplazarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Cuando el calor central se destina a ser reemplazado por calentadores eléctricos individuales, la solicitud para el permiso eléctrico debe incluir documentación que demuestre que los nuevos calentadores eléctricos no consumirán más energía que el (los) calentador (es) no eléctrico (s) existente (s).

Los sistemas de calderas deberán haberse limpiado y afinado en el plazo de un año antes de la alteración.

Las calderas deben estar equipadas con un termostato de cierre de aire exterior o un control de reposición de temperatura.

Los sistemas de enfriadores deberán haber sido limpiados y sintonizados por lo menos un año antes de la alteración.

Los enfriadores deben estar equipados con un termostato de bloqueo de aire exterior y un control de restablecimiento de agua enfriada.

Se proporcionará un plan de eliminación gradual terminando su vida útil para edificios con sistemas existentes que usen refrigerantes a base de CFC.

Cuando se usen sistemas y equipos mecánicos y eléctricos con microprocesadores que se comunican entre sí o con un ordenador, se instalará un sistema de automatización de edificios debidamente integrado para optimizar la energía, las operaciones y el confort interior. El sistema de automatización de edificios permitirá al propietario establecer los horarios de operación para el equipo y proporcionar al equipo un comienzo óptimo con aprendizaje adaptativo; Proporcionar capacidades de corte y respuesta basadas en la demanda de la zona; Capacidad para monitorear el uso de energía, incluyendo la capacidad de medir servicios eléctricos, de gas, agua, vapor, agua caliente, agua fría y combustible; Oferta economizadora basada en el cálculo y / o control del punto de ajuste de CO₂.

ANEXO 13 - ESPECIFICACIONES ADICIONALES PARA SISTEMAS Y EQUIPOS DE AGUA DE SERVICIOS

Para lograr un desempeño óptimo en los sistemas y equipos de agua de servicios se presentan las siguientes alternativas;

1. El calentador de agua y los tanques de almacenamiento de agua caliente deben tener un total mínimo combinado de valor de aislamiento externo e interno de R-16.
2. Los tubos de suministro y de distribución de agua caliente y fría, deben estar aislados según los valores de R especificados en este código.
3. Los caudales de ducha, inodoro, urinario y grifo deben estar de acuerdo con este código.
4. Los sistemas de bombas de circulación para el suministro de agua caliente que no sean de calefacción de confort deberán ser controlados como se especifica en la Sección 608.8.
5. Consumos
6. Mantenimiento

Así mismo, dadas las posibles condiciones que pudieran existir en edificaciones en remodelación y ampliaciones, se sugiere tomar en cuenta las siguientes consideraciones con la intención de garantizar la seguridad y el bienestar de los inquilinos;

1. En sitios de actividad sísmica, es altamente recomendable apegarse a lo indicado respecto al tema en el Código Internacional de la Construcción.
2. Las tuberías de agua, gas y de desbordamiento conectadas a los tanques de agua deben estar igualmente aseguradas de acuerdo a lo indicado en él.

ANEXO 14 - ESPECIFICACIONES ADICIONALES PARA SISTEMAS Y EQUIPOS DE ILUMINACIÓN

Dentro de la vivienda, se sugiera que los equipos adquiridos sean aquellos que cuenten con el Sello FIDE A. Dicho sello se otorga a equipos eléctricos o electrónicos que utilizan la energía eléctrica eficientemente para realizar un trabajo directamente aprovechable por el usuario (Refrigeradores, lámparas ahorradoras, etc.). Estos equipos pueden ser consultados en la página <http://www.fide.org.mx>.

Así mismo, al momento de adquirir luminarios se sugiere tomar en cuenta los siguientes parámetros:

1. Eficiencia energética; contar con luminarios con eficiencia mayor al 85%, tal es el caso de las luminarias tipo LED.
2. Vida útil; se recomienda que la vida media de los equipos sea igual o mayor a 45.000 horas.
3. No utilizar lámparas que contengan tungsteno o mercurio.
4. Uso de dimers para aprovechar la iluminación natural dentro del inmueble.

Así mismo, el presente anexo sugiere tomar en cuenta el nivel de luz requerido de acuerdo al uso que se dará al espacio, colocando mayor iluminación en áreas de estudio y trabajo, y una iluminación moderada en áreas de descanso y convivencia.

ANEXO 15 - CAMBIOS SIGNIFICATIVOS DE LOS CAPÍTULOS QUE CONFORMAN EL CEV

PARTE Y CAPÍTULO		CAMBIOS SIGNIFICATIVOS
PARTE 1 ADMINISTRATIVA	CAPÍTULO 1. ADMINISTRACIÓN	Se amplió el alcance para contemplar el diseño del edificio. Se precisaron las obligaciones del FRAE, del DRO y corresponsables, del supervisor y de la OCAE. Se ampliaron las obligaciones de propietario, del promotor, del proyectista y del constructor. Se actualizaron los requisitos de manual de operación y mantenimiento, del proyecto ejecutivo, de los documentos de construcción y del certificado de ocupación.
	CAPÍTULO 2. GLOSARIO DE TÉRMINOS	Se agregaron 87 términos derivados del nuevo contenido. Se actualizaron 42 definiciones. Se eliminaron 50 términos que no se utilizan en esta nueva versión o que son definidos en alguno de los documentos de referencia.
	CAPÍTULO 3. TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA	Se modificó el concepto de precio de la vivienda, considerando sus actuales componentes, así como el concepto de autoproducción de acuerdo con los programas oficiales de vivienda. Se actualizó el concepto de tipos de condominio de acuerdo con la legislación y los programas oficiales y a las tipologías actualmente existentes. Se actualizó el cuadro de clasificación de la vivienda por precio promedio.

	PARTE Y CAPÍTULO	CAMBIOS SIGNIFICATIVOS
PARTE 2 - ASPECTOS URBANOS	<p>CAPÍTULO 4.</p> <p>DESARROLLO URBANO, CONJUNTOS HABITACIONALES ESTRUCTURA URBANA, LOTIFICACIÓN Y DONACIONES</p>	<p>Se agregaron los temas de Estudio de Impacto Urbano y Memoria Descriptiva del Uso.</p>
	<p>CAPÍTULO 5.</p> <p>EQUIPAMIENTO URBANO</p>	<p>Se amplió el criterio de dotación de equipamiento urbano mediante la inclusión de la tabla de todos los subsistemas y elementos de equipamiento urbano establecidos en el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano de la SEDESOL. Se agregó la referencia a las Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones del Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (INIFED).</p>
	<p>CAPÍTULO 6.</p> <p>INGENIERÍA URBANA</p>	<p><i>Agua Potable</i> Se estableció la coordinación entre las empresas encargadas de los estudios de factibilidad y uso de recursos, de los proyectos de conducción, de las redes de suministros de agua potable, los diseños geométricos, los diseños hidráulicos, los períodos de vida útil de las instalaciones; auxiliándose por las indicaciones técnicas del fabricante de las tuberías a usarse para las redes de conducción de agua potable. Se establecieron las fuentes de abastecimiento para las cuales se deben observar los métodos aprobados por la autoridad competente para la desinfección (cloración y/o potabilización) del agua según normas y los estándares sanitarios aplicables a salud ambiental y aguas aptas para uso y consumo humano. Se estableció considerar la estimación de la demanda de agua potable para los conjuntos habitacionales.</p> <p><i>Aguas negras o jabonosas</i> Se establecieron acciones coordinadas entre organismos para proyectos ejecutivos de los componentes de las vías de descargas domiciliarias o albañales, descargas de coladeras pluviales, atarjeas, subcolectores, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y estructuras de absorción o reutilización del agua principalmente. Se estableció observar la normativa vigente y las consideraciones constructivas auxiliándose por las indicaciones técnicas del fabricante de las tuberías a usarse para las redes de descarga de aguas negras o aguas usadas.</p> <p><i>Gas combustible doméstico</i> Se actualizaron los requerimientos relativos a las instalaciones de aprovechamiento de gas licuado de petróleo destinados para uso doméstico. Se establecieron requerimientos para redes de distribución primaria y secundarias siguiendo los marcos de la normativa vigente.</p>
	<p>CAPÍTULO 7.</p> <p>VIALIDAD Y ESTACIONAMIENTOS</p>	<p>Se amplió el criterio jerárquico vial y el de áreas de estacionamiento, contemplando las características y ángulos de los cajones de estacionamiento.</p>

PARTE Y CAPÍTULO		CAMBIOS SIGNIFICATIVOS
PARTE 3. DISEÑO DEL EDIFICIO	CAPÍTULO 8. DISEÑO DEL EDIFICIO	Se amplió el criterio de iluminación y ventilación natural y se agregó la referencia a la NOM-146-SCFI-2016 para la resistencia de vidrios y cristales. Se actualizó el criterio de altura mínima de espacios contemplando las zonas climáticas establecidas en el RUV-CONAVI. Se amplió el criterio del manejo y almacenaje temporal de residuos sólidos urbanos domésticos conforme a las recomendaciones del Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales de la SEDESOL y de la Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de la SEMARNAT. Se amplió el criterio del ahorro de agua en el riego de áreas verdes de acuerdo con la NOM-003-SEMARNAT-1997 y la prohibición de camiones cisterna para riego. Se actualizó el criterio de dimensiones y características de los elevadores de pasajeros y referencia de consideraciones para personas con capacidades especiales.
	CAPÍTULO 9. ACCESIBILIDAD EN LA VIVIENDA	Se actualizó y amplió el criterio de accesibilidad con la inclusión de lineamientos para vivienda accesible, vivienda adaptable, vivienda usada y ubicación de viviendas accesibles en los conjuntos habitacionales. Se homologaron lineamientos de accesibilidad (rampas, pendientes, barandales) con otras secciones del CEV. Se eliminaron especificaciones y lineamientos de accesibilidad urbana ajenos a los conjuntos habitacionales. Se amplió el criterio de seguridad del edificio en lo concerniente a puntos de reunión en caso de siniestros. Se amplió el criterio para el dimensionamiento de circulaciones horizontales, puertas de acceso y elevadores de pasajeros. Se simplificó y amplió el criterio para el dimensionamiento de los espacios accesibles en la vivienda (recámara, baño, cocina, patio de servicio y mobiliario fijo), así como instalaciones y lineamientos para ventanas. Se revisaron e incluyeron criterios de dotación y diseño de viviendas accesibles y adaptables.
	CAPÍTULO 10. PREVENCIÓN DE INCENDIOS	Se actualizó la sección de señalización y seguridad con lineamientos de acuerdo con la NOM-003-SEGOB-2011 y se hace referencia para una edificación segura al Capítulo 8, como complemento a la prevención de incendios.

PARTE Y CAPÍTULO	CAMBIOS SIGNIFICATIVOS
<p>PARTE 4 - ASPECTOS ESTRUCTURALES</p> <p>GENERALIDADES</p>	<p>Esta parte se reestructuró para orientarse a criterios y lineamientos aplicables a la vivienda de hasta 5 niveles dentro del alcance del CEV. Se estableció un orden lógico de lo general a lo particular con el desarrollo de temas en 3 rubros generales: análisis estructural, diseño estructural y estados límite de falla. Se desarrollaron capítulos para estructuras de acero, de madera, prefabricadas y de sección compuesta (también conocidas como híbridas). Se actualizaron los criterios de diseño para ofrecer una seguridad adecuada ante la posible combinación de acciones intensas que se presenten a lo largo de su vida útil, como lo son el sismo, los vientos fuertes, el granizo, entre otras.</p>
<p>CAPÍTULO 11.</p> <p>ÁMBITO ESTRUCTURAL</p> <p><i>CAPÍTULO NUEVO</i></p>	<p>Se establecieron criterios para garantizar la seguridad estructural de los edificios de vivienda, mediante el uso de criterios de análisis y diseño estructural fundamentados en diversas normas y documentos aprobados en el ámbito de la ingeniería estructural nacional, contemplando la vida útil del edificio, la clasificación estructural de la vivienda, el uso de unidades, los estudios preliminares, la definición de la estructura y los entregables.</p>
<p>CAPÍTULO 12.</p> <p>ANÁLISIS ESTRUCTURAL</p> <p><i>CAPÍTULO NUEVO</i></p>	<p>Se establecieron criterios de diseño para garantizar la seguridad estructural de los edificios de vivienda, a través del análisis de los estados límites de falla, resistencia, métodos de análisis, acciones y cargas sobre el edificio, así como diseño por sismo, viento y granizo. Se estableció de manera general la información requerida como mínima para el análisis de cargas laterales, datos con los cuales se puede abordar el Manual de Diseño por Sismo y Viento de la Comisión Federal de Electricidad, en donde se describen de manera general y particular las diferentes posibilidades de combinaciones entre los tipos de suelos y los tipos de estructuras; orientando el uso hacia espectros determinísticos como lo son los edificios de vivienda de hasta 5 niveles dentro del alcance del CEV.</p>
<p>CAPÍTULO 13.</p> <p>DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA</p>	<p>Se actualizaron criterios y requisitos para el análisis y diseño de estructuras de mampostería, en lo relativo a morteros, muros diafragma, mampostería confinada, mampostería reforzada interiormente y mampostería no confinada ni reforzada.</p>
<p>CAPÍTULO 14.</p> <p>DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO</p>	<p>Se actualizaron los criterios y requisitos para el análisis y diseño de estructuras de concreto reforzado, los materiales que intervienen, tipos de marcos, vigas principales y secundarias, refuerzos, columnas, cimentaciones someras (zapatas y losas de cimentación), cimentaciones profundas (pilotes de fricción, pilotes de punta y pilas), muros estructurales y losas</p>
<p>CAPÍTULO 15.</p> <p>DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO</p> <p><i>CAPÍTULO NUEVO</i></p>	<p>Se establecieron criterios para el análisis y diseño de estructuras de acero, materiales y accesorios de conexión que intervienen, tipos de estructura y métodos de análisis, marcos rígidos y propiedades geométricas de los elementos.</p>
<p>CAPÍTULO 16.</p> <p>DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE SECCIÓN COMPUESTA</p> <p><i>CAPÍTULO NUEVO</i></p>	<p>Se establecieron criterios para el análisis y diseño de estructuras de sección compuesta (esencialmente conformadas por acero y concreto), miembros comprimidos (especialmente columnas), miembros en flexión (especialmente vigas y losas), materiales que intervienen, deflexiones, estructuras compuestas que trabajan en dos direcciones, almas y patines con cargas concentradas, requisitos adicionales para diseño: miembros a flexión formados por dos o más vigas, remaches, tornillos y soldaduras, relaciones de esbeltez, celosías y diafragmas, miembros en tensión compuestos por varios perfiles, montantes, bases de columnas, travesaños armados y vigas laminadas, patines, alma, atezadores y uniones.</p>

PARTE Y CAPÍTULO	CAMBIOS SIGNIFICATIVOS
CAPÍTULO 17. DISEÑO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS <i>CAPÍTULO NUEVO</i>	Se establecieron criterios para el análisis y diseño de estructuras prefabricadas, requisitos generales, definiciones, modelado, diseño modular, envolvente térmica, conexiones, sistemas de piso y otros materiales y sistemas estructurales.
CAPÍTULO 18. DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA <i>CAPÍTULO NUEVO</i>	Se establecieron criterios para el análisis y diseño de estructuras de madera, grupos de maderas, unidades, clasificación estructural, características, métodos de diseño, resistencias de diseño (miembros estructurales y placas de madera contrachapada), deflexiones y elementos de unión.
CAPÍTULO 19. REVISIÓN DE ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO <i>CAPÍTULO NUEVO</i>	Se estableció la revisión de estados límite de servicio para estructuras de concreto en términos de desplazamiento, vibraciones y otros estados límite; para estructuras de acero en términos de contraflechas, expansiones y contracciones, deflexiones, vibraciones y desplazamientos, corrosión, fuego y explosiones, efectos de cargas variables repetidas y falla frágil; así como para estructuras de otros metales diferentes al acero.
PARTE 5 - CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO	GENERALIDADES Se adecuó y amplió el contenido de la Parte 5 a partir de la reestructuración del diseño de estructuras de la Parte 4 y la inclusión de las estructuras de acero, de madera, prefabricadas y de sección compuesta (también conocidas como híbridas).
	CAPÍTULO 20. TRABAJOS PRELIMINARES Se actualizó y amplió el contenido sobre consideraciones generales, obras de protección, trabajos preliminares (dentro de los cuales se incorporó la sección de hallazgos arqueológicos), mediciones y trazos, y seguridad y sanidad en la obra. Se agregó la referencia a la NOM-031-STPS-2011 en materia de condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
	CAPÍTULO 21. MATERIALES Se actualizó y amplió el contenido sobre resistencia y calidad de los materiales, vigilancia, cementantes, agregados pétreos, agua de mezclado, aditivos, acero, mampostería y piedras.
	CAPÍTULO 22. CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES Se actualizó el contenido sobre procedimiento constructivo, tipos de cimentación y excavaciones.
	CAPÍTULO 23. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA Se actualizó y amplió el contenido sobre construcción, morteros, procedimientos de construcción, inclusión de nuevos temas (muros diafragma, mampostería confinada, mampostería reforzada interiormente y mampostería no confinada ni reforzada), inspección de obra y control de obra.
	CAPÍTULO 24. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO Se actualizó y amplió el contenido sobre cimbrado, el concreto y el acero de refuerzo.

PARTE 5 - CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO -CONTINUACIÓN-	PARTE Y CAPÍTULO	CAMBIOS SIGNIFICATIVOS
	CAPÍTULO 25. CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES	Se actualizó y amplió el contenido sobre la ejecución de instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias conforme a lo prescrito en las Partes 7, 8 y 9, almacenaje y generalidades sobre instalaciones de gas, instalaciones eléctricas e instalaciones especiales.
	CAPÍTULO 26. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO <i>CAPÍTULO NUEVO</i>	Se establecieron criterios sobre planos y dibujos, cortes, fabricación, enderezado, soldadura, remaches y tornillos, armado, inspección, tolerancias, pintura, montaje, anclaje, alineado y plomeado, tolerancias y ajustes.
	CAPÍTULO 27. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE SECCIÓN COMPUESTA <i>CAPÍTULO NUEVO</i>	Se especificó que la construcción de estructuras de sección compuesta se debe ejecutar de acuerdo con lo establecido en el capítulo de construcción de estructuras de acero.
	CAPÍTULO 28. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS <i>CAPÍTULO NUEVO</i>	Se establecieron criterios sobre actividades preliminares, prefabricación sustentable, modulación reticular, clasificación, modo de prefabricación, izaje, transportación, montaje, uniones y juntas.
	CAPÍTULO 29. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA <i>CAPÍTULO NUEVO</i>	Se establecieron criterios sobre calidad, humedad, protección, pendientes, tolerancias, transporte, montaje y medidas contra el fuego.
	CAPÍTULO 30. ACABADOS INTERIORES Y EXTERIORES	Se establecieron criterios sobre actividades preliminares, aplanados, recubrimientos cerámicos, pétreos, de madera, texturizados y pintura, pisos, muros divisorios, techos, azoteas, herrería y carpintería.

PARTE Y CAPÍTULO		CAMBIOS SIGNIFICATIVOS
PARTE 6 – SUSTENTABILIDAD	CAPÍTULO 31. SUSTENTABILIDAD	<p><i>Selección del sitio</i> Se aumentó el contenido en los temas de ubicación y uso de suelo. Se agregó el tema de suelos subutilizados.</p> <p><i>Diseño y desarrollo del sitio</i> Se aumentó el contenido en los temas de preservación de los recursos, adhiriendo información sobre hidrología del sitio, vegetación, recarga de mantos acuíferos, entre otros.</p> <p><i>Materiales de construcción</i> Se modificaron y ampliaron las especificaciones para materiales reciclables, materiales prefabricados, materiales para acabados interiores, reflectancia de materiales, entre otros.</p> <p><i>Eficiencia energética</i> Se establecieron requisitos que ayuden a hacer uso de la energía de manera eficiente y responsable, en los temas de sistemas energéticos y sus eficiencias recomendadas, envolvente, diseño de elementos pasivos, entre otros. Se desarrolló una tabla con estrategias de diseño recomendadas para cada tipo de clima establecido en el RUV-CONAVI.</p> <p><i>Energía renovable</i> Se actualizaron los requisitos para sistemas que hacen uso de este tipo de energía.</p> <p><i>Conservación, calidad y eficiencia en el uso del agua</i> Se agruparon los temas relacionados al uso y manejo del agua. Se agregó el manejo y aprovechamiento de aguas pluviales y aguas grises.</p> <p><i>Gestión de los residuos</i> Se amplió el contenido para abarcar el manejo de los residuos durante la construcción y en la posterior ocupación.</p> <p><i>Áreas verdes</i> Se establecieron requisitos y recomendaciones para este tema que ayudan a alcanzar los objetivos de otros temas.</p> <p><i>Anexos</i> Se modificaron y crearon anexos en materia de sustentabilidad, de acuerdo al nuevo contenido en el capítulo, proporcionando información complementaria o requisitos adicionales a los mínimos establecidos.</p>

	PARTE Y CAPÍTULO	CAMBIOS SIGNIFICATIVOS
PARTE 7 - INSTALACIONES MECÁNICAS	CAPÍTULO 32. ADMINISTRACIÓN DE INSTALACIONES MECÁNICAS	Se actualizaron los requisitos para la correcta selección, instalación y mantenimiento de los sistemas mecánicos que se instalan permanentemente en las viviendas, abarcando también los sistemas mecánicos que ya se tengan instalados con anterioridad en las viviendas.
	CAPÍTULO 33. REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA MECÁNICO	Se actualizaron los requisitos relacionados con las características técnicas de los equipos y aparatos que forman parte de los sistemas mecánicos, buscando en primer lugar la aprobación de las características técnicas de los mismos. Se revisó amplió el alcance para abarcar los aparatos eléctricos y los que consumen algún combustible. Se actualizó para establecer que todos los aparatos y equipos sean instalados de acuerdo a lo requerido en el código, para poder dar un mantenimiento adecuado y cumplir con las recomendaciones de los fabricantes.
	CAPÍTULO 34. EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y ENFRIAMIENTO	Se actualizaron los requisitos que deben de cumplir los equipos y aparatos para el acondicionamiento de las viviendas, tanto para enfriamiento como en calefacción, estableciendo las referencias para los niveles de eficiencias adecuados, la especificación, selección, instalación y requerimientos de operación y mantenimiento de los mismos; incluyendo recomendaciones de la instalación de los diferentes sistemas de acondicionamiento de espacios cerrados dentro de la vivienda.
	CAPÍTULO 35. SISTEMAS DE EXTRACCIÓN	Se actualizaron los requisitos de extracción dentro de la vivienda con el objeto de diluir los diferentes contaminantes que se tienen al interior de la vivienda.
	CAPÍTULO 36. SISTEMAS DE DUCTOS	Se actualizaron los requisitos que deben cumplir los conductos por los cuales se circulará el fluido del aire, ya sea para acondicionamiento o ventilación.
	CAPÍTULO 37. AIRE PARA COMBUSTIÓN	Se actualizaron los requisitos para que el aire en el proceso de combustión de equipos y aparatos sea en cantidad suficiente y de buena calidad, para que la eficiencia no se vea afectada y no se convierta en un riesgo para los ocupantes de la vivienda. Se actualizaron los requisitos para suministro de aire para combustión y para conducir los gases producto de la combustión, fuera de la vivienda de manera segura.
	CAPÍTULO 38. CHIMENEAS Y RESPIRADEROS	Se actualizaron los requisitos para que todo aparato en el que se lleve a cabo combustión esté ventilado hacia el exterior para poder desfogar los gases producto de la combustión, contemplando los tamaños, formas y recomendaciones para las chimeneas y los respiraderos, para dar seguridad a los ocupantes de la vivienda.
	CAPÍTULO 39. SISTEMAS SOLARES	Se actualizaron las especificaciones de selección, instalación y operación y mantenimiento de todos los equipos y sistemas que utilizan la energía del sol para calentar fluidos, con el objeto de dar calefacción o enfriamiento (por sistemas de absorción), así como para el calentamiento de agua de servicios y de las posibles albercas en las viviendas.
	CAPÍTULO 40. GAS LP	Se actualizó para referir a la normatividad vigente sobre instalaciones de aprovechamiento de gas LP aplicable a viviendas. Se agregó la dictaminación de los proyectos de instalación de gas LP antes de su ejecución como instalaciones físicas.
	CAPÍTULO 41. GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC)	Se actualizó para referir a la normatividad vigente sobre instalaciones de aprovechamiento de gas natural aplicable a viviendas. Se agregó la dictaminación de los proyectos de instalación de gas natural antes de su ejecución como instalaciones físicas.

PARTE Y CAPÍTULO	CAMBIOS SIGNIFICATIVOS
PARTE 8 - INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS CAPÍTULO 42. ADMINISTRACIÓN DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	Se actualizó para incluir las especificaciones y métodos de ensayo de la nueva Norma Mexicana NMX-AA-176-SCFI-2015 en las instalaciones hidrosanitarias para la edificación de vivienda.
CAPÍTULO 43. REQUISITOS GENERALES PARA LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	Se actualizaron los requisitos de carácter general a considerar antes de comenzar la ejecución de las instalaciones hidráulicas y sanitaria, uso correcto de tuberías y accesorios, y condiciones de seguridad para las mismas, que a su vez estos elementos cumplan con la respectiva norma de producto vigente.
CAPÍTULO 44. MUEBLES SANITARIOS E INSTALACIONES FIJAS	Se actualizaron los requisitos de selección e instalación de muebles hidrosanitarios, contemplando las distancias para la colocación de los mismos, sus tuberías y accesorios hidráulicos de alimentación de agua, así como las condiciones para suministrar a los muebles de agua fría y de agua caliente para los servicios en vivienda.
CAPÍTULO 45. ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA	Se actualizaron los requisitos de provisión de agua por medio de tanques de almacenamiento, cisternas, bombas y equipos presurizadores; y la proporción de agua potable en ramales de distribución, contemplando las dotaciones de agua según el tipo de vivienda, efectos del golpe de ariete en la instalación de agua potable, la colocación de válvulas de interrupción, la instalación de tuberías hidráulicas y los requerimientos de los materiales a emplearse en estas.
CAPÍTULO 46. DRENAJE SANITARIO	Se actualizaron los requisitos de desalojo de agua usadas o residuales, contemplando la disposición de tuberías sanitarias en su colocación, la instalación de los muebles hidrosanitarios y el sistemas de desagüe, los diámetros mínimos para las tuberías de desagüe y su equivalencia en unidades de descarga o unidades de desagüe, la condición de los ramales de la instalación para el desalojo de agua usadas y aguas pluviales.
CAPÍTULO 47. SISTEMAS DE VENTILACIÓN	Se actualizaron los criterios de ventilación de los sistemas sanitarios y respiro de los sistemas de drenaje, contemplando la disposición de tuberías de ventilación en su colocación, los diámetros mínimos para las tuberías de ventilación y su equivalencia para su uso con las unidades de descarga o unidades de desagüe, las condiciones de los ramales de ventilación en el desalojo de agua usadas y aguas pluviales.

	PARTE Y CAPÍTULO	CAMBIOS SIGNIFICATIVOS
PARTE 9 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS	GENERALIDADES	Todos los capítulos de la parte 9 se adecuaron para cumplir con la normativa oficial aplicable a la vivienda. Se estableció un orden lógico de la acometida a los contactos y salidas.
	CAPÍTULO 48. REQUISITOS GENERALES PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Se adecuaron los requisitos generales de las instalaciones eléctricas para homologarse con aquellos de la normatividad vigente.
	CAPÍTULO 49. ALAMBRADO Y PROTECCIÓN	Se actualizaron los requisitos para la identificación de terminales, la instalación salidas de contactos y salidas para alumbrado, así como los requisitos para conductores y equipos de acometidas.
	CAPÍTULO 50. MÉTODO DE CABLEADO	Se actualizaron los requisitos de cableado y materiales.
	CAPÍTULO 51 CONDICIONES ESPECIALES <i>CAPÍTULO NUEVO</i>	Se establecieron requisitos para condiciones especiales, como lo son los sistemas de emergencia, sistemas de reserva (legalmente requeridos y opcionales), fuentes de generación de energía interconectadas, circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 volts, sistemas de alarma contra incendios, entre otros.
	CAPÍTULO 52. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN <i>CAPÍTULO NUEVO</i>	Se establecieron requisitos para los circuitos y equipos de comunicaciones de radio, televisión y sistemas de banda ancha.