DESARROLLO TERRITORIAL
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

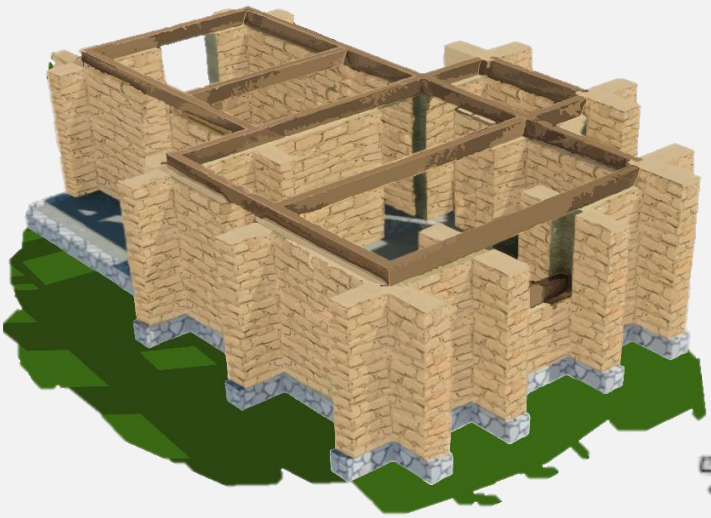
CONAVI
COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA

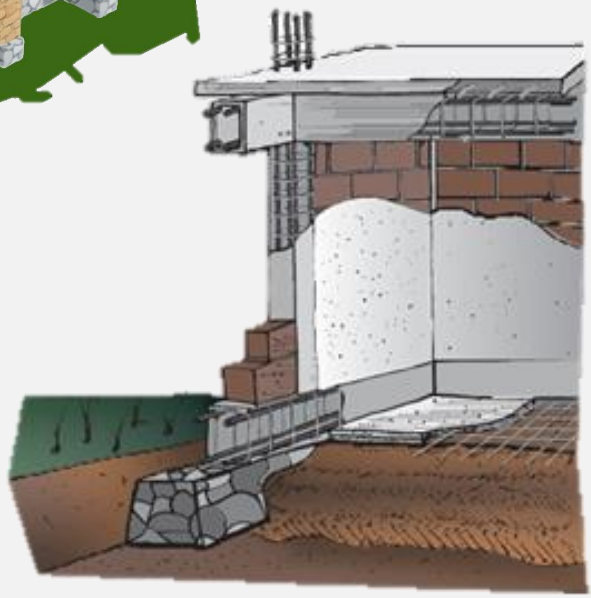
CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES Y CONSTRUCTIVAS PARA VIVIENDA NUEVA

Criterios técnicos para una vivienda adecuada

Documento informativo





Actualización junio, 2021

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (Sedatu)

Mtro. Román Guillermo Meyer Falcón
Secretario de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano

Arq. David Cervantes Peredo
Subsecretario de Ordenamiento Territorial

Dr. Daniel Octavio Fajardo Ortiz
Subsecretario de Desarrollo Urbano y Vivienda

Ing. Julio Millán Soberanes
Coordinador General de Gestión Integral de Riesgos de Desastres

Revisión del documento:
Arq. Daniela Reséndiz García
Arq. Alfredo Sánchez Curiel
Ing. Sergio Cruz García

Comisión Nacional de Vivienda (Conavi)

Dra. Edna Elena Vega Rangel
Directora General de la Comisión Nacional de Vivienda

Lic. Silvia Circe Díaz Duarte
Subdirectora General de Análisis de Vivienda, Prospectiva y Sustentabilidad

Arq. Juan Javier Granados Barrón
Subdirector General de Subsidios y Desarrollo Institucional

Lic. David May Flores
Subdirector General de Asuntos Jurídicos, Legislativos y Secretariado Técnico

Mtro. Alonso Cacho Silva
Coordinador General de Administración

La elaboración de esta publicación fue posible gracias a la revisión de:

Centro Nacional de Prevención de Desastres
Agradecemos la colaboración especial de:

Ing. Enrique Guevara Ortiz
Director General
Dr. Óscar López Batiz
Subdirector de Riesgo Estructural
M.I. Joel Aragón Cárdenas
Subdirector de Vulnerabilidad Estructural
M.C. Carlos A. Gutiérrez Martínez
Director de Investigación

Investigación, adecuación e iconografía:
Ing. Luis Felipe García García
Arq. Karen Peña Medina
Ing. Gabriela Sánchez Alvarado
Ing. Cecilia Mayen Aibar
Ing. Geol. Sandra Elia Salinas Martínez
Ing. Daniel González Casimiro
Ing. Brandon Brayan Jiménez Rivera
Ing. Edson Eduardo Martínez Corona
Arq. Homero Alva Gómez

Diseño Editorial
Lic. Arturo Jacobo Jiménez, Difusión y Vinculación
Corrección de Estilo
Lic. Michelle Merari Gordillo Becerra, Difusión y Vinculación

www.sedatu.gob.mx
www.conavi.gob.mx

Esta publicación puede ser utilizada con fines de orientación, educativos e informativos, siempre que se cite la fuente y no se comercialicen sus contenidos. Impreso y hecho en México.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 05

PRELIMINARES 07

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO 24

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS 42

VIVIENDA TRADICIONAL 69

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS 97

GLOSARIO 126

BIBLIOGRAFÍA 133

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El artículo 72 de la ley de vivienda establece que la Secretaria, con base en el modelo normativo que al efecto formule, promoverá que las autoridades competentes expidan, apliquen y mantengan en vigor y permanentemente actualizadas disposiciones legales, normas oficiales mexicanas, códigos de procesos de edificación y reglamentos de construcción que contengan los requisitos técnicos que garanticen la seguridad estructural, habitabilidad y sustentabilidad de toda vivienda, y que definan responsabilidades generales, así como por cada etapa del proceso de producción de vivienda.

En respuesta a esta disposición la Comisión publicaba el Código de Edificación de la Vivienda (CEV) que aplicaba hasta casas de cinco niveles de todos los estratos socioeconómicos y que podía ser adoptado en cualquier municipio, sin embargo, a raíz de los sismos del 2017 y 2018 que afectaron aproximadamente a más de 180 mil casas en los estados de Puebla, Chiapas, Oaxaca, Estado de México, parte de Guerrero y principalmente a Morelos, se identificó que la gran parte de los daños se fueron en viviendas unifamiliares de hasta dos niveles, mismas que se encontraban vulnerables ante este peligro debido a la existencia de deficiencias constructivas o por su ubicación geográfica. De lo sucedido anteriormente, se genera la necesidad de atender a los residentes de los municipios que presentaron daños por esta manifestación natural, sin dejar de lado a la población que se encuentra en zonas de riesgo por otros fenómenos perturbadores o con mayor índice de rezago habitacional.

Tras el cambio de administración y con las modificaciones de los objetivos de la Conavi, en septiembre de 2019 se publicaron los criterios técnicos para una vivienda adecuada aplicables para el diseño de las construcciones con subsidios Conavi; este instrumento establece las características necesarias para el diseño de una vivienda adecuada, criterios a considerar para la seguridad estructural de la casa, la sustentabilidad de la misma y alcance a los criterios antes mencionados. En este documento, se citan recomendaciones Estructurales para la Construcción de Vivienda Nueva, estableciendo las bases para el diseño estructural y la edificación de viviendas por medio de la autoproducción y que además, complementan los Reglamentos de Construcción elaborados por los gobiernos locales (estados y municipios) y apoyan a las localidades donde no cuentan con un reglamento propio o que no abarcan los temas necesarios en cuestión de seguridad estructural y toman en cuenta otras normativas no adecuadas a su entorno.

TRABAJOS PRELIMINARES

TRABAJOS PRELIMINARES

UBICACIÓN Y ENTORNO DE LA VIVIENDA

Para la atención en viviendas de la Conavi existirán dos casos:

- La vivienda nueva o vivienda dañada por algún fenómeno natural y que por sus condiciones estructurales presente daño total en sus elementos constructivos y deba ser demolida en su totalidad.
- La vivienda que en alguna parte de su construcción se realizará un mejoramiento, una rehabilitación menor, una reparación parcial de sus elementos o un reforzamiento estructural.

Dada la clasificación anterior, este documento se centrará en la construcción de viviendas nuevas y como paso inicial, se deberá revisar el entorno de la ubicación, es decir, la topografía del terreno, el clima, (para ampliar la información, revisar las “Estrategias de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático” de la Conavi), los fenómenos naturales o peligros, las restricciones federales, estatales o municipales que existan en el lugar considerando que no todas las zonas del país presentan las mismas condiciones y hasta el diseño arquitectónico (ver el “Catálogo de requerimientos en la vivienda para personas con capacidades diferentes” y las “Recomendaciones de habitabilidad por espacios en la vivienda” documentos de la Conavi). Inicialmente valoremos la topografía del terreno para evitar construir en lugares como:

- Barrancas o cañadas
- Terrenos con grandes desniveles o pendientes pronunciadas
- Si se observan asentamientos o suelos inestables
- Sobre rellenos cuyo material no haya sido controlado
- En zonas bajas donde se acumule agua y sea propenso a inundaciones.

TRABAJOS PRELIMINARES

UBICACIÓN Y ENTORNO DE LA VIVIENDA

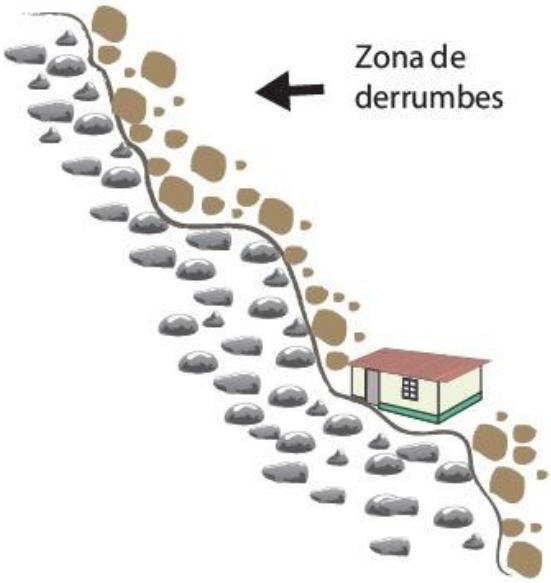


Imagen 1.

Imagen 2.

ZONAS DONDE NO SE RECOMIENDA CONSTRUIR O RECONSTRUIR VIVIENDAS NUEVAS.

Imagen 1 y 2. Dirección Nacional de Construcción, Ministerios de vivienda, construcción y Saneamiento, noviembre, 2010. *Edificaciones sísmicas de Adobe*: Manual de Construcción.

TRABAJOS PRELIMINARES

UBICACIÓN Y ENTORNO DE LA VIVIENDA

Como segundo paso, revisemos algunos de los peligros o fenómenos naturales que nos podemos encontrar:

1. Sismos
2. Viento
3. Lluvias extremas
4. Inundaciones
5. Huracanes
6. Tsunamis
7. Laderas inestables

Por lo que, también se recomienda **evitar construir en zonas donde haya demasiados escurrimientos naturales constantes,** en zonas de probables inundaciones y prever la magnitud de las lluvias y los vientos para la construcción de las viviendas.

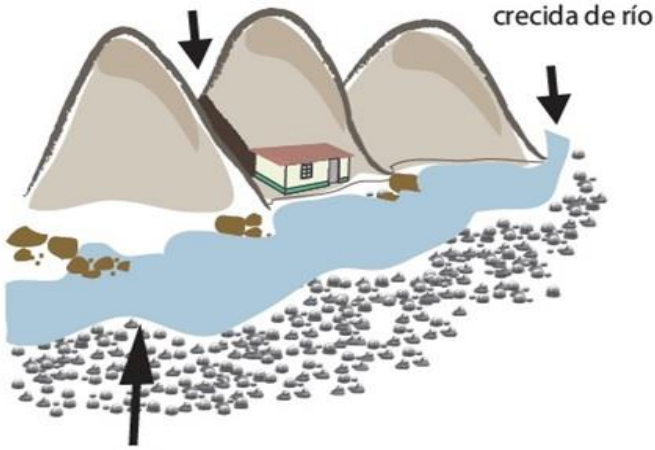


Imagen 3. Dirección Nacional de Construcción, Ministerios de vivienda, construcción y Saneamiento, noviembre, 2010. *Edificaciones sísmicas de Adobe*: Manual de Construcción.

TRABAJOS PRELIMINARES

LOS SISMOS Y LOS VIENTOS COMO PRINCIPALES PELIGROS

Aun cuando se hayan identificado en el terreno los peligros y las restricciones anteriores para la selección del lugar de construcción o de reconstrucción una vivienda, es importante mencionar que **los sismos y el viento,** son dos fenómenos naturales que provocan grandes daños en las construcciones y que se deben considerar especificaciones constructivas para minimizar los daños que generen por sus acciones.

Empecemos por explicar que son los sismos.

De acuerdo al Servicio Sismológico Nacional, los sismos son movimientos telúricos o perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo; la causa principal es la ruptura y fracturamiento de las rocas en las capas exteriores de la tierra.

En el interior de la tierra ocurre un fracturamiento súbito cuando la energía acumulada excede la resistencia de las rocas, al ocurrir la ruptura se propaga una serie de ondas sísmicas que al llegar a la superficie se manifiestan como un temblor. Generalmente, los sismos ocurren en zonas de debilidad de la corteza terrestre llamadas fallas geológicas; el sitio donde se inicia la ruptura se le conoce como foco y a su proyección en la superficie de la tierra se le conoce como epicentro.

TRABAJOS PRELIMINARES

LOS SISMOS

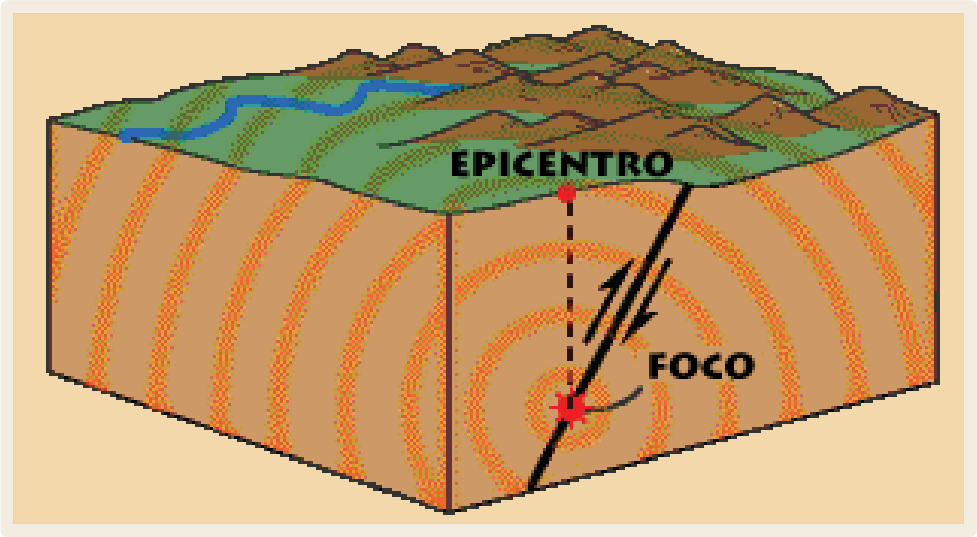


Imagen 4. Bergman J. (2016) El epicentro es el punto en la superficie de la Tierra que se encuentra directamente sobre el foco. [imagen]. Recuperado de https://bit.ly/30RGCfj

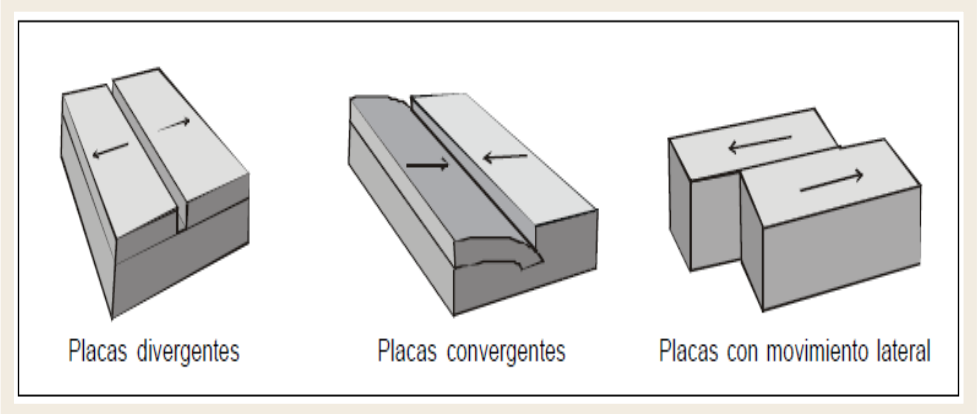


Imagen 5. Gutierrez, C., Quaas, R., Ordaz,. M. Guevara, E. Muriá, E., & Krishn, S. a, . (2005). Tectónica de placas. En Sismos(6). Distrito Federal: Cenapred.

TRABAJOS PRELIMINARES

REGIONALIZACIÓN SÍSMICA

En las normativas estatales, se considera la regionalización sísmica que la Comisión Federal de Electricidad realizó y actualizó en el 2015, en donde se clasifica el país en cuatro regiones y las jerarquiza de acuerdo a las aceleraciones que se presentan en cada una. En la siguiente imagen se muestra dicha regionalización:

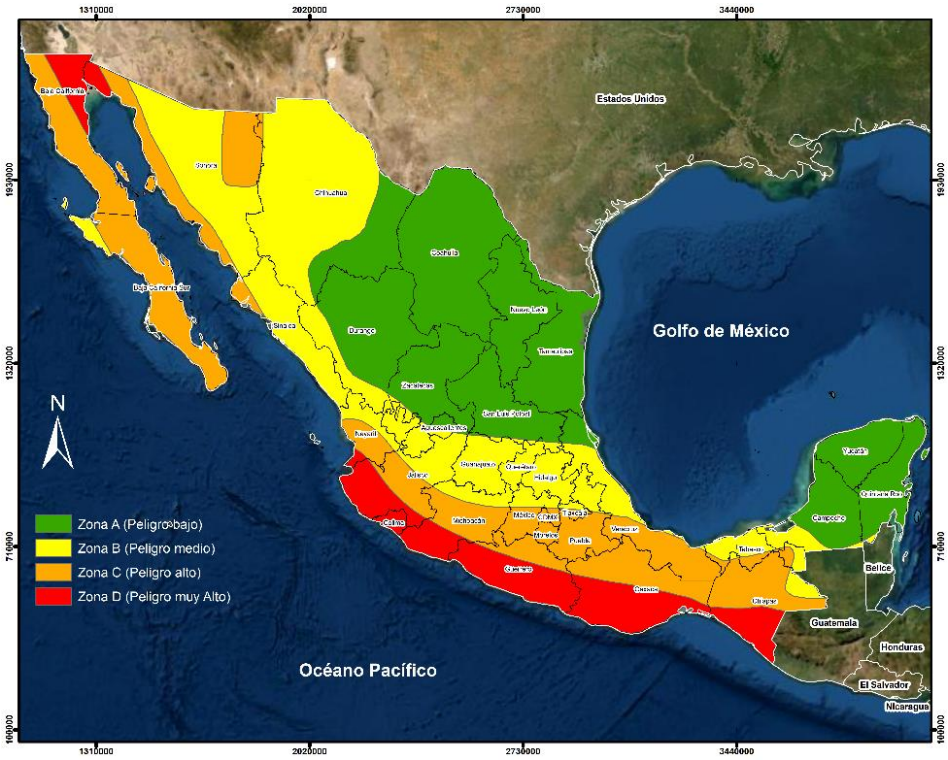


Imagen 6. Atlas Nacional de Riesgos, Cenapred (2020) Regionalización de peligros sísmicos, Manual de CFE para diseño de sismo 2015. [imagen]. Datos recomendados de https://n9.cl/zlmg

TRABAJOS PRELIMINARES

REGIONALIZACIÓN SÍSMICA

En la siguiente tabla se especifica la zona sísmica por cada estado de la República Mexicana, basándose en el Manual de Diseño por Sismo de la CFE.

REGIONALIZACIÓN DE PELIGROS SÍSMICOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA
(MDOC Diseño por sismo CFE 2015).

ZONA D	ZONA C	ZONA B	ZONA A
- CHIAPAS - COLIMA - GUERRERO - JALISCO - MICHOACÁN - OAXACA - BAJA CALIFORNIA - SONORA	- BAJA CALIFORNIA - BAJA CALIFORNIA SUR - CDMX - ESTADO DE MÉXICO - MORELOS - PUEBLA - SONORA - VERACRUZ - CHIAPAS	- AGUASCALIENTES - CHIHUAHUA - DURANGO - GUANAJUATO - HIDALGO - SONORA - SINALOA - NORTE DE NAYARIT - NORTE DE MICHOACÁN - TABASCO - NORTE DE JALISCO - NORTE DEL EDO. DE MÉXICO - QUERÉTARO - TLAXCALA - CHIAPAS	- COAHUILA - TAMAULIPAS - NORTE DE SAN LUIS POTOSÍ - YUCATÁN - CAMPECHE - NUEVO LEÓN - NORTE DE ZACATECAS - DURANGO - QUINTANA ROO

Tabla 1. Regionalización de Peligros Sísmicos de la República Mexicana, Conavi. (2020)

TRABAJOS PRELIMINARES

EL VIENTO

El viento es el aire en movimiento, es decir, el desplazamiento de los gases que constituyen la atmósfera de nuestro planeta. Este movimiento ocurre principalmente por las diferencias en la presión atmosférica; la velocidad del viento se mide en las estaciones meteorológicas con los anemómetros que nos permiten establecer estadísticamente las celeridades máximas en diferentes zonas del país. Debido a lo anterior, es necesario saber la rapidez máxima que el viento alcanza en los diferentes lugares donde se pretenda construir, ya que, facilitará la toma de decisiones para seleccionar el tipo de techumbre que se empleará en las viviendas.

Existen diferentes factores que intervienen para obtener las diferentes velocidades del viento, como los mapas de isotacas de la CFE para distintos periodos de retorno, la rugosidad del terreno (reducción del libre flujo del aire por los obstáculos que van desde un terreno liso sin árboles, hasta una ciudad llena de edificios) o la topografía del terreno, ya que, una vivienda arriba de un cerro recibirá directamente el viento a diferencia de aquellas que se ubiquen en las laderas de la misma colina.

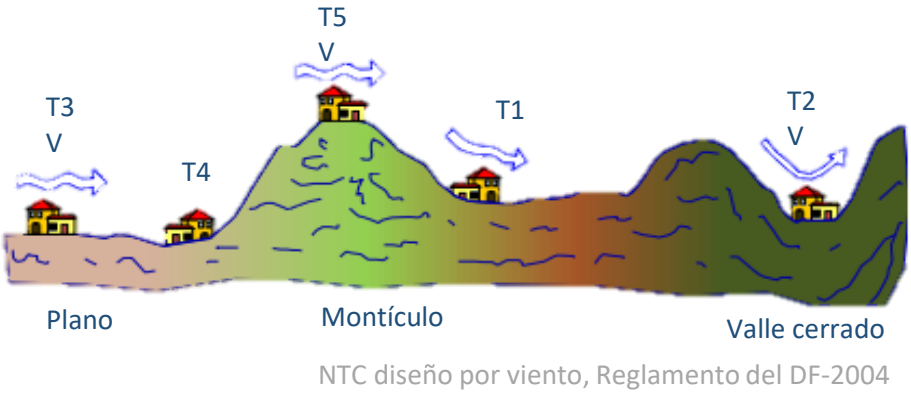


Imagen 7. Coordinación Nacional de Protección Civil. (2016). Efectos del viento. En Evaluación de la seguridad estructural de edificios(49). Distrito Federal: Cenapred.

TRABAJOS PRELIMINARES

EL VIENTO

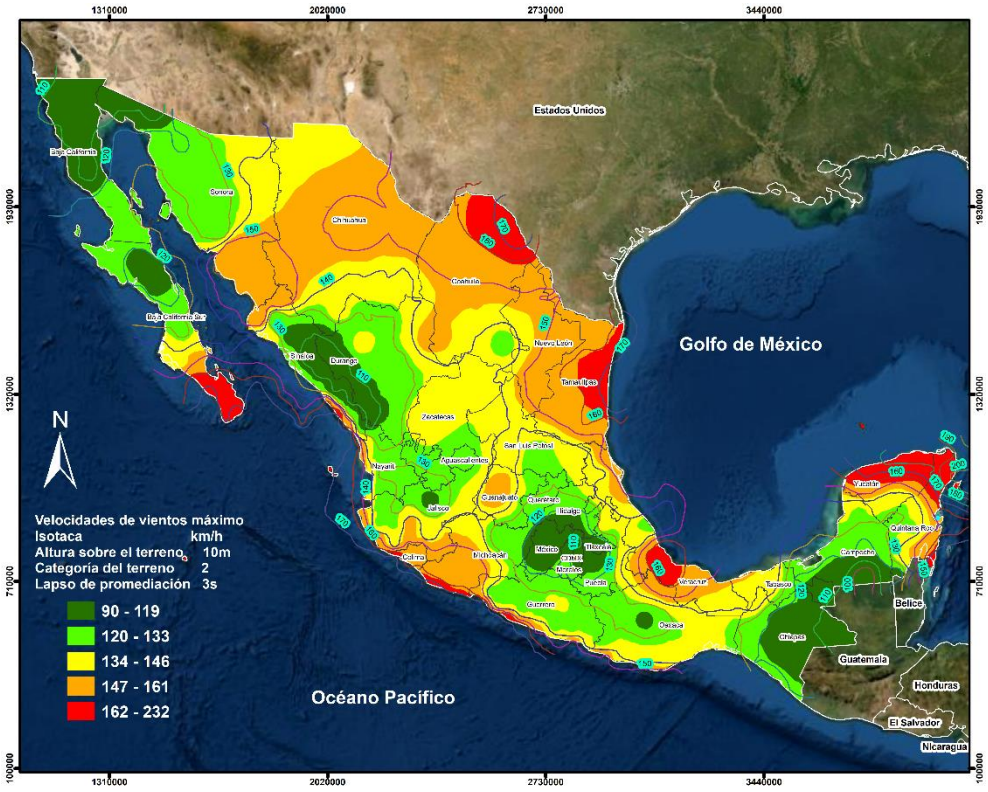


Imagen 8. Regionalización de peligros por viento para un periodo de retorno de 50 años (MDOC, Diseño por Viento, CFE 2008)

TRABAJOS PRELIMINARES

REGIONALIZACIÓN POR VIENTO

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) presenta la siguiente regionalización donde contempla diferentes rangos de velocidad y que ayudarán a la correcta elección de cubiertas para las viviendas.

REGIONALIZACIÓN POR VIENTO

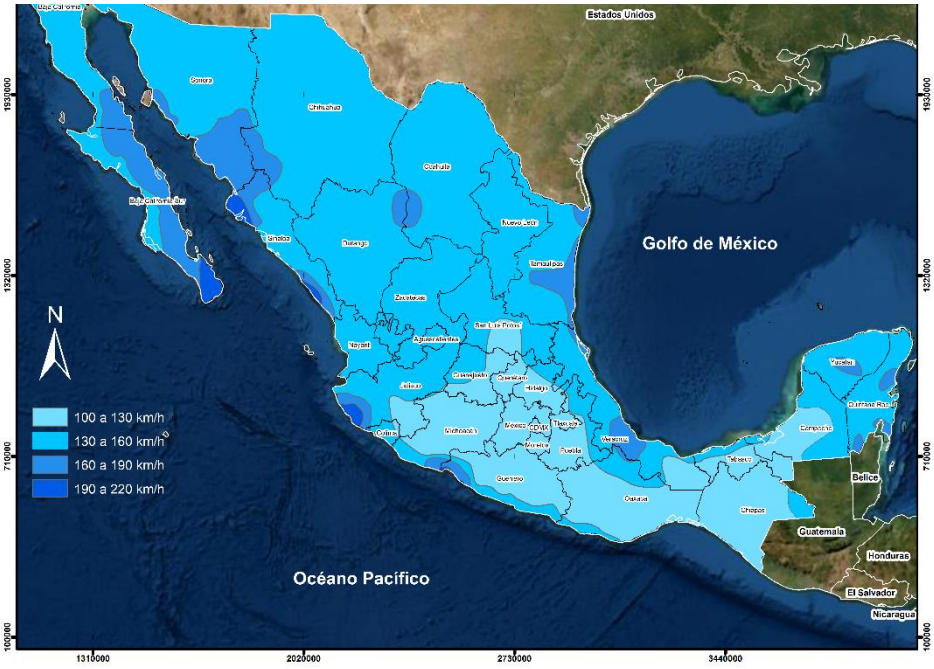


Imagen 9. Atlas Nacional de Riesgos, Cenapred (2020) Regionalización por viento. [imagen]. Datos recomendados de https://n9.cl/zlmg

TRABAJOS PRELIMINARES

REGIONALIZACIÓN POR VIENTO

REGIONALIZACIÓN POR VIENTO DE LA REPÚBLICA MEXICANA			
ZONA D (INTERVALO DE VELOCIDAD ENTRE 190 Y 220 km/h)	**ZONA C (INTERVALO DE VELOCIDAD ENTRE 160 Y 190 km/h)**	**ZONA B (INTERVALO DE VELOCIDAD ENTRE 130 y 160 km/h)**	**ZONA A (INTERVALO DE VELOCIDAD ENTRE 100 y 130 Km/h)**
BAJA CALIFORNIA JALISCO SINALOA	BAJA CALIFORNIA CHIHUAHUA DURANGO JALISCO QUINTANA ROO SINALOA VERACRUZ YUCATÁN GUERRERO MICHOACAN	AGUASCALIENTES BAJA CALIFORNIA CHIAPAS CHIHUAHUA COLIMA DURANGO GUERRERO HIDALGO JALISCO MICHOACAN NUEVO LEÓN QUINTANA ROO SAN LUIS POTOSÍ SINALOA TABASCO VERACRUZ YUCATÁN ZACATECAS	BAJA CALIFORNIA CAMPECHE CDMX CHIAPAS COLIMA ESTADO DE MÉXICO GUANAJUATO GUERRERO HIDALGO MICHOACÁN MORELOS OAXACA PUEBLA QUERÉTARO SAN LUIS POTOSÍ

Tabla 2. Regionalización por Viento de la República Mexicana, Conavi. (2020)

TRABAJOS PRELIMINARES

LOS SUELOS EN LA CONSTRUCCIÓN

El suelo donde se edificará la vivienda juega un papel muy importante, pues de este depende el buen funcionamiento estructural, por ello, cuando se planeé construir en terrenos cuyo suelo no es conocido, es recomendable realizar un estudio el cual nos ayude a conocer su comportamiento.

En México existe una gran diversidad de suelos donde se han construido diferentes comunidades y ciudades, que van desde superficies firmes de rocas macizas, hasta muy blandos compuestos por arcillas o arenas que son producto de los residuos de cuerpos de agua que se secaron al pasar el tiempo y para facilitar su identificación en la construcción se emplea la clasificación del SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) que básicamente contempla los siguientes tipos de suelos:

TIPOS DE SUELOS BASE, CARACTERÍSTICAS Y SU EFECTIVIDAD PARA CIMENTACIÓN DE UNA VIVIENDA

SUELO	DESCRIPCIÓN	
GRAVA	Con excepción de las gravas pizarrosas, la grava es un material apropiado para cimentaciones siempre y cuando no existan estratos frágiles o blandos, ni esté expuesta a socavación. Tiene reducida o casi nula capilaridad, por tanto, no es probable que la presencia de agua subterránea, o su humedecimiento, sean causas de disminución de su resistencia ni origen de asentamientos.	

TRABAJOS PRELIMINARES

TIPOS DE SUELOS

ARENA	Los suelos de esta naturaleza se encuentran en diversos estados de compacidad, además de tener variada granulometría. Si las arenas, medias y gruesas son compactas y su granulometría es favorable tienen apropiada resistencia para sustentar estructuras; no ocurre lo mismo con las arenas muy finas, sobre todo si son sueltas, como es el caso de arenas cuyo origen es producto del transporte del viento (arenas eólicas).	
LIMO	Es un suelo de partículas muy pequeñas, relativamente no es plástico y tiene mayor capacidad de absorción de agua. Cuando se encuentra en estado suelto su resistencia es pequeña; su presencia debe ser motivo de reserva por parte del diseñador y el constructor.	

TRABAJOS PRELIMINARES

TIPOS DE SUELOS

ARCILLA	Es dura cuando está seca pero su consolidación se produce lentamente. Cuando es humedecida se torna plástica y deformable, modificando su consistencia según el grado de humedecimiento que alcance; por lo tanto, en suelos arcillosos la alteración del contenido de agua en su masa juega un importante rol en su comportamiento y resistencia, su presencia debe ser motivo de reserva y criterio por parte del diseñador.	
SUELOS QUE CONTIENEN MATERIA ORGÁNICA	Los suelos que contienen materia orgánica (de color pardo oscuro y rico en carbono, está formada por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron), y el fango, (cualquier tipo de «lodo glutinoso que se forma generalmente con los sedimentos térreos en los sitios donde hay agua detenida»), definitivamente no son apropiados para cimentaciones.	

Tabla 3. Tipos de suelos base, características y su efectividad para cimentación de una vivienda, Conavi. (2020)

TRABAJOS PRELIMINARES

ESTUDIOS DE SUELOS

1. Permiten conocer las características físicas y geológicas del suelo desde su estratigrafía, nivel freático del agua, capacidad de resistencia del suelo, entre otros.

2. Permiten conocer el tipo de cimentación adecuado para el tipo de vivienda a construir.

3. A partir de los resultados, es posible determinar cuánto se va a gastar o cuánto se va a ahorrar en cimentación, pues en ocasiones por no realizar estudios de suelos cuando ya está construido, se presentan hundimientos o asentamientos diferenciales y esto genera como resultado gastar más en reparar o tratar de estabilizar el terreno.

4. De acuerdo con el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y a sus Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Cimentaciones y considerando que las viviendas de la Conavi son edificaciones tipo B2, los estudios arrojarán como mínimo, los siguientes resultados:

   El tipo de suelo, la capacidad de carga, el módulo de reacción y definir una alternativa de cimentación.

Existen muchos tipos de estudios de mecánica de suelos, sin embargo, los más empleados para las viviendas son los siguientes:

TRABAJOS PRELIMINARES

ESTUDIOS DE SUELOS

TIPO DE ESTUDIO	DESCRIPCIÓN
CALICATA	Consiste en realizar excavaciones de una profundidad pequeña o mediana en puntos elegidos del terreno, la idea de una calicata es tener una visión directa del terreno, que generalmente nunca se ve para su caracterización y análisis. Usualmente para hacer una calicata se utiliza una pala o una retroexcavadora.
POZOS A CIELO ABIERTO	Este método consiste en hacer excavaciones de tamaño suficiente para que una persona (en este caso un técnico) pueda introducirse en él y pueda examinar los distintos estratos en su estado natural, y de este modo poder saber las características que cada uno presenta en cuanto a la cantidad de agua contenida. De este método se pueden obtener muestras alteradas e inalteradas.

Tabla 4. Tipos de estudio, Conavi. (2020)

La **Comisión recomienda** que al menos se realice un estudio de suelos que ayude a conocer la estratigrafía donde se construirán las viviendas.

Nota: Se recomienda que la profundidad de el pozo a cielo abierto esté en función del tipo de suelo (1 m en suelo firme y hasta 2 m en suelo blando).

PRINCIPIOS BÁSICOS DE

DISEÑO

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

FORMA REGULAR

Proyectar una vivienda con una forma regular en la geometría, permitirá que la distribución de cargas verticales y fuerzas laterales resulte mejor para la construcción y que la estructura se comporte mejor en zonas de alta sismicidad.

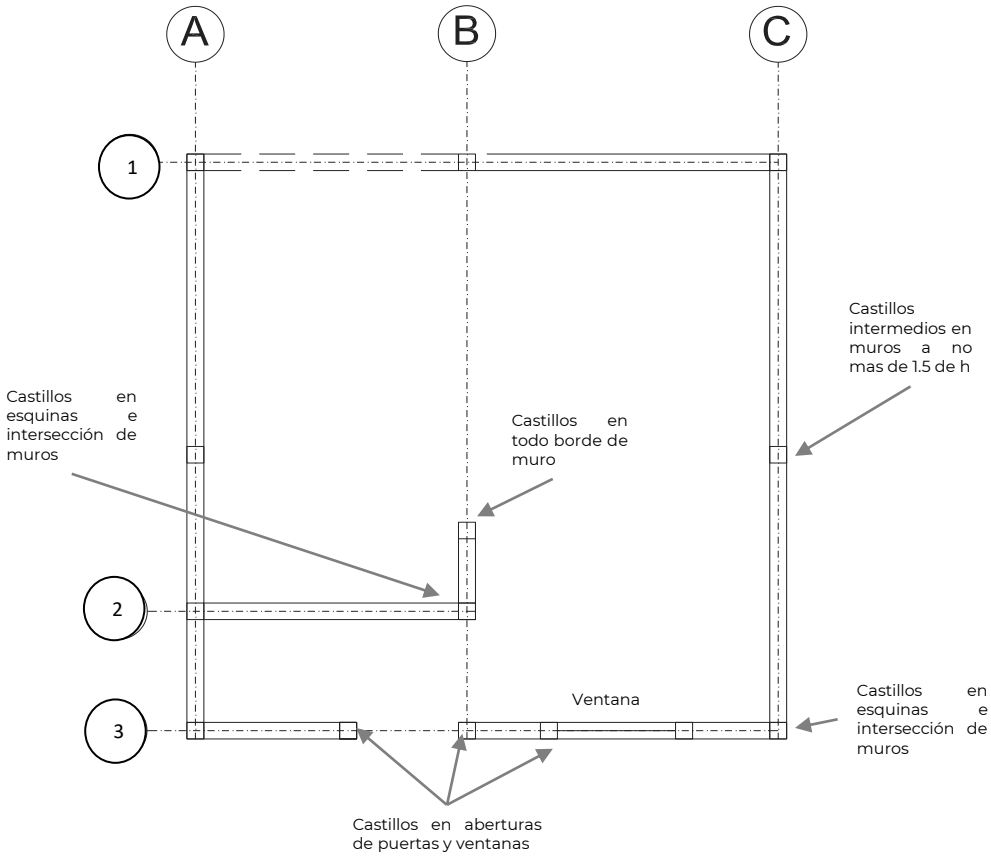


Imagen 10. Recomendación basada en Normas Técnicas Complementarias . (2017). Mampostería confinada. En diseño y construcción de estructuras de mampostería (648). Ciudad de México: Gaceta Oficial de la Ciudad de México y adaptada a las necesidades de la Comisión Nacional de Vivienda.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

FORMA REGULAR

Entre más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurra un terremoto. Construcciones pesadas se mueven con mayor fuerza al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia será mayor sobre los elementos estructurales de está, sin embargo, debido a las velocidades que en algunas zonas alcanza el viento, también se recomienda que la construcción sea fuerte en su base y evitar que sea vulnerable ante el viento.

Fotografía 1 de archivo de la Conavi. Vivienda construida con una cubierta ligera en Ixtepec, Oaxaca. 2020.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA

Es común y hasta cierto punto permitido, que la construcción se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo sin embargo, es importante colocar adecuadamente castillos y cadenas o elementos de concreto reforzado para incrementar la resistencia y rigidez lateral de las viviendas, esto favorecerá a que la construcción optimice su comportamiento durante y después de los sismos.

Fotografía 2 de archivo de la Conavi. Vivienda con aberturas confinadas por elementos de concreto reforzado.
Construida en Jojutla, Morelos. 2019.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

ESTABILIDAD EN LA CIMENTACIÓN

Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las fuerzas de un sismo y sus elementos deben resistir las velocidades del viento que se presentan en la zona. Para conseguir lo anterior la cimentación debe ser buena, ya que además de proporcionar la estabilidad necesaria, evitará fallas abruptas ante posibles procesos de socavación.

Fotografía 3 de archivo de la Conavi. Cimentación en proceso de construcción. Morelia, Michoacán. 2020.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

ESTRUCTURACIÓN APROPIADA

Para que una edificación soporte un terremoto, su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Se deberán contemplar principios como una correcta geometría, una construcción rígida, una vivienda con un peso adecuado, etc.

Fotografía 4.

Fotografías 4 y 5 de archivo de la Conavi. Vivienda construida en Jojutla, Morelos. 2019.

Fotografía 5.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

MATERIALES

Los materiales a emplear como cemento, varilla corrugada, bloques de concreto, mortero, cal, etc., deberán cumplir con las Normas Mexicanas vigentes para su correcta utilización en obra. Existirán ocasiones en que, por las necesidades de la zona a trabajar, se ocuparán materiales regionales como bloques de adobe principalmente, y ya que estos no podrán ser evaluados en su totalidad por un laboratorio de calidad de materiales, al menos, deberán garantizar una resistencia mínima para el correcto funcionamiento de las construcciones.

Fotografía 6.

Fotografía 7.

Fotografía 8.

Fotografías 6, 7 y 8 de archivo de la Conavi. Materiales usados en diversas obras a cargo de la CONAVI. 2020.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

MATERIALES

Los materiales deberán tener al menos las siguientes características y especificaciones para ser empleados en la construcción de viviendas Conavi:

VARILLAS DE ACERO

Las varillas de acero se encuentran comercialmente en diámetros del No. 2 y hasta del No. 10. La superficie de estas varillas presenta rebordes en sus superficies (corrugado) cuya función es mejorar la adherencia a los materiales aglomerantes al inhibir el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea. El grado de Fluencia nominal para el acero será de 4200 kg/cm^2.

En la siguiente tabla se relaciona el diámetro de las varillas y sus especificaciones nominales comúnmente utilizados en la vivienda:

NO.	DIÁMETRO	ÁREA (cm^2)	PESO (kg/m)
2	1/4”	0.32	0.250
3	3/8"	0.71	0.560
4	4/8"	1.27	0.994
5	5/8"	1.98	1.552
6	6/8"	2.85	2.235

Tabla 5. Diámetros de varilla, Conavi. (2020)

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

MATERIALES

GRAVA

- El agregado grueso deberá almacenarse de tal forma que se evite que se mezcle con otros materiales o se contamine con material orgánico.
- Debe protegerse de la lluvia.
- Debe ser producto de trituración, no en forma de laja ni redondeada como las piedras de río.
- Debe caber entre las paredes de la cimbra y entre la varilla.
- El tamaño máximo del agregado será de 19mm.

ARENA

- La arena se deberá cernir (colar con una malla) para estar limpia de arcilla y materia orgánica.
- Deberá protegerse de la lluvia para evitar que se lleve los finos.
- Tamaño fino a medio fino

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

MATERIALES

CEMENTO PARA ALBAÑILERÍA (MORTERO)

- El usado comúnmente en obra se puede clasificar en dos tipos de acuerdo a su resistencia a la compresión: el tipo I con un f_j'=125kg/cm^2 y el tipo II con un f_j'=75kg/cm^2 y se deberá elaborar por medios mecánicos.
- Se debe colocar un entarimado de madera para evitar que la mezcla se contamine con el suelo.
- Se mezclarán en seco la arena y el mortero hasta alcanzar una consistencia homogénea de color uniforme y se agregará agua hasta lograr la resistencia deseada, cuidando la cantidad de entre 35% y 45% del agregado fino.
- En caso de que la arena esté húmeda, es necesario restar agua a la mezcla para compensar.
- Su uso se recomienda para cimentaciones de piedra, plantillas, aplanados y revestimientos ligeros, en proporciones de acuerdo a la siguiente dosificación.

DOSIFICACIÓN		
MORTERO SACO DE 50 kg	ARENA BOTES DE 19 l	USO
1	6	PLANTILLAS
1	5	CIMIENTOS DE PIEDRA
1	5	APLANADOS
1	6	REVESTIMIENTOS LIGEROS
1	4	PIEZAS DE MAMPOSTERÍA

Tabla 6. Dosificación extraída del manual del constructor de Cemex, Conavi. (2020)

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

MATERIALES

CONCRETO

El concreto está compuesto principalmente por cemento, agregados y agua. En algunas ocasiones se podrán usar aditivos retardantes o acelerantes que mejoren la trabajabilidad del concreto.

Considerar las siguientes recomendaciones.

- Se elaborará por medios mecánicos a excepción de la plantilla.
- Evitar el contacto con el terreno natural al momento del vaciado.
- Seleccionar cuidadosamente los agregados sanos con granulometría adecuada.
- Cuidar de no exceder la cantidad de agua en la mezcla, añadiendo solamente lo indispensable para su manejo.
- Revolver perfectamente la mezcla de agregados, evitando la separación de las gravas.
- Para que no se agriete, el curado es indispensable. Mantenga húmeda la superficie del concreto colado después del descimbrado, tanto tiempo como sea posible.
- El ancho de la losa será de entre 8 y 10cm.
- Disminuir la temperatura del concreto fresco en climas calientes usando agregados y agua fríos.
- Proteger el concreto durante las primeras horas después del colado y acabado para disminuir la evaporación al mínimo. Esto es lo más importante para evitar la contracción y el agrietamiento. La aplicación de humedad a la superficie, usando un aspersor es un medio efectivo para evitar la evaporación del agua del concreto.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

MATERIALES

TABLA DE DOSIFICACIÓN DE CONCRETO

f_c' (kg/cm²)	AGREGADOS				Aplicación
	Cemento (Saco 50 kg)	Arena (Bote 19l)	Grava (Bote 19l)*	Agua (Bote de 19l)	
100	1	6 1/2	9	2 1/4	Plantilla
200	1	4	5	1 1/2	Losa de cimentación, pisos, cadenas, castillos, muros, losas
250	1	3	4	1 1/3	Zapatas de concreto, cadenas de desplante.

Tabla 7. Dosificación extraída del manual del constructor de Cemex, Conavi. (2020)

* **NOTA**. Dosificación para una grava de 3/4 de pulgada.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

MATERIALES

PIEZAS DE MAMPOSTERÍA INDUSTRIALIZADAS (BLOQUES O TABIQUES)

- Las piezas para construir los muros de tabique rojo recocido deben colocarse totalmente húmedas o saturadas de agua y, por el contrario, si se utilizan bloques de concreto, estos deben colocarse totalmente secos.

- Cuando se utilice una pieza multiperforada, comprobar que los huecos no constituyen un porcentaje mayor del 50% del área de la sección.

- La distancia mínima que debe existir entre los huecos y el borde de la pieza debe ser de 1.5 cm.

En la siguiente tabla se indican las propiedades mecánicas mínimas para las piezas de mampostería a emplear en la construcción de las viviendas. (NTC de mampostería CDMX)

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA PIEZA			
TIPO DE BLOQUE	γ	f_m'	v_m'
TABIQUE MACIZO DE ARCILLA ARTESANAL	1300kg/m^3	15kg/cm^2	2kg/cm^2
TABIQUE HUECO DE ARCILLA EXTRUIDA	1700kg/m^3	20kg/cm^2	2kg/cm^2
BLOQUE DE CONCRETO	1700kg/m^3	15kg/cm^2	2kg/cm^2
TABIQUE MACIZO DE CONCRETO	1500kg/m^3	15kg/cm^2	2kg/cm^2

Tabla 8. Propiedades mecánicas de la pieza, Conavi. (2020)

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Para conseguir una construcción con seguridad estructural, se deben cumplir con los requisitos de calidad y resistencia de los materiales y acatar las especificaciones de diseño y construcción. La falta de control de calidad en la construcción y la ausencia de supervisión técnica, han sido la causa de daños y colapsos de edificaciones que aparentemente cumplen con otras características o principios de resistencia ante fenómenos naturales como sismos, vientos fuertes e inundaciones súbitas por lluvias extraordinarias. Hay que recordar que, "**los efectos de los fenómenos naturales descubren descuidos y errores que se hayan cometido al construir"**.

Fotografía 9 de archivo de la Conavi. Procedimiento constructivo de una cimentación. Mexicali, Sonora. 2020.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

EVALUACIÓN DEL PREDIO

Dependiendo la ubicación de la vivienda, esta se puede ver afectada por diferentes causas casi siempre asociadas a fenómenos naturales, sin embargo, resulta importante identificar los peligros principales que existan en la zona y afecten a la vivienda para garantizar que las intervenciones propuestas efectivamente solucionen los efectos y se evite que se generen los mismos daños en un futuro cercano. Por lo que a continuación, se describen las recomendaciones para seleccionar el lugar correcto para edificar las viviendas.

.

- Revisar construcciones colindantes o cercanas con el fin de identificar o evaluar el comportamiento que se ha tenido en la zona.

- La distribución depende mucho del clima, la orientación del terreno, la vegetación, del número de personas que la va a habitar, etc.

- Es de suma importancia revisar el suelo donde se desplantará la vivienda para contemplar el diseño de la cimentación, es por eso que se recomienda realizar estudios de suelos específicos.

- Además, se recomienda realizar los estudios técnicos necesarios o bien contar con la documentación que permita verificar las condiciones del contexto regional y urbano, 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 peligros (aplica para conjuntos habitacionales).

PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

EVALUACIÓN DEL PREDIO

- Toda restricción de las construcciones debe estar regulada por lo establecido en el programa de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, atlas de riesgo municipal, estatal o federal, las disposiciones jurídicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA) y todas las disposiciones emanadas de las leyes y reglamentos inherentes a la autorización de viviendas.

Para la edificación de viviendas, sin olvidar las disposiciones legales aplicables, debe evitarse la selección de terrenos que presenten alguna o varias de las siguientes condiciones:

VULNERABILIDAD GEOLÓGICA

- Los ubicados en cañadas, barrancas, cañones sujetos a erosión y escurrimientos e inundaciones pluviales.

- Los que presenten erosión severa, con cavidades profundas con menos de 100m de separación entre estas.

- Los que tengan posibilidad o peligro de deslizamientos del suelo en, o sobre las viviendas. En caso de terrenos localizados al hombro o al pie de una ladera, se debe verificar el grado de peligro de deslizamiento mediante análisis geológicos y geofísicas. En caso de que la ladera presente situaciones de inestabilidad, se debe garantizar su estabilización mediante un análisis de estabilidad de talud para definir el tipo de obra de mitigación, que puede ser: obras de cortes, taludes, muros de contención, entre otros.

- Que contengan arenas o gravas no compactas.

- Sujetos a erosión hídrica, ya sea por aguas pluviales o fluviales, superficiales o internas.

- Deben evitarse los sitios localizados en lugares que presenten fallas geológicas ya sean activas o no activas.

EVALUACIÓN DEL PREDIO

- Las laderas de un volcán, que esté 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.

- En suelos altamente compresibles, ya que son susceptibles a experimentar grandes deformaciones al ser sometidos a cargas mayores a las que actualmente tienen debidas a su peso propio.

VULNERABILIDAD HIDROLÓGICA

- Las franjas de zonas federales 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.

- Los suelos de recarga acuífera.

- Zonas inundables.

- Los sitios con lagunas y represas de regulación de canales, arroyos y ríos.

VULNERABILIDAD METEOROLÓGICA

- Zonas de flujos de agua de grandes avenidas y/o inundaciones súbitas.

- Zonas sujetas al desprendimiento de ríos.

- Zonas inestables ubicadas a menos de 500m de cuevas o curvas de ríos.

- Zonas costeras sujetas a mareas violentas generadas por ciclones, tormentas y oleaje extremo.

- Zonas como playas y dunas, cuyos procesos erosivos naturales se agravan y desequilibran por causa de la urbanización sobre estas.

VULNERABILIDAD POR ÁMBITO URBANO

- Áreas de relleno provenientes de residuos industriales, químicos, contaminantes o de basura en general.
- Áreas que fueron cementerios.
- 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.
- Dentro del radio de afectación derivado de algún desastre químico causado por alguna fuga, derrame, explosión o incendio de industrias localizadas en la vecindad de este.
- Los que anteriormente hayan sido utilizados como depósitos de materiales corrosivos reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o infecciosos.
- Los que se localicen en yacimientos petrolíferos que permitan una explotación de estos o que presenten probabilidades de futuros aprovechamientos. Deben determinarse derechos de vía de carreteras, líneas eléctricas y de distribución de alumbrado público y de líneas de comunicación como ramales de telefonía, televisión por cable e internet.

Se recomienda ampliamente revisar el "Atlas Nacional de Riesgos" del Cenapred, los Atlas de Riesgos Estatales y Municipales para revisar estos casos, los Programas de Ordenamiento Territorial y las "Recomendaciones Técnicas sobre peligros y cimentación" de la Conavi.

RECOMENDACIONES
ESTRUCTURALES

PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

CONCEPTOS BÁSICOS PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

Toda la resistencia de la construcción de una vivienda se basa en su diseño estructural o en el criterio que el asistente técnico emplee para la edificación de la misma, por lo que, para conseguir que una vivienda no se dañe o colapse ante las fuerzas de los fenómenos naturales (que sea segura estructuralmente), es necesario que el sistema estructural de la intervención (cimentación, muros, castillos, cadenas de cerramiento y losas) sea diseñado y construido de manera que se optimicen las propiedades de cada elemento, es por eso que, en este apartado se emiten recomendaciones a considerar en el diseño de la propuesta, sin embargo, se deberá considerar la normativa vigente local antes de estas recomendaciones o lo que se indica en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcción de la Ciudad de México (exceptuando los temas relacionados a cargas muertas, vivas y accidentales y diseños por sismo y viento).

CRITERIOS PARA LA CIMENTACIÓN

La cimentación es un elemento fundamental de una vivienda y es requerido que sea construida con la calidad y requerimientos necesarios para hacerla óptima y funcional, ya que, a la larga una mala construcción, con deficiencias, mala calidad de materiales o un procedimiento constructivo no adecuado podrían producir daños estructurales que generen afectaciones a toda la estructura.

Los principales factores que originan daños en las cimentaciones son:

- **Mala elección / Diseño de cimentación.** Como se ha mencionado, las viviendas se deben construir sobre terrenos estables y seguros.
- **Uso de materiales de baja calidad.**
- **Construcciones vecinas.** Las vibraciones de maquinarias o excavaciones de terrenos colindantes pueden producir daños en la construcción de la vivienda.
- **El deterioro por el paso del tiempo.** Este factor se da en el caso de viviendas antiguas.
- **Agua.** Es la causa que genera más daños en la cimentación, puede ser debido a avenidas grandes de ríos, inundaciones o fracturas en las instalaciones de la construcción.
- **Ausencia de mejoramiento de suelos.** Debido a la existencia de suelos muy blandos y que generan inestabilidad en la cimentación.
- **Construcción directamente en terreno natural.** Cuando se olvida colocar una plantilla o algún geotextil que evite la capilaridad del suelo.

CRITERIOS PARA LA CIMENTACIÓN

En la siguiente tabla se recomienda el tipo de cimentación de acuerdo al tipo de suelo donde se vaya a construir una vivienda de hasta dos niveles, sin embargo, no se limita el tipo de cimentación a construir siempre y cuando sea justificado en un estudio de suelos y su respectivo diseño estructural.

RECOMENDACIÓN DE CIMENTACIÓN DE ACUERDO AL TIPO DE SUELO	
TIPO DE SUELO	OPCIÓN
SUELO FIRME	ZAPATA CORRIDA DE PIEDRA BRAZA
	ZAPATA CORRIDA DE CONCRETO ARMADO
	LOSA DE CIMENTACIÓN CON MALLA ELECTROSOLDADA
SUELO FIRME A MEDIO	ZAPATA CORRIDA DE PIEDRA BRAZA
	ZAPATA CORRIDA DE CONCRETO
	LOSA DE CIMENTACIÓN CON MALLA ELECTROSOLDADA
SUELO MEDIO A BLANDO	LOSA DE CIMENTACIÓN CON VARILLA CORRUGADA
	ZAPATA CORRIDA DE CONCRETO ARMADO
SUELO MUY BLANDO O SUELTO	LOSA DE CIMENTACIÓN CON VARILLA CORRUGADA

Tabla 9. Recomendación de cimentación de acuerdo al tipo de suelo, Conavi. (2020)

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

LOSA DE CIMENTACIÓN REFORZADA CON VARILLA CORRUGADA DEL NO. 3

PERALTE	ACERO SENTIDO LONGITUDINAL	ACERO SENTIDO TRANSVERSAL	RECUBRIMIENTO	MATERIALES	
10- 12 cm	# 3 @ 20cm	#3 @ 20cm	- SIN PLANTILLA 5 cm - CON PLANTILLA 3 cm	CONCRETO f_c'=200 kg/cm^2	ACERO DE REFUERZO f_y= 4200 kg/cm^2

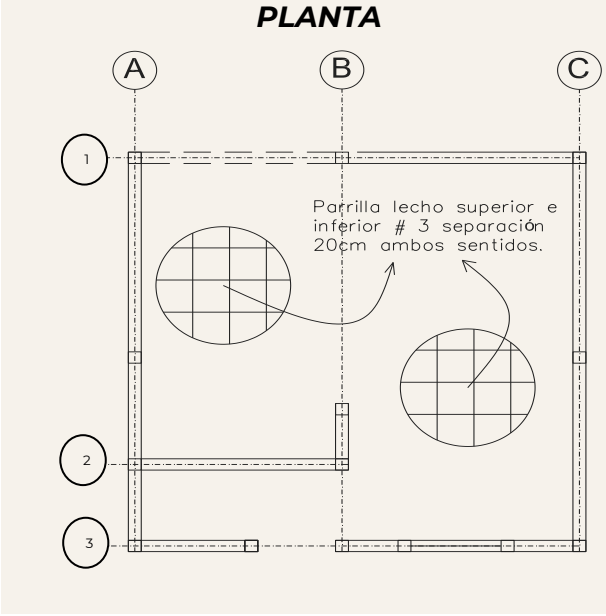


Imagen 11. Armado de losa de cimentación con varillas del n. 3. Conavi, (2020).

NOTA: Las contratrabes deberán tener una sección de 40cm de peralte y 15cm de espesor, armada con 6#3 (como se indica en la siguiente figura) y estribos n.2@15cm. Además, en las zonas con suelos blandos, considerar un mejoramiento de suelo con un espesor de capa de 20 cm de tepetate como mínimo. Profundidad de desplante recomendada 60 cm, además se recomienda la colocación un geotextil o una capa de limpieza de 1 cm de concreto de 100 kg/cm^2.

LOSA DE CIMENTACIÓN REFORZADA CON VARILLA CORRUGADA DEL NO.3

PERSPECTIVA

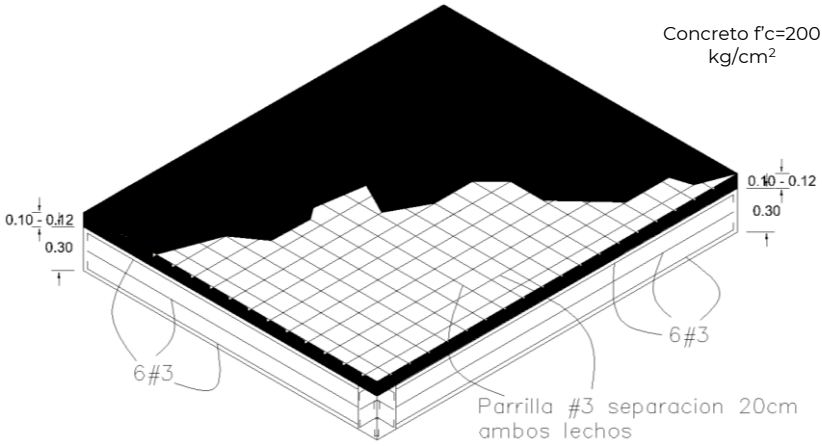


Imagen 12.1

DETALLE

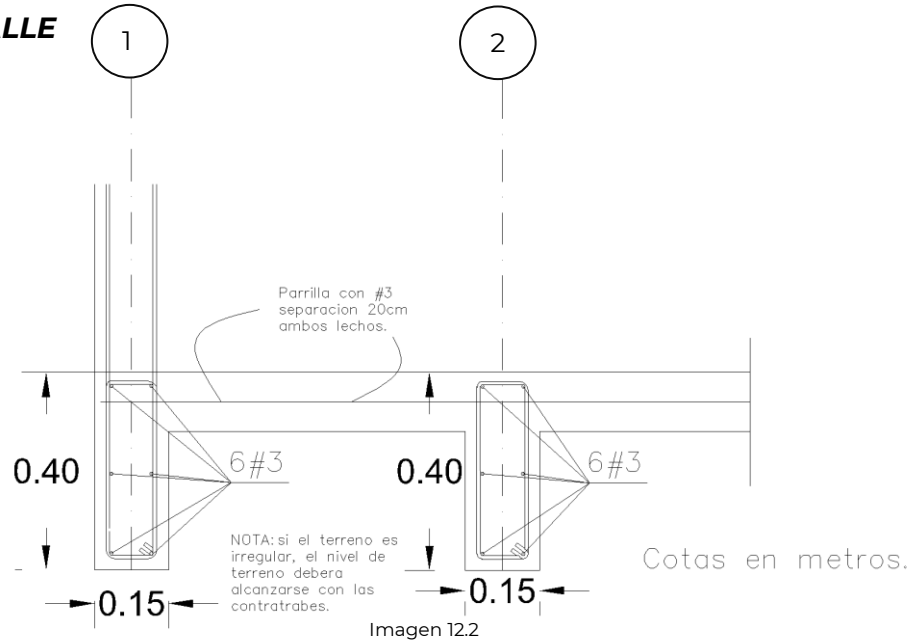


Imagen 12.2

Imagen 12.1 y 12.2. Armado de losa de cimentación, Conavi. (2020)

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

LOSA DE CIMENTACIÓN REFORZADA CON MALLA ELECTROSOLDADA 6x6 - 6/6

PERALTE	TIPO	CALIBRE	RECUBRIMIENTO	MATERIALES	
10 CM	6X6 – 6/6	6	- SIN PLANTILLA 5 cm - CON PLANTILLA 3 cm	CONCRETO f_c'=200 kg/cm^2	ACERO DE REFUERZO f_y= 5000 kg/cm^2

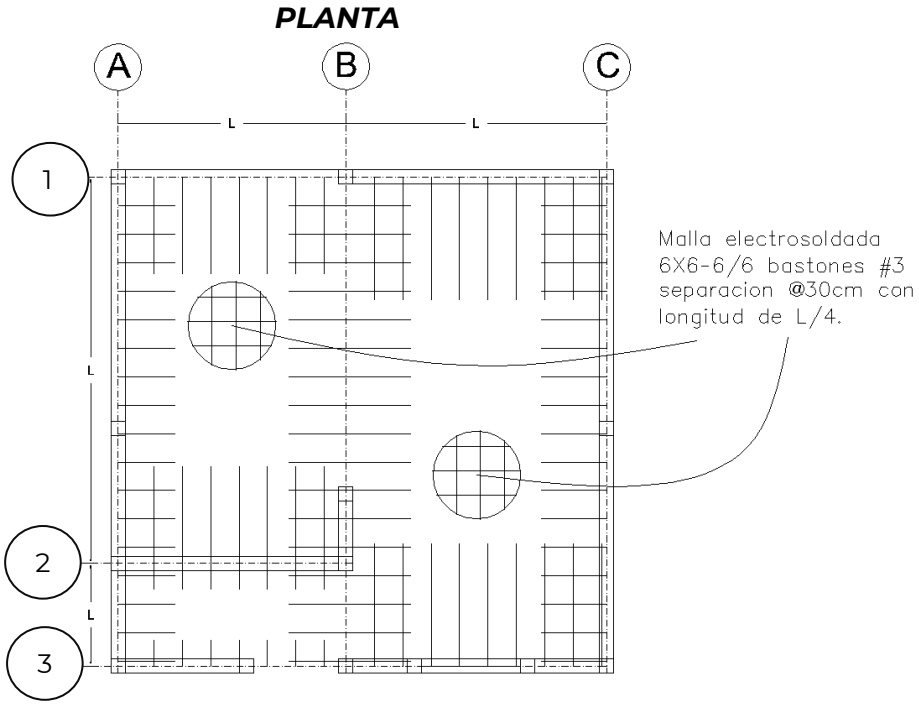


Imagen 13. Armado de losa de cimentación con malla electrosoldada, Conavi, (2020).

NOTA: Las contratrabes deberán tener una sección de 40cm de peralte y 15cm de espesor, armada con 6#3 y estribos #2@20 cm (como se indica en la figura siguiente). Además, en las zonas con suelos blandos, considerar un mejoramiento de suelo con un espesor de capa de 20 cm de tepetate como mínimo. Profundidad de desplante recomendada 60 cm, además se recomienda colocar un geotextil o una capa de limpieza de 1 cm de concreto de 100 kg/cm^2.

LOSA DE CIMENTACIÓN REFORZADA CON MALLA ELECTROSOLDADA 6x6 - 6/6

PERSPECTIVA

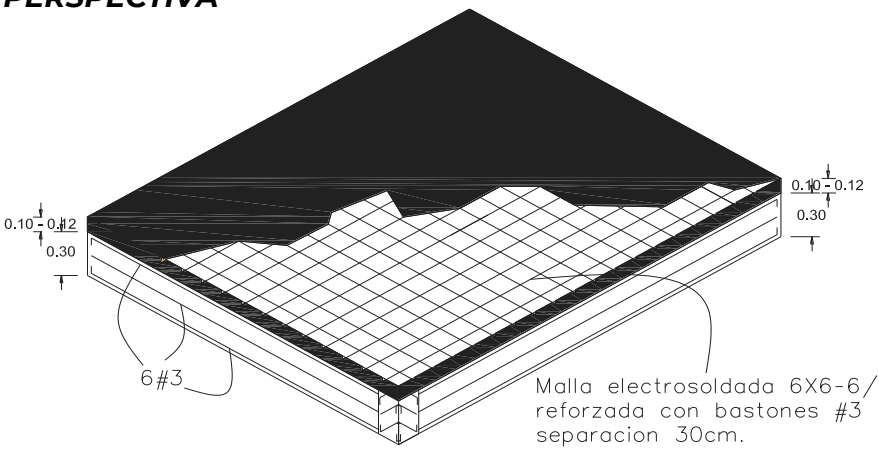


Imagen 14.1

DETALLE

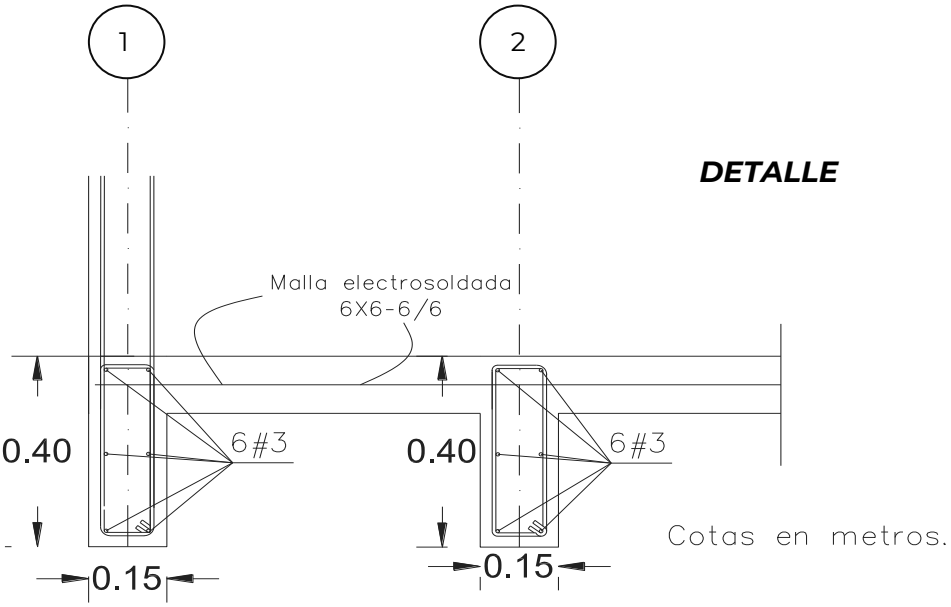


Imagen 14.2

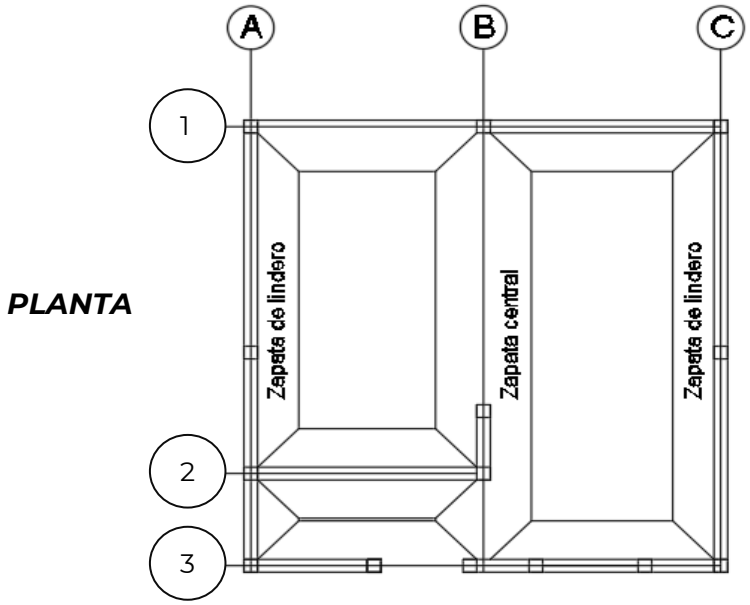
Imagen 14.1 y 14.2. Armado de losa de cimentación, Conavi. (2020)

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

ZAPATA CORRIDA DE MAMPOSTERÍA PARA VIVIENDA DE HASTA DOS NIVELES

BASE			
PERALTE	BASE MAYOR	BASE MENOR	MATERIAL
80 cm	60 cm	30 cm	PIEDRA BRAZA ANGULAR

DALA DE DESPLANTE						
PERALTE	ANCHO	ACERO DE REFUERZO	ESTRIBOS	RECUBRI-MIENTO	MATERIALES	
					CONCRETO	ACERO DE REFUERZO
40 cm	20 cm	6#3	N.2 @20 cm	3 cm	f_c'= 200 kg/cm^2	f_y= 4200 kg/cm^2



PLANTA

Imagen 15. Zapata corrida de mampostería. Conavi, (2020).

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

ZAPATA CORRIDA DE MAMPOSTERÍA PARA VIVIENDA DE HASTA DOS NIVELES

CORTE ZAPATA CENTRAL

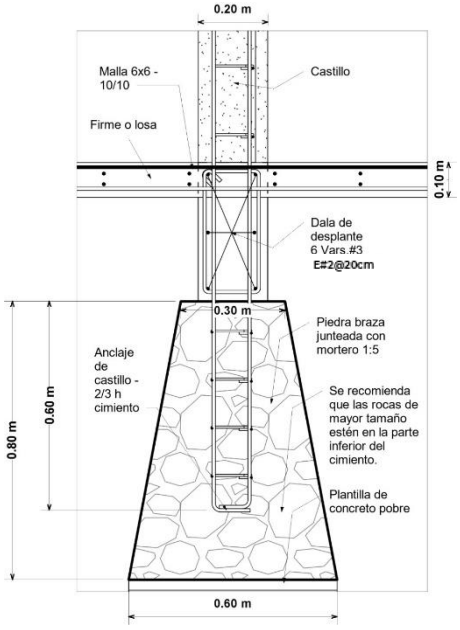


Imagen 16.1

CORTE ZAPATA LINDERO

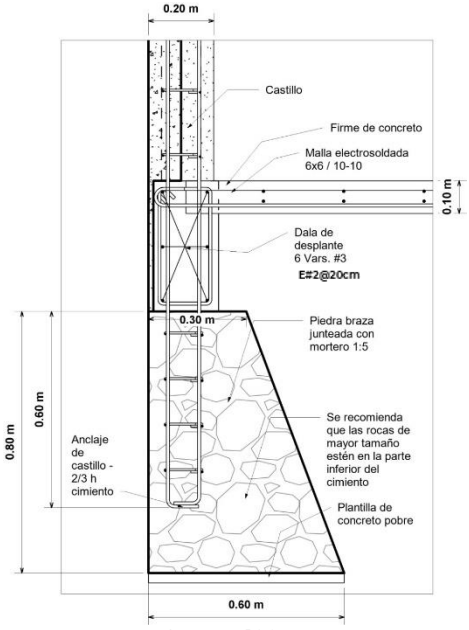


Imagen 16.2

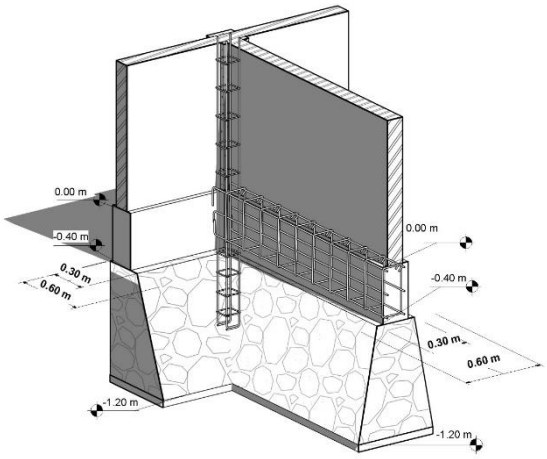


Imagen 16.3

NOTA:
Para viviendas de un nivel se podrán modificar las dimensiones de la dala de desplante a 20x30 cm armada con 4#3@20 cm y también se podrá disminuir la profundidad de desplante hasta 50 cm.

Cotas en metros

Imagen 16.1, 16.2 y 16.3. Armado de cimentación de mampostería de piedra braza, Conavi. (2020)

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

ZAPATA CORRIDA DE CONCRETO PARA VIVIENDAS DE UN NIVEL

BASE					
PERALTE	ANCHO	ACERO DE REFUERZO	RECUBRI-MIENTO	MATERIALES	
				CONCRETO	ACERO DE REFUERZO
10 cm	50 cm	PARRILLA #3@20 cm ambos sentidos	3 cm	f_c'=200 kg/cm^2	f_y= 4200 kg/cm^2

DALA DE DESPLANTE O CONTRATRABE				
PERALTE	ESPESOR	ACERO DE REFUERZO	RECUBRIMIENTO	ESTRIBOS
40 cm	20 cm	6#3	3 cm	#2 @20 cm

PLANTA

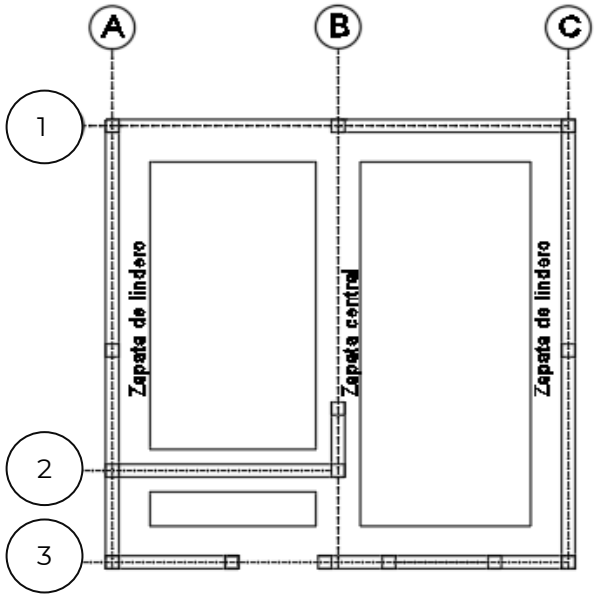


Imagen 17. Zapata corrida de concreto reforzado para vivienda de un nivel. Conavi, (2020).

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

ZAPATA CORRIDA DE CONCRETO PARA VIVIENDAS DE UN NIVEL

CORTE ZAPATA LINDERO

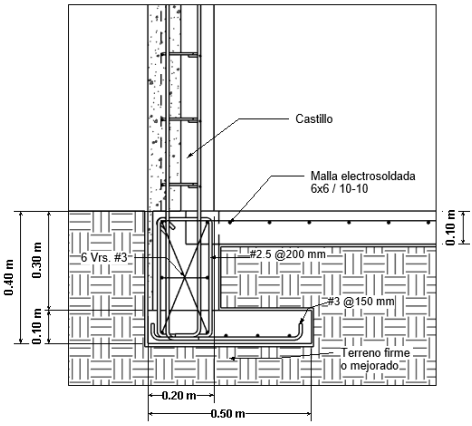


Imagen 18.1

CORTE ZAPATA CENTRAL

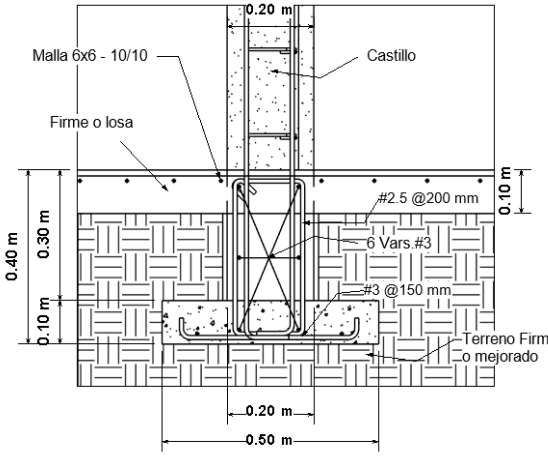


Imagen 18.2

PERSPECTIVA

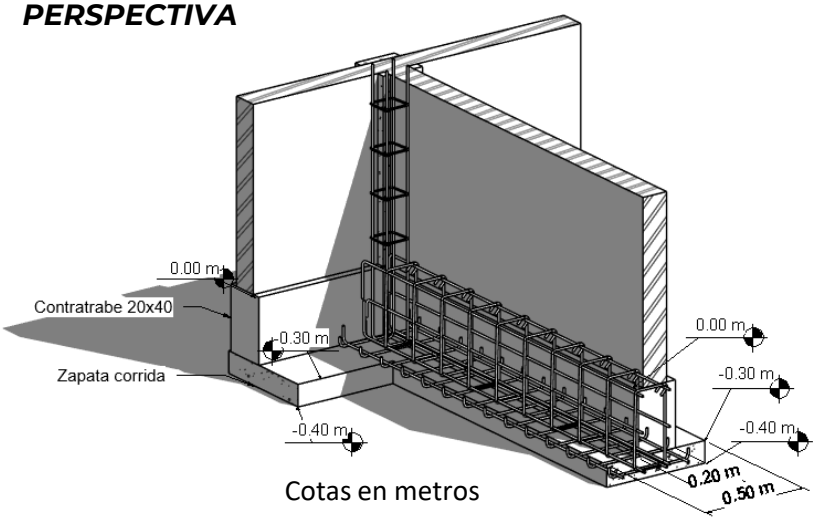


Imagen 18.3

Imagen 18.1, 18.2 y 18.3. Armado de cimentación de zapata corrida, Conavi. (2020)

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

ZAPATA CORRIDA DE CONCRETO PARA VIVIENDAS DE DOS NIVELES

BASE					
PERALTE	ANCHO	ACERO DE REFUERZO	RECUBRI-MIENTO	MATERIALES	
10 cm	80 cm	PARRILLA #3@20 cm ambos sentidos	3 cm	CONCRETO	ACERO DE REFUERZO
				f_c'=200 kg/cm^2	f_y= 4200 kg/cm^2

DALA DE DESPLANTE O CONTRATRABE				
PERALTE	ESPESOR	ACERO DE REFUERZO	RECUBRI-MIENTO	ESTRIBOS
60 cm	20 cm	6#3	3 cm	#2@20 cm

PLANTA

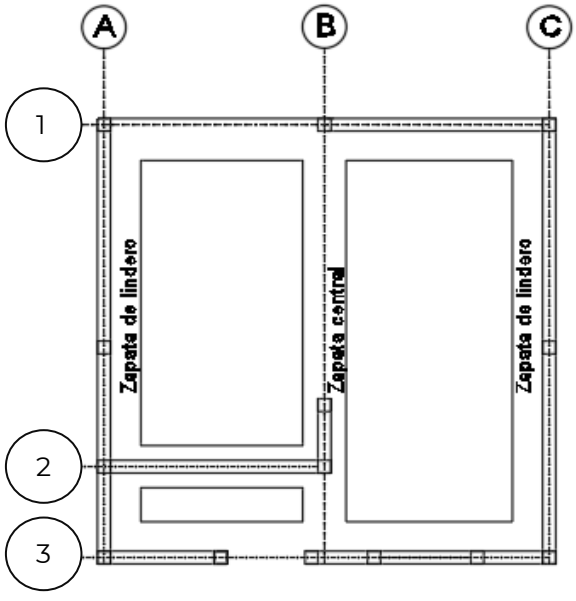


Imagen 19. Zapata corrida de concreto para vivienda de dos niveles. Conavi, (2020).

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

ZAPATA CORRIDA DE CONCRETO PARA VIVIENDAS DE DOS NIVELES

CORTE ZAPATA LINDERO

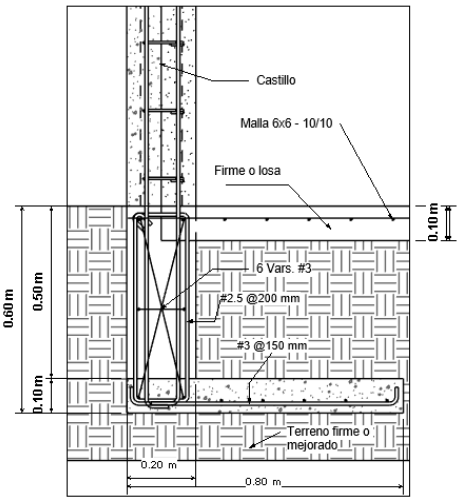


Imagen 20.1

CORTE ZAPATA CENTRAL

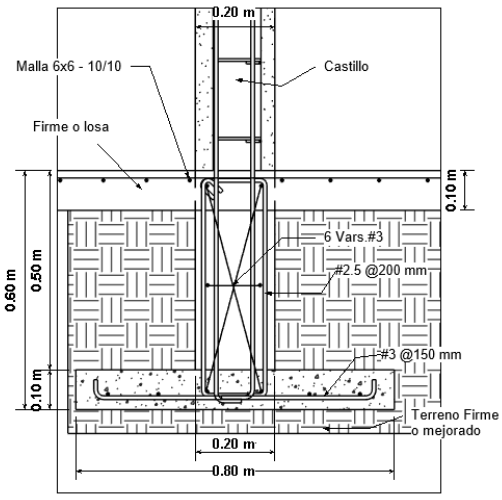


Imagen 20.2

PERSPECTIVA

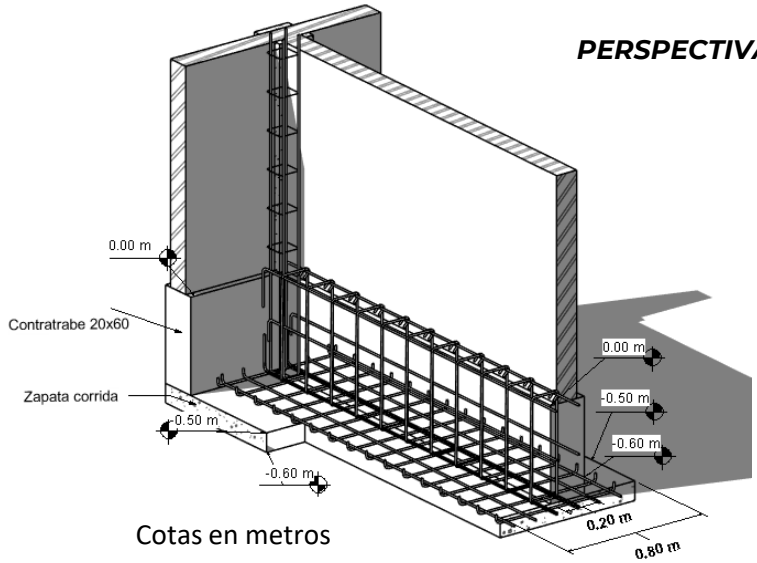


Imagen 20.3

Imagen 20.1, 20.2 y 20.3. Armado de cimentación de zapata corrida, Conavi. (2020)

RECOMENDACIONES PARA LOS MUROS DE LA VIVIENDA

RECOMENDACIÓN DE PIEZAS DE MAMPOSTERÍA PARA MUROS DE ACUERDO A LA REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA	
ZONA	OPCIÓN
A	PIEZAS HUECAS (BLOCK HUECO, LADRILLOS MULTIPERFORADOS, ETC.)
B	PIEZAS HUECAS (BLOCK HUECO, LADRILLOS MULTIPERFORADOS, ETC.)
C	PIEZAS MACIZAS (BLOCK MACIZO, LADRILLO, TABIQUE ROJO RECOCIDO, ETC.)
D	PIEZAS MACIZAS (BLOCK MACIZO, LADRILLO, TABIQUE ROJO RECOCIDO, ETC.)

Tabla 10. Recomendación de piezas de mampostería para muros de acuerdo a la regionalización sísmica de la Republica Mexicana, Conavi. (2020)

RECOMENDACIONES PARA LOS MUROS DE LA VIVIENDA

Los muros de una vivienda pueden clasificarse en dos, los muros estructurales o muros de carga y los no estructurales como muros divisorios, bardas o pretiles. Estos elementos, además de dividir los espacios soportan el peso de la vivienda y transmiten las cargas a la cimentación por medio de los elementos confinantes y, cuando estos no existen, las fuerzas son transmitidas por las mismas piezas de mampostería, los segundos, sirven principalmente para dividir o separar espacios dentro de la casa y no cumplen con un propósito estructural. Son muros que deben tener elementos de concreto que los confinen y permitan ligarlos a las losas, cuando sufren daños por las fuerzas de los fenómenos naturales, pueden no presentar un riesgo para el colapso de la vivienda.

MUROS DE CARGA

Cuentan con una función estructural. Estos elementos además de dividir los espacios soportan el peso de la vivienda y transmiten las cargas a la cimentación, además de contribuir a soportar las cargas verticales y horizontales generadas por sismos y/o vientos fuertes. Pueden ser de mampostería o de concreto.

MUROS DE MAMPOSTERÍA

Deberán presentar piezas completas de bloques o tabiques. ya sean industrializados o artesanales, y se presentarán cuatrapeadas. Las juntas deberán tener un espesor de 1 a 1.5 cm.
Una vez levantado el muro, las piezas se colarán en conjunto con los castillos y las cadenas de cerramiento.

MUROS DE CONCRETO

Para los casos donde se requieran muros de concreto, estos deberán ser de un espesor de 10cm o hasta de 12cm y armados con una parrilla central con varillas del no. 3 en ambos sentidos.

LONGITUD DE MUROS EN CADA DIRECCIÓN

De acuerdo a la experiencia en campo y considerando el diseño estructural, los muros son elementos muy importantes en la resistencia que puede tener una vivienda ante distintas fuerzas sísmicas, es decir, si una construcción cuenta con suficientes muros en cada sentido, esta será fuerte, por el contrario, si en un sentido no tiene suficientes muros, ese será su lado vulnerable y podría presentar daños, esta longitud necesaria se medirá considerando los metros longitudinales de muros sin aberturas, lo que se ejemplifica en la siguiente imagen:

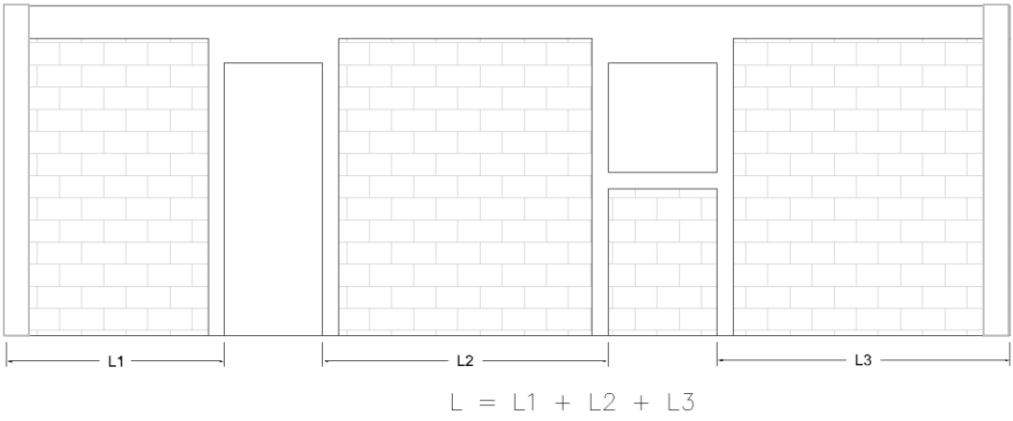


Imagen 21. Representación de como deben medirse las longitudes del muro, Conavi. (2020)

NOTA: la longitud total del muro, es igual a la sumatoria de las longitudes sin considerar los vanos (puertas y ventanas) que existan en cada muro que se encuentre en ese sentido.

* No se recomienda hacer uso de la mampostería simple (sin refuerzo) o la mampostería reforzada interiormente dado que su desempeño estructural no e el óptimo para las zonas sísmicas del país .(ver tabla 12).

LONGITUD DE MUROS EN CADA DIRECCIÓN

En las siguientes tablas, se muestran las longitudes mínimas que se recomiendan por zona sísmica y de acuerdo al metraje total de la construcción que tendrá la vivienda.

LONGITUD DE MUROS CONFINADOS EN CADA DIRECCIÓN

Área total de la vivienda (m^2)	LONGITUD MÍNIMA (m) (ver mapa pagina 13)			
	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D
40	12	12	12	13
45	13	14	14	15
50	15	16	16	17
55	16	17	18	19
60	18	20	21	23

Tabla 11. Longitud de muros confinados en cada dirección, Conavi. (2020)

LONGITUD DE MUROS DE MAMPOSTERÍA SIMPLE O NO CONFINADA EN CADA DIRECCIÓN

Área total de la vivienda (m^2)	LONGITUD MÍNIMA (m) (ver mapa pagina 13)			
	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D
30	11	20	En esta zona sísmica esta prohibido construir mampostería sin refuerzo.	En esta zona sísmica esta prohibido construir mampostería sin refuerzo.
35	13	23		
40	14	29		
45	16	33		
50	18	40		
55	21	44		
60	23	49		

Tabla 12. Longitud de muros de mampostería simple o no confinada en cada dirección, Conavi. (2020)

LONGITUD DE MUROS EN CADA DIRECCIÓN

Por ejemplo, tenemos una vivienda en el municipio de Juchitán de Zaragoza, en el estado de Oaxaca y de acuerdo al mapa de zonificación sísmica, se encuentra dentro de una zona D, en donde nuestra vivienda tiene un área 40 m^2 de construcción entonces:

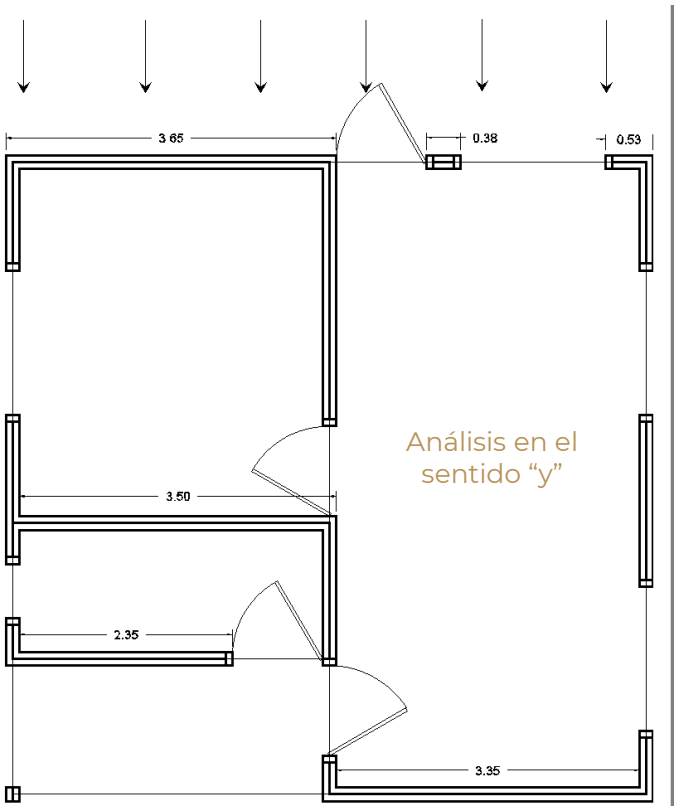


Imagen 22. Vista en planta de la representación de como deben medirse las longitudes del muro sentido “Y”, Conavi. (2020)

Si las fuerzas del temblor llegan en dirección “y”, tenemos una longitud total de 13.81 m, por lo que se cumple con lo mínimo necesario.

LONGITUD DE MUROS EN CADA DIRECCIÓN

Para el análisis de las longitudes en el sentido “x”, como se muestra en la siguiente figura, se obtiene un total de 13.00m de longitud de muros en esta dirección.

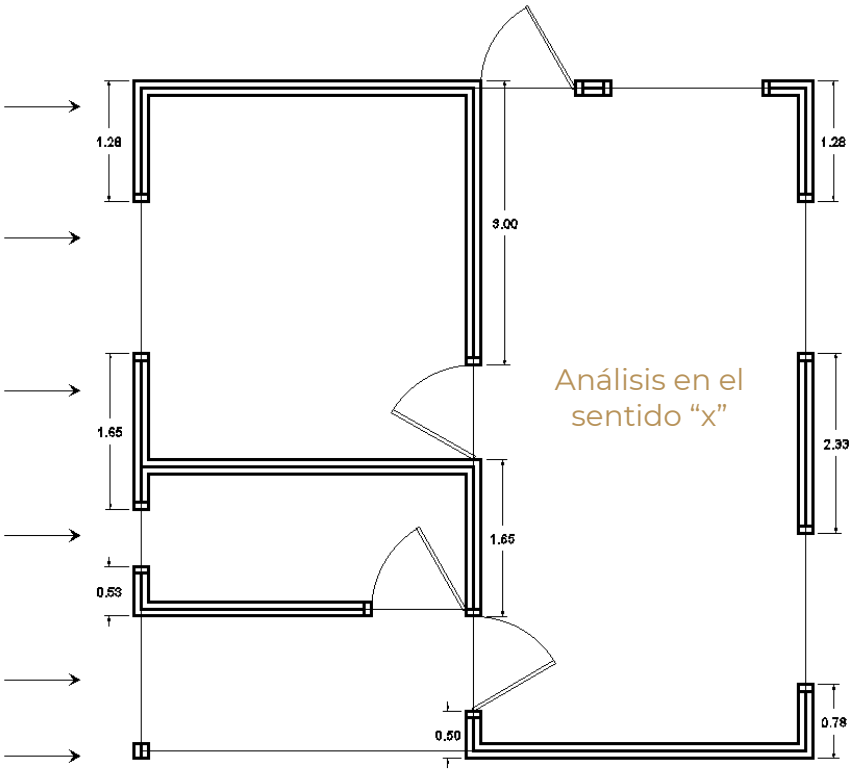


Imagen 23. vista en planta de la representación de como deben medirse las longitudes del muro sentido “X”, Conavi. (2020)

Como pudo observarse, en este ejemplo se cumplió con la recomendación de longitudes mínimas de muros de mampostería confinada para ambos sentidos de análisis de la vivienda.

RECOMENDACIONES PARA CASTILLOS

Se colocarán castillos en:

- Cambios de dirección e intersecciones de muros.
- Muros con longitudes a cada 1.5 de h.
- Aberturas de ventanas y puertas (pueden ser con armado electrosoldado).

CONCRETO	
RESISTENCIA	f_c'=200 kg/cm^2
DIÁMETRO MÁXIMO DE GRAVA	19 mm (3/4")
ACERO DE REFUERZO	
RESISTENCIA	f_y= 4200 kg/cm^2
4 VARILLAS	#3
ESTRIBOS	#2 @ 20 cm
RECUBRIMIENTO	2.5 cm

DIMENSIONES MÍNIMAS	
LADO 1	15 cm
LADO 2	El ancho del muro

Se deberá hacer una "escuadra" a cada varilla en las uniones de castillos con cadenas de cerramiento, tal como se muestra en la imagen siguiente:
Evitar traslapes, colocar piezas completas desde cimentación hasta losa. En caso contrario el traslape será de 40 diámetros el espesor de la varilla y no deberá ser más del 30% en una misma sección.

NOTA: para las zonas sísmicas C y D, la separación de estribos deberá ser de 7.5 cm en al menos 30 cm de los extremos del castillo.

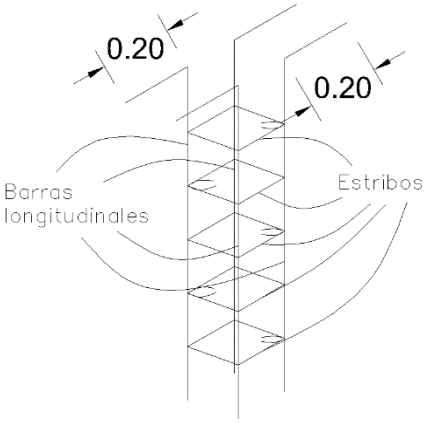


Imagen 24. Vista en isométrico partes de un castillo, Conavi. (2020)

RECOMENDACIONES PARA CADENAS DE CERRAMIENTO

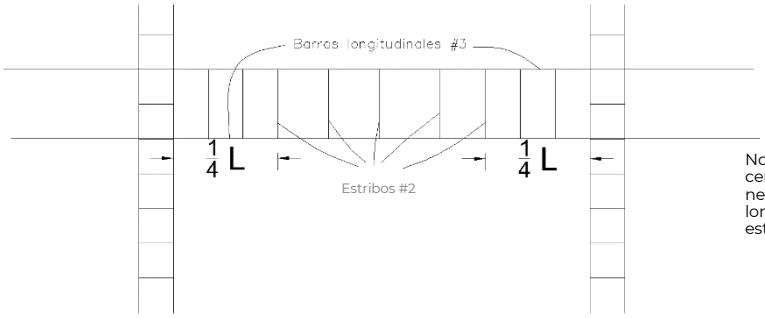
Se colocarán en:

- Una altura máxima de 3 m, si se requiere una altura mayor debido al clima de la zona, se colocará una cadena de cerramiento en la parte superior de todos los muros.
- En aberturas de puertas y ventanas (podrán reforzarse con acero electrosoldado)
- En pretiles con una altura mayor a 50 cm
- Evitar traslape de acero o piezas incompletas.

NOTA: la losa se deberá colar monolíticamente con las cadenas de cerramiento y evitar que se formen juntas frías en las uniones.

CONCRETO	
RESISTENCIA	f_c'=200 kg/cm^2
DIAMETRO MÁXIMO DE GRAVA	19mm
ACERO DE REFUERZO	
RESISTENCIA	f_y= 4200 kg/cm^2
4 VARILLAS	#3
ESTRIBOS	#2 @ 20 cm
RECUBRIMIENTO	2.5 cm

DIMENSIONES MÍNIMAS	
PERALTE	15 cm
ANCHO	El ancho del muro



Nota: En dalas de cerramiento no es necesario reducir la longitud entre cada estribo en los extremos.

Imagen 25. Disposición de acero longitudinal en las cadenas de cerramiento, Conavi. (2020)

ESPECIFICACIONES PARA MUROS (PLANTA)

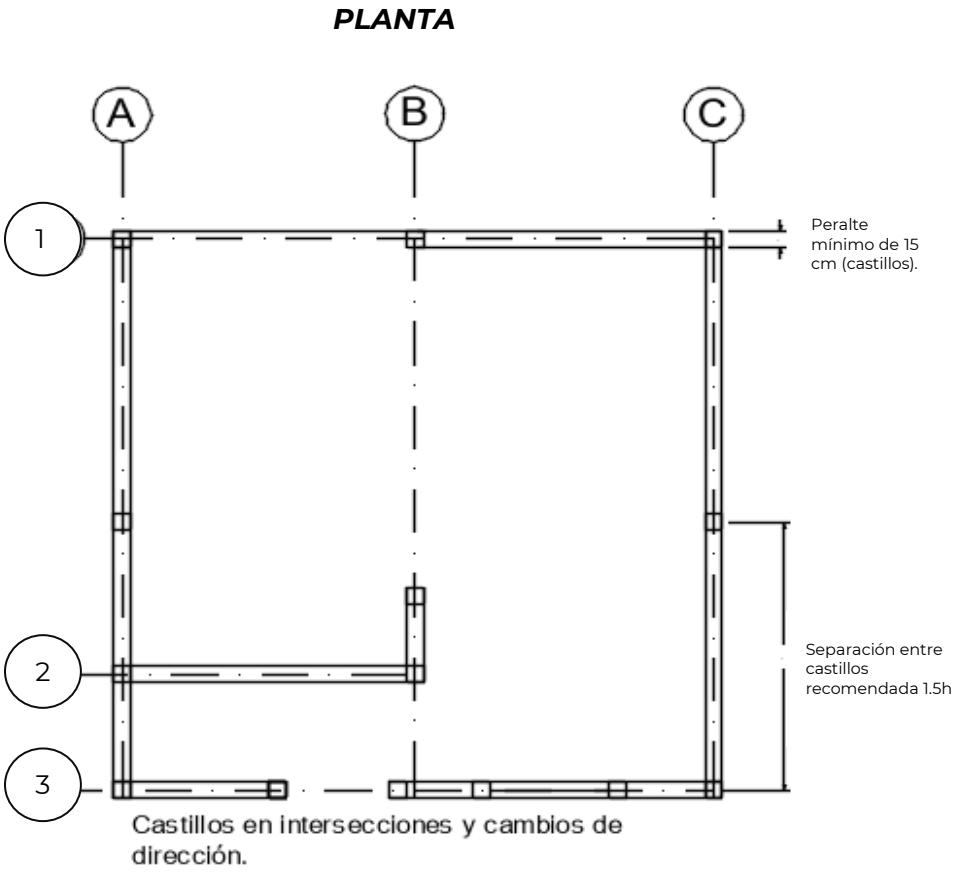
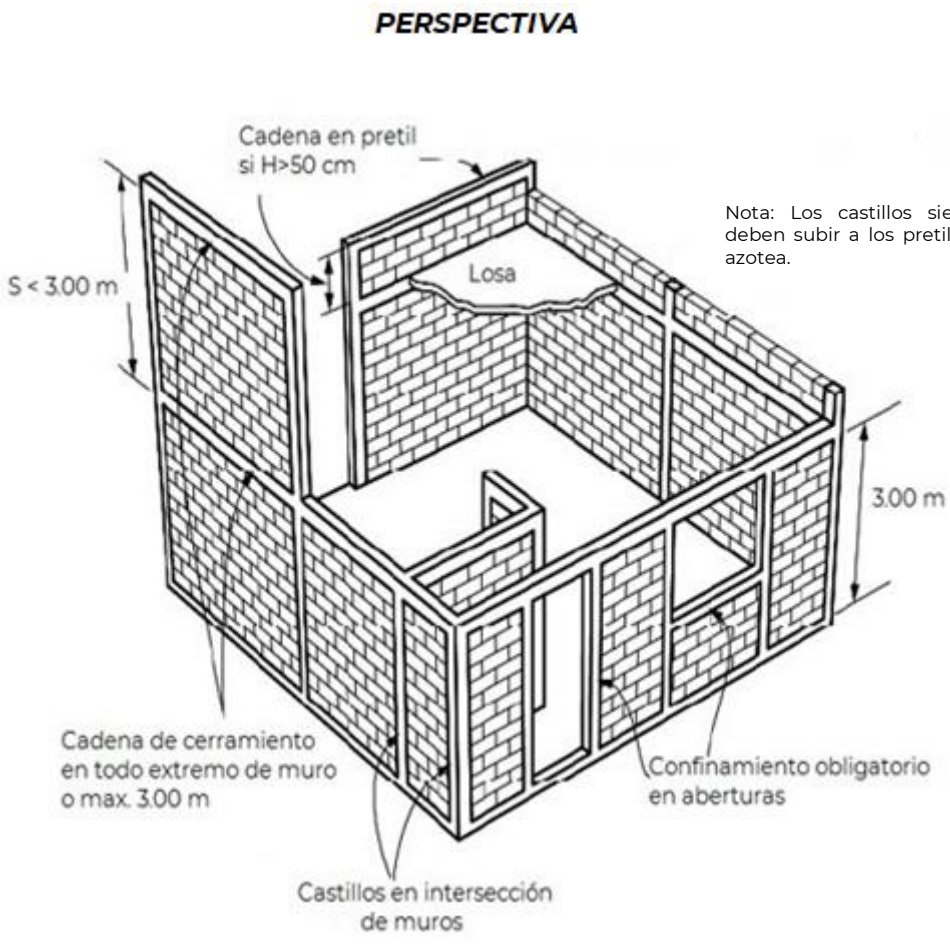


Imagen 26. Especificaciones para muros. Conavi, (2020).

ESPECIFICACIONES PARA MUROS (PERSPECTIVA)



Nota: Los castillos siempre deben subir a los pretiles de azotea.

Imagen 27. Normas Técnicas Complementarias . (2017). Mampostería confinada. En diseño y construcción de estructuras de mampostería (648). Ciudad de México: Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

ESPECIFICACIONES PARA MUROS

De acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para Estructuras de Mampostería, todos los huecos mayores a 40 cm en muros, se deben confinar, es decir, se recomienda que puertas y ventanas deben ser confinadas con castillos y cadenas de cerramiento, para los pretiles con una altura mayor a 50 cm, se deberá colocar una cadena de cerramiento.

Para el confinamiento de puertas y ventanas se permitirá el uso de electrosoldados siempre y cuando exista un empalme mínimo de 40 cm en sentido vertical.

ALZADO

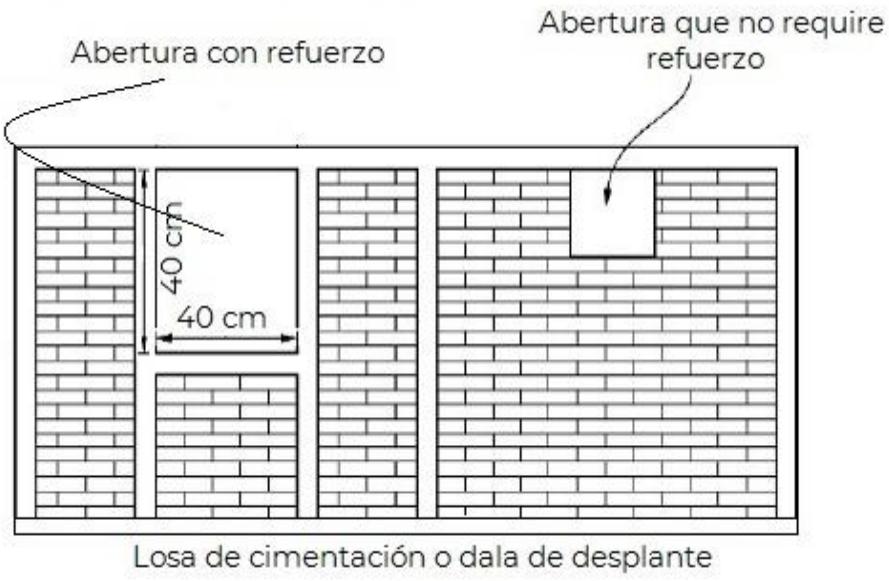


Imagen 28. Especificaciones para muro. Conavi, (2020).

RECOMENDACIONES PARA LOSA MACIZA DE CONCRETO

PERALTE MÍNIMO 10 cm			
CONCRETO		ACERO	
RESISTENCIA	f_c'=200 kg/cm^2	RESISTENCIA	f_y= 4200 kg/cm^2
TAMAÑO DE GRAVA	19 mm (3/4")	PARRILLA	AMBOS SENTIDOS
RECUBRIMIENTO	2.5 cm	SENTIDO LARGO	#3@ 20 cm
		SENTIDO CORTO	#3@ 20 cm

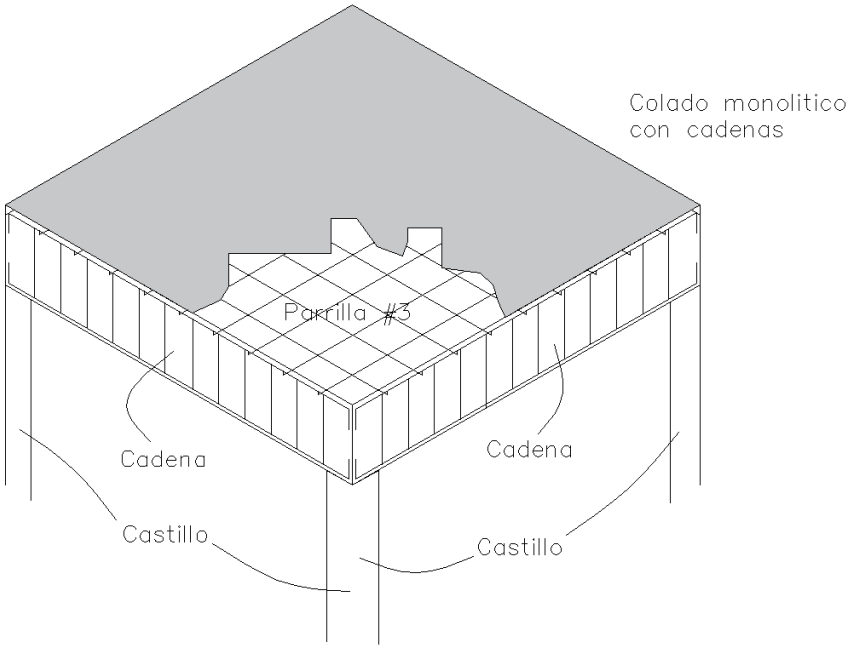


Imagen 30. Cubierta de concreto armado con un espesor de losa de 10cm recomendado. Conavi. (2020)

RECOMENDACIONES PARA LOSA DE VIGUETA Y BOVEDILLA

VIGUETA		BOVEDILLA	
MATERIAL	CONCRETO	MATERIAL	POLIESTIRENO
PERALTE TOTAL	15 cm		MORTERO CEMENTO-ARENA
SEPARACIÓN ENTRE VIGUETAS	75 cm	DIMENSIONES	SERÁN LAS NECESARIAS DE ACUERDO A TIPO DE VIGUETA A COLOCAR.
ANCLAJE A DALA DE CERRAMIENTO CENTRAL	espesor del muro /2		
ANCLAJE A DALA DE CERRAMIENTO PERIMETRAL	espesor del muro		

EL ESPESOR DE LA CAPA DE COMPRESIÓN SERÁ DE 5cm, YA INCLUIDO EN EL PERALTE INDICADO.

NOTA: CONSIDERAR UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2% PARA EVITAR ENCHARCAMIENTOS Y POSIBLES FILTRACIONES.

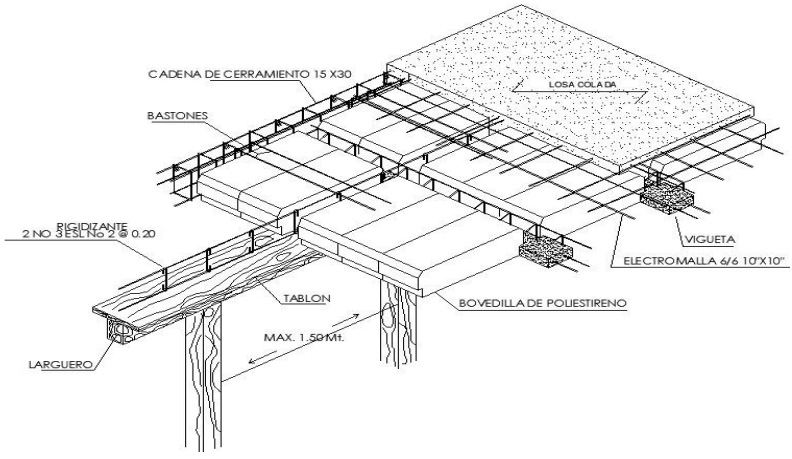
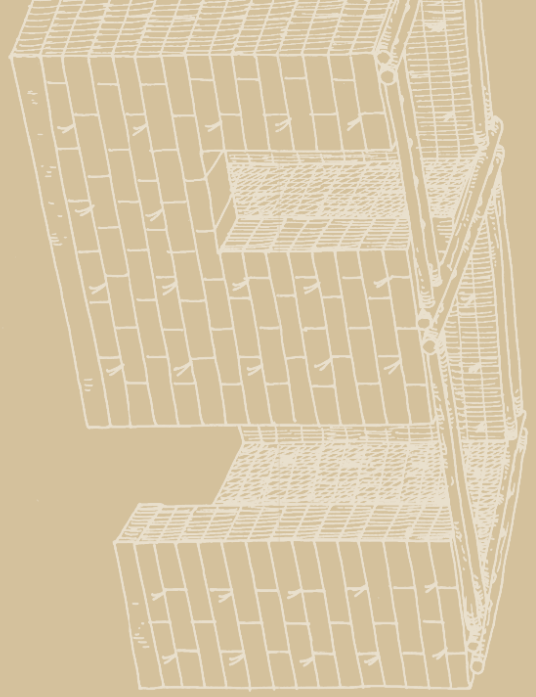


Imagen 31. Ilustrativa de un corte para el sistema de vigueta y bovedilla.



VIVIENDA TRADICIONAL

VIVIENDA TRADICIONAL

Causas de las fallas en construcciones de Adobe

1. Mala calidad del Adobe en lo que se refiere a la materia prima utilizada y a la técnica de producción.
2. Dimensionamiento inadecuado de las piezas de Adobe, especialmente en su altura, que en la mayoría de los casos es demasiado grande.
3. Trabe (traslape) horizontal insuficiente entre los adobes, principalmente cuando están colocados “a tizón” (es decir, con el lado largo puesto a lo ancho del muro), motivada casi siempre por el mal dimensionamiento de los adobes.
4. Trabes inadecuadas y deficientes en los encuentros de muros, produciéndose juntas verticales de tres o más hiladas.
5. Mano de obra deficiente en la colocación de los adobes.
6. Dimensionamiento incorrecto de los muros: poco espesor y excesiva longitud y altura.
7. Vanos de puertas y ventanas muy anchos y con poco empotramiento de los dinteles.
8. Muchos vanos y pocos macizos en la distribución del paño de un muro.
9. Carencia de una cadena superior de amarre.
10. Techos muy pesados y soluciones constructivas deficientes en su unión con los muros de adobe.
11. Poca o ninguna protección de los muros contra su debilitamiento por el fenómeno de la erosión.
12. Construcciones de más de un piso, que no son aptas para soportar sismos.
13. Uso exagerado de muros “a hilo” (es decir, con la mayor dimensión del Adobe puesta a lo largo del muro).
14. Falta de mantenimiento.
15. Mezclar sistemas constructivos.

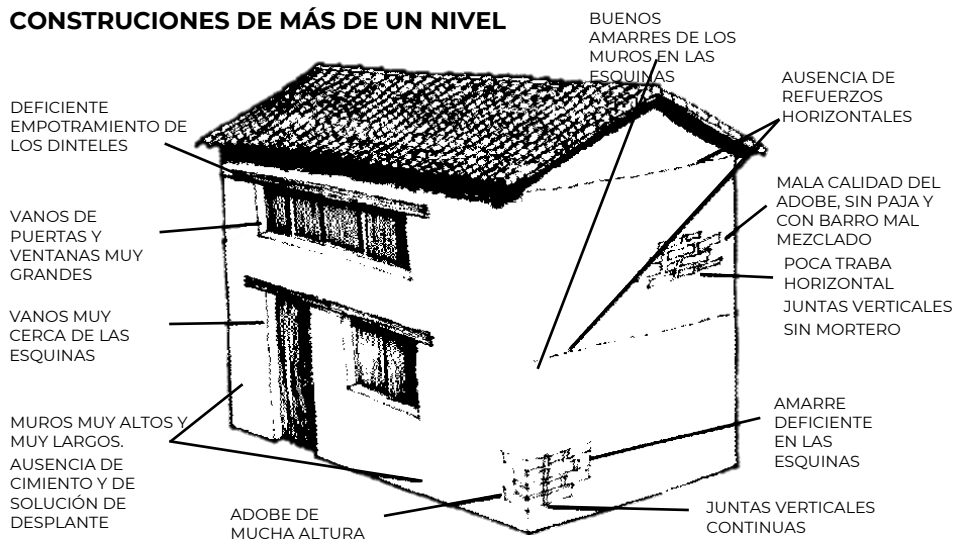


Imagen 32. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

PREPARACIÓN DEL MORTERO Y JUNTAS

FABRICACIÓN:

Si la cinta se rompe entre 5 cm y 15 cm, **la tierra es buena.**

Imagen 33.1

Si la cinta se rompe antes de los 5 cm, **agregar arcilla.**

Imagen 33.2

Si la cinta se rompe después de los 15 cm, **agregar arena.**

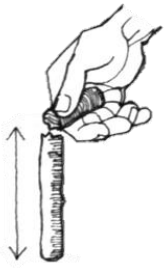


Imagen 33.3

Pruebas para saber la calidad de la tierra:

1. Hacer un rollo de barro con poca agua *(no debe pegarse a las manos)*
2. Con cuidado, presionar con los dedos, haciendo forma de rodillo, lo más largo que se pueda.
3. Observar qué largo alcanza sin romperse.

Imagen 33.4

Imagen 33.1, 33.2, 33.3 y 33.4. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

PREPARACIÓN DEL MORTERO Y JUNTAS

Sobre suelo firme se tritura la tierra seleccionada, agregando agua hasta obtener un barro bien mezclado y macizo.

A este se agregan fibras en cantidad suficiente para aumentar su resistencia, como las siguientes:

- Estiércol
- Paja
- Crines (pelo de caballo u otro animal)
- Bagazo de caña
- Barbas de pino
- Ixtle
- Cascarilla de algodón, etc.

El amasado del barro puede hacerse con azadones y con los pies.

El barro se deja "descansar" durante dos días, antes de emplearlo en el moldeo de los adobes. Es preciso que, antes de iniciar la producción en serie de los adobes requeridos, se hagan con la mezcla obtenida algunos adobes de prueba.

Al analizar su comportamiento, se verá si el barro es bueno o se debe agregar algún material adicional.

Imagen 34. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

PREPARACIÓN DEL MORTERO Y JUNTAS

MOLDEO DE LOS ADOBES

a) Se bate nuevamente el barro y se coloca en el molde rellenando bien las equinas y compactándolo con las manos.

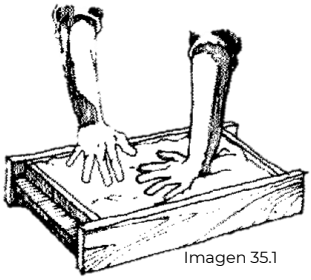


Imagen 35.1

b) Se empareja la superficie con una regla de madera.

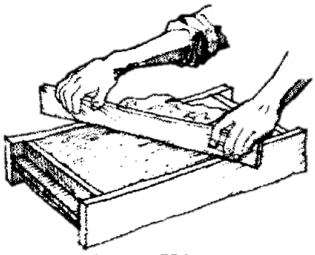


Imagen 35.2

Para evitar que el adobe se pegue al molde, este debe limpiarse con un trapo húmedo y espolvorearse con arena antes de cada uso.

c) Se retira el molde:

Imagen 35.3

Si al retirar el molde se deforma el adobe, el barro tiene mucha agua.

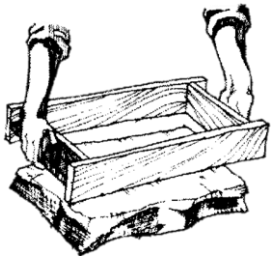


Imagen 35.4

Si el adobe se raja o se quiebra es porque el barro está muy seco.

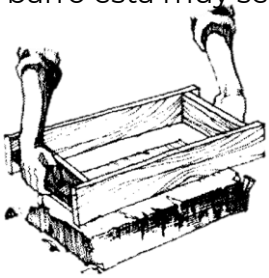


Imagen 35.5

Imagen 35.1, 35.2, 35.3, 35.4, y 35.5. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

PREPARACIÓN DEL MORTERO Y JUNTAS

SECADO Y ALMACENAMIENTO.

- A los tres días de moldeados, deben pararse para acelerar su secado.

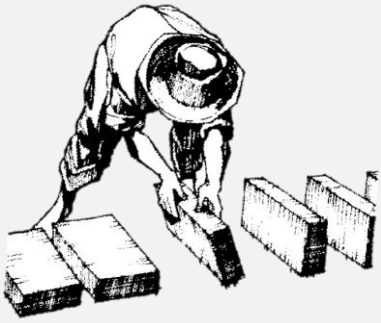


Imagen 36.1

- A las tres semanas ya se pueden cargar y apilar.

Imagen 36.2

Si a las cuatro semanas de prueba:

- Tienen grietas o deformaciones, se debe agregar arena o paja al barro.

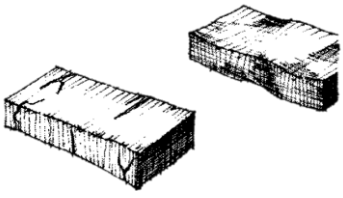


Imagen 36.3

- No resisten el peso de un hombre, debe agregarse más arcilla al barro.

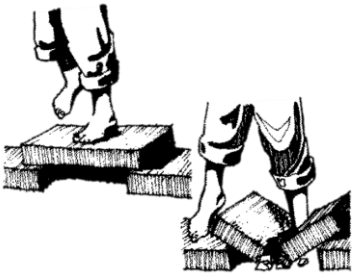


Imagen 36.4

Imagen 36.1, 36.2, 36.3 y 36.4. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

CONSTRUCCIÓN

UBICACIÓN

Debe elegirse como ubicación correcta de la vivienda un suelo seco, firme, resistente y plano, de preferencia de roca o grava y ligeramente elevado con respecto al suelo adyacente y fuera de sitios de inundación..

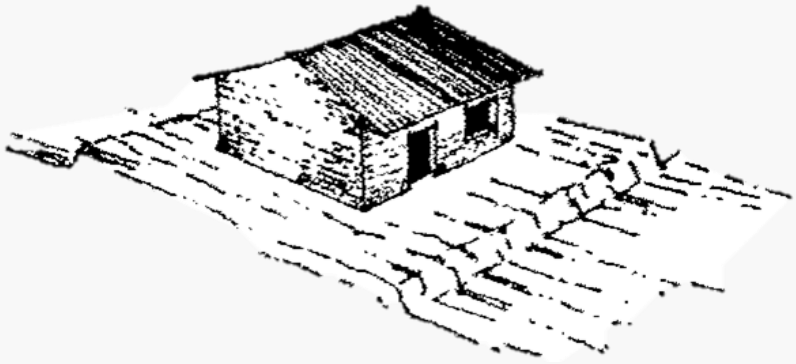


Imagen 37.1

Debe evitarse la proximidad a los pantanos, ríos o el mar, así como las zonas de relleno o antiguos basureros, las zonas bajas y los terrenos con mucha pendiente.

Imagen 37.2

Imagen 37.1 y 37.2. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

CONSTRUCCIÓN

ENCUADRAMIENTO

La construcción debe realizarse perfectamente nivelada.

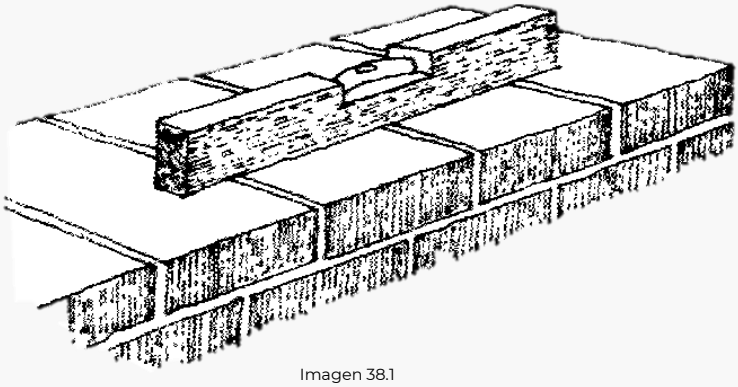


Imagen 38.1

- El ancho de las excavaciones para los cimientos debe ser mínimo, de una vez y media el espesor del muro.

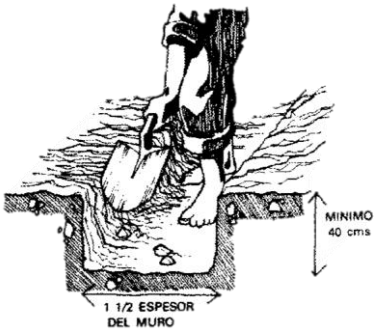


Imagen 38.2

- Los cimientos, las dalas o soluciones de desplante y los muros mismos deben estar perfectamente a escuadra.

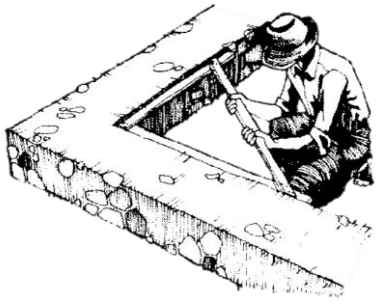


Imagen 38.3

Se debe excavar hasta llegar a terreno firme, y por lo menos a 40 cm de profundidad.

Imagen 38.1, 38.2 y 38.3. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

MATERIALES PARA CIMIENTOS

CONCRETO CICLÓPEO

Los cimientos se deben hacer de preferencia de concreto ciclópeo, y para su preparación se requiere lo siguiente:

PIEDRA Y BARRO

Cuando no se dispone de cemento, se puede emplear cal, y como último recurso pueden construirse con piedras grandes asentadas con barro, siempre que el ancho del cimiento sea dos veces el espesor de muro y su profundidad no sea menor a 60cm.

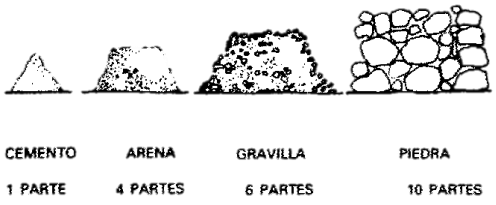


Imagen 39.2

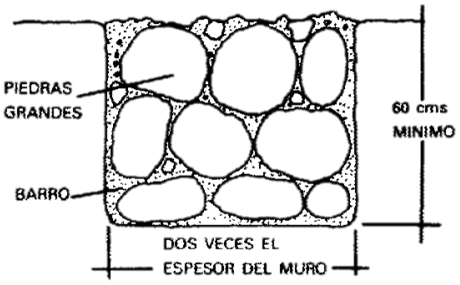


Imagen 39.1

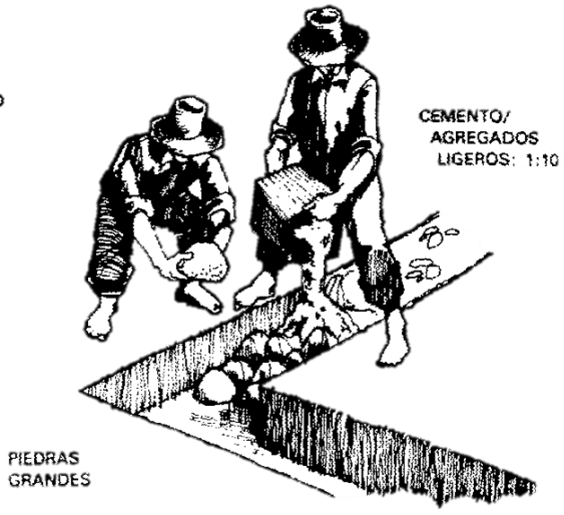


Imagen 39.3

Imagen 39.1, 39.2 y 39.3. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

PROTECCIÓN DEL ARRANQUE DE LOS MUROS

Las primeras hiladas de **Adobe** deben protegerse de la erosión.

a) Colocando una dala de mampostería de menor tamaño o de concreto sobre el cimiento, del mismo ancho que el muro.

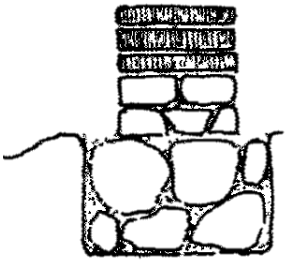


Imagen 40.1

b) Haciendo un sobrecimiento de piedra mediana con mortero de cemento o cal de 50 cm como mínimo.

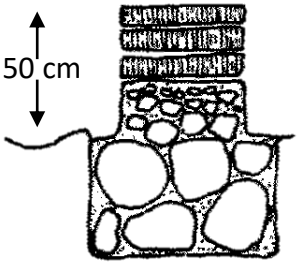


Imagen 40.2

c) Dejando un canal antes del muro para que el agua escurra por fuera.

Imagen 40.1, 40.2 . Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

CONSTRUCCIÓN

UNIONES

La separación entre adobes, tanto horizontales como verticales, se hacen con el mismo barro del adobe, y su espesor debe ser de 2 cm.

Esta unión se puede mejorar si al barro que sirve de mortero se le agrega cal apagada (de una o dos partes por cada veinte partes de tierra), en seco, y mezclándolo bien antes de añadir el agua.

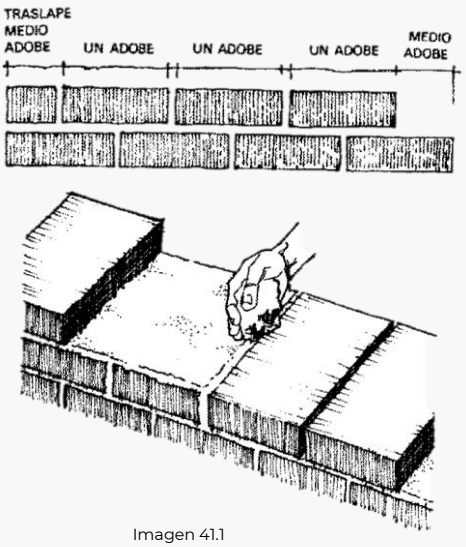


Imagen 41.1

Todos los adobes deben quedar trabados con un traslape de medio adobe.

Para evitar el aplastamiento del muro cuando las juntas están todavía frescas, la altura máxima que se levante en un mismo día no deberá ser mayor a un metro.

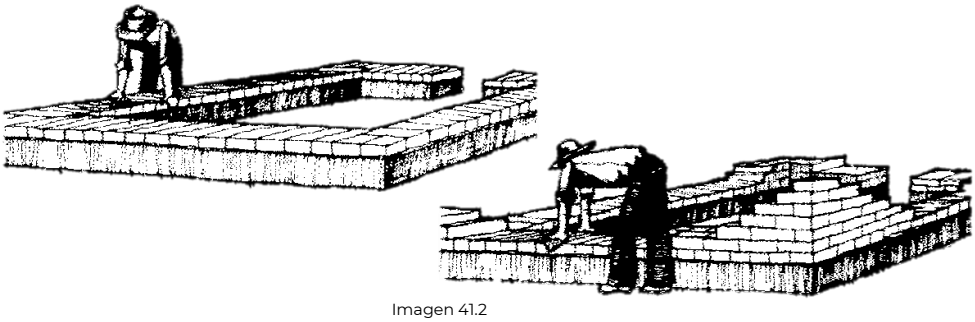


Imagen 41.2

Imagen 41.1 y 41.2 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

ENCUENTROS DE MUROS

1 En **“L”** para muros con adobes *a tizón*.

PRIMERA HILADA

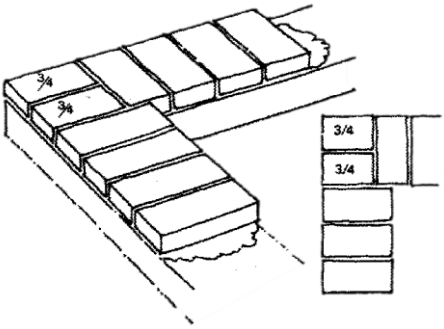


Imagen 42.1

SEGUNDA HILADA

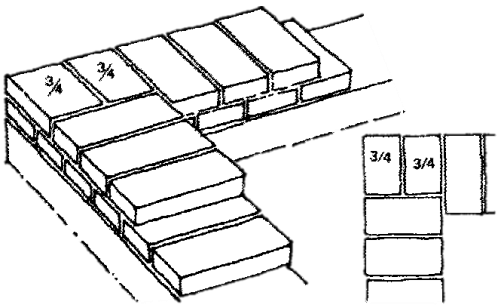


Imagen 42.2

2 En **“T”** para muros con adobes *a tizón*.

PRIMERA HILADA

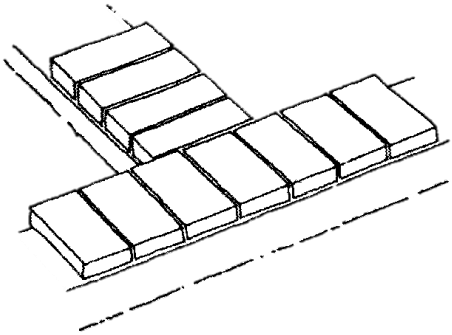


Imagen 42.3

SEGUNDA HILADA

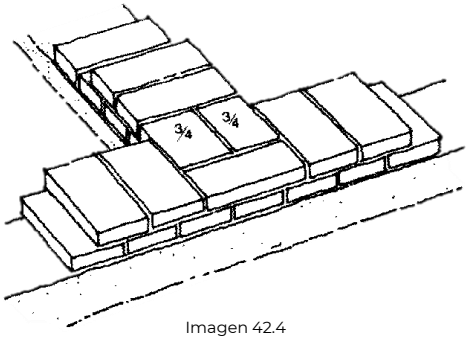


Imagen 42.4

Imagen 42.1, 42.2, 42.3 y 42.4 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

ENCUENTROS DE MUROS

3 En **“CRUZ”** para muros con adobes *a tizón*.

PRIMERA HILADA

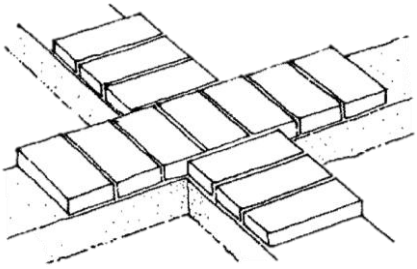


Imagen 43.1

SEGUNDA HILADA

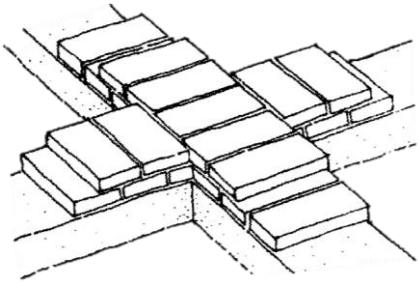


Imagen 43.2

4 En **“L”** para muros de hiladas alternas a tizón y a doble hilo.

PRIMERA HILADA

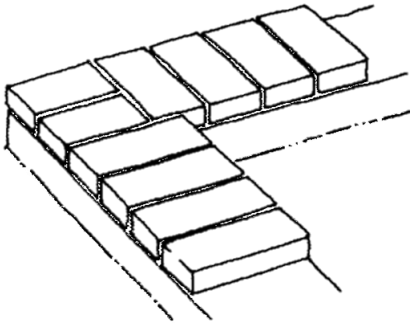


Imagen 43.3

SEGUNDA HILADA

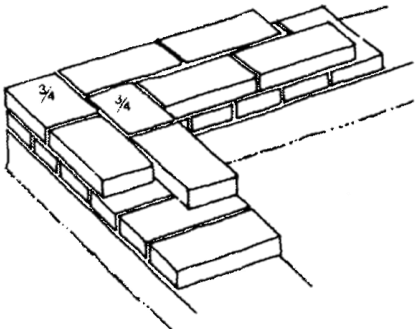


Imagen 43.4

Imagen 43.1, 43.2, 43.3 y 43.4. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

ENCUENTROS DE MUROS

5 En **“T”** para muros de hiladas alternas a tizón y a doble hilo.

PRIMERA HILADA

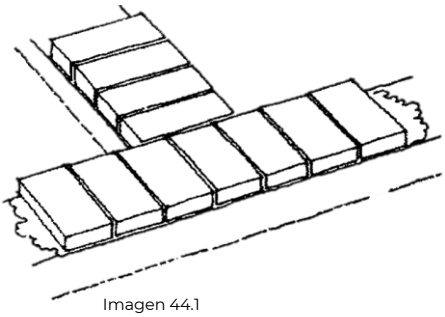


Imagen 44.1

SEGUNDA HILADA

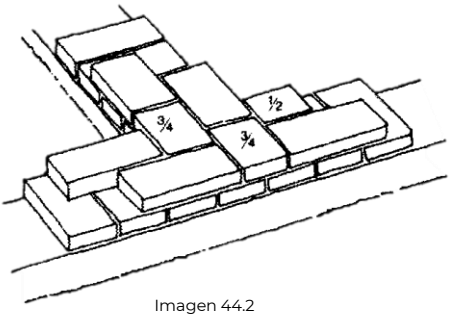


Imagen 44.2

6 En **“CRUZ”** para muros de hiladas alternas a tizón y a doble hilo.

PRIMERA HILADA

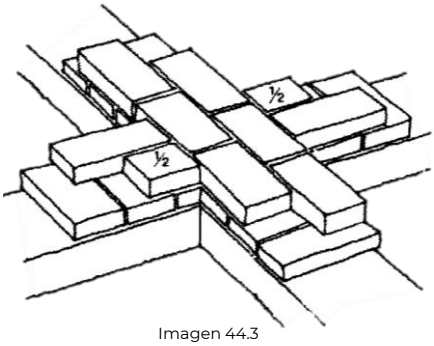


Imagen 44.3

SEGUNDA HILADA

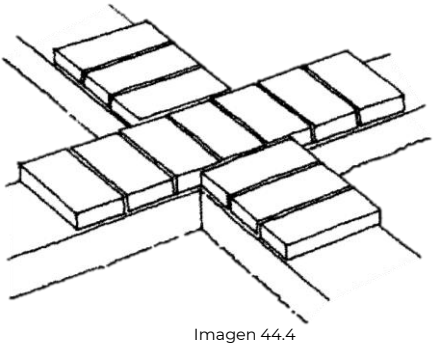


Imagen 44.4

Imagen 44.1, 44.2, 44.3 y 44.4 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno:* Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

RECOMENDACIONES SOBRE MUROS

En los muros se deben tener en cuenta los siguientes criterios básicos:

a) No es recomendable hacer esquinas oblicuas.

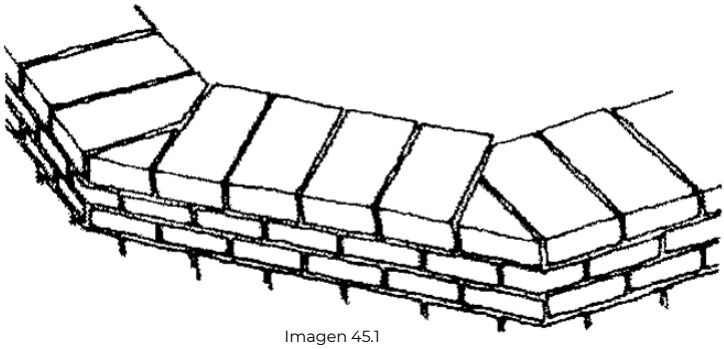


Imagen 45.1

b) La longitud de un muro, tomada entre dos muros perpendiculares a él, no debe ser superior a 10 veces su espesor.

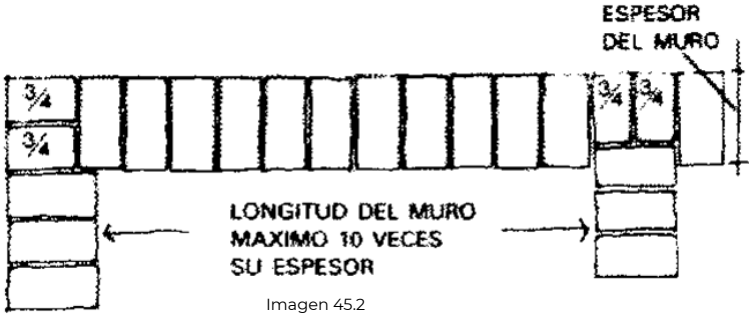


Imagen 45.2

Cuando se necesita una longitud de muro mayor se debe reforzar el muro con un contrafuerte vertical intermedio.

Imagen 45.1 y 45.2 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

RECOMENDACIONES SOBRE MUROS

c) La altura máxima de los muros no debe ser superior a ocho veces su espesor.

d) El ancho de un vano no debe ser mayor que 1.20 m; la distancia entre esquina y un vano no debe ser inferior a esa misma medida y la suma de los anchos de los vanos de una pared no debe ser superior a la tercera parte de su longitud total.

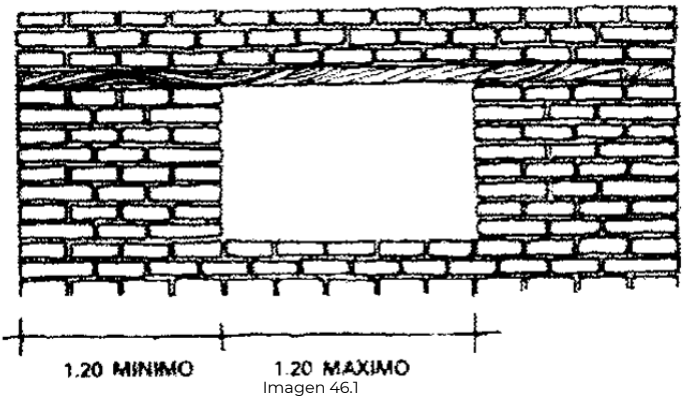


Imagen 46.1

c) El empotramiento de un dintel aislado no debe ser inferior a 50cm.

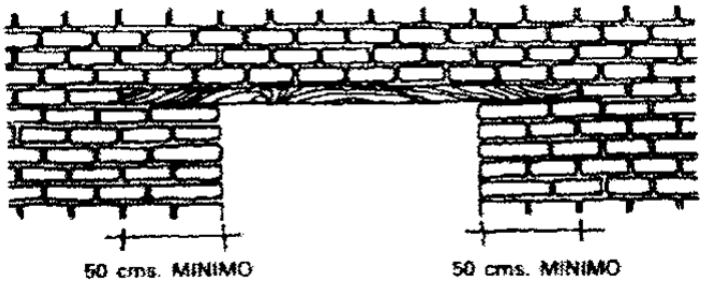


Imagen 46.2

Imagen 46.1 y 46.2 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

RECOMENDACIONES SOBRE MUROS

En la parte superior se debe colocar un refuerzo horizontal continuo o cadena de amarre el cual debe coincidir con los dinteles de puertas y ventanas; encima de esta cadena debe colocarse un mínimo de dos hiladas de adobe más, para fijarla bien.

Todo el conjunto debe ir firmemente unido en las esquinas para evitar que se abra, y deben recubrirse con el mismo barro que se utiliza para asentar los adobes.

Según los materiales que se encuentren en la región, estas cadenas y soluciones de esquina pueden realizarse de las siguientes maneras:

- En madera rústica semilabrada, con diagonales como refuerzo de las esquinas.

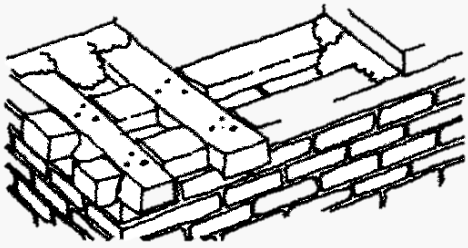


Imagen 47.1

- En madera rústica semilabrada, con encuentros en ángulo recto y empalmes a media madera.

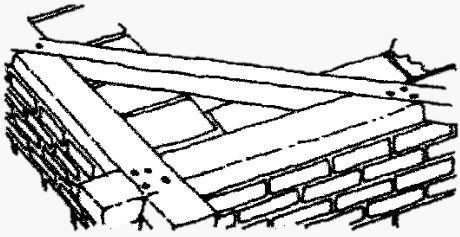


Imagen 47.2

** Toda la madera deberá ser estufada (seca).*

Imagen 47.1 y 47.2 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

RECOMENDACIONES SOBRE MUROS

- En madera aserrada (tira) de sección 5x10 cm, reforzados en los dinteles.

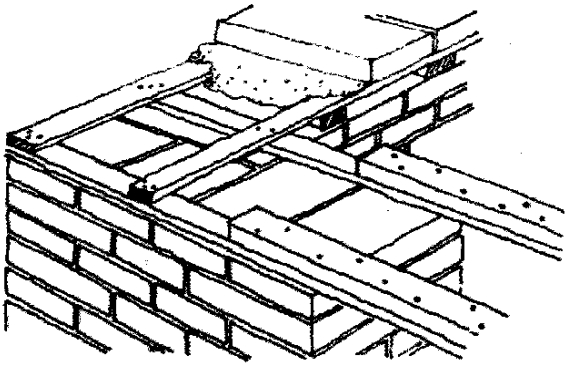


Imagen 48.1

- En geo malla, dentro de una junta horizontal.

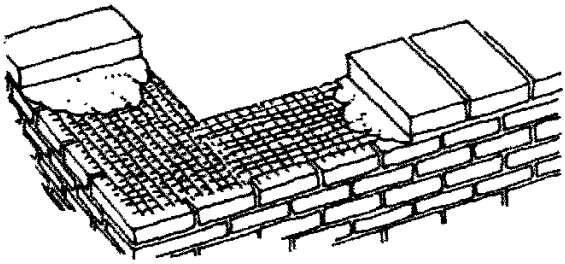


Imagen 48.2

- En los muros que reciben la carga del techo deben colocarse entre dos y cuatro hiladas por encima de la cadena de amarre.

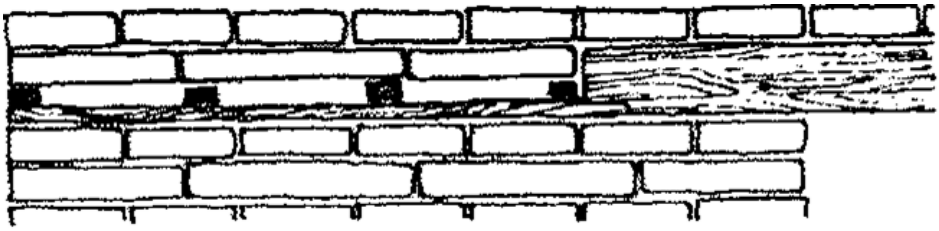


Imagen 48.3

Imagen 48.1, 48.2 y 48.3 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

RECOMENDACIONES SOBRE MUROS

RECEPCIÓN DEL TECHO

En lo posible, el techo debe ser liviano y su pendiente deberá ser de 35% según su longitud total o 20 grados, en el caso de una viga del techo descanse sobre el vano de una puerta o ventana (lo que de preferencia deberá evitarse), tendrá que reforzarse el dintel.

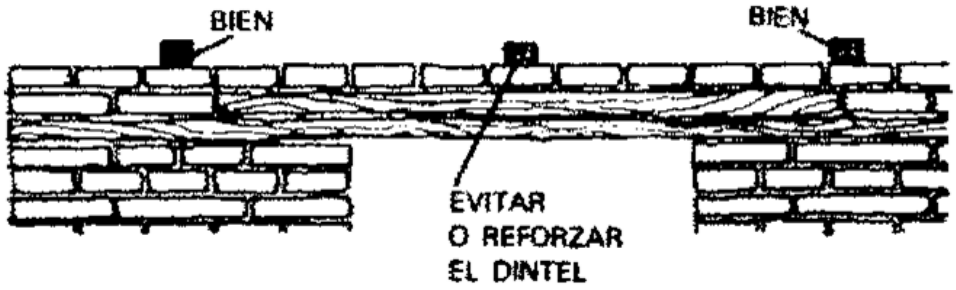


Imagen 49.1

APOYO DEL TECHO

Para repartir la carga del techo sobre el muro de adobe se debe colocar sobre este un elemento longitudinal de madera.

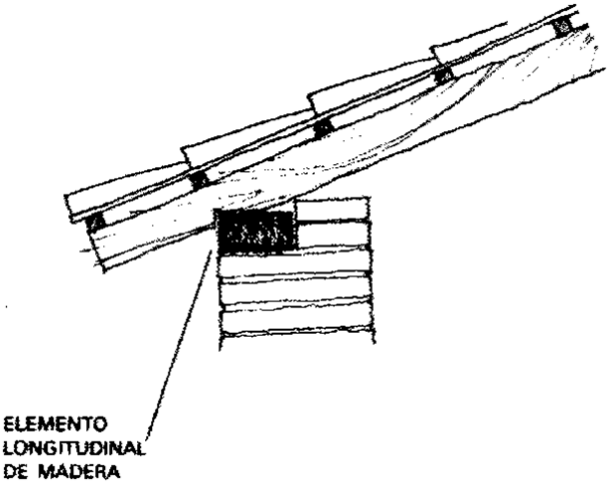


Imagen 49.2

Imagen 49.1 y 49.2 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

RECOMENDACIONES SOBRE MUROS

Protección de los muros

Se recomienda el uso de los aleros o volados de las cubiertas de un mínimo de 50 cm. para proteger los muros del agua de lluvia, así como el revestimiento de estos con un revoque o terrajero de barro.

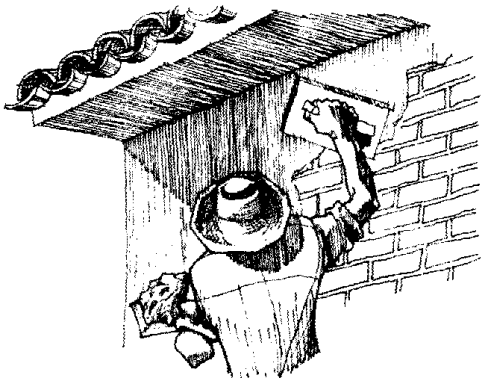


Imagen 50.1

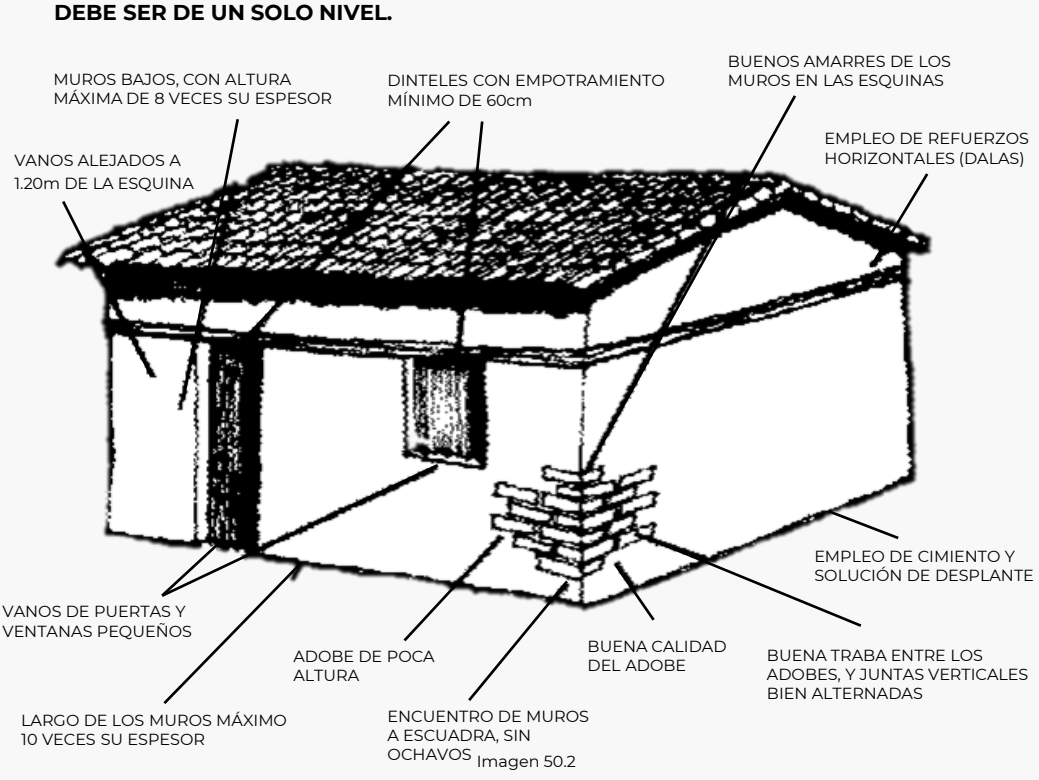


Imagen 50.2

Imagen 50.1 y 50.2. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

ADOBE CUADRADO

Consideraciones generales

En muchos de los lugares en que se construye con Adobe, se tienen características especiales que facilitan el proceso constructivo.

Las dimensiones más adecuadas para su fabricación son:

- LARGO: 38 cm.
- ANCHO: 38 cm.
- ALTO: 8 cm.

Con estas medidas, al añadir el mortero de las juntas (con un espesor promedio de 2 cm), sus dimensiones de trabajo resultan ser las siguientes:

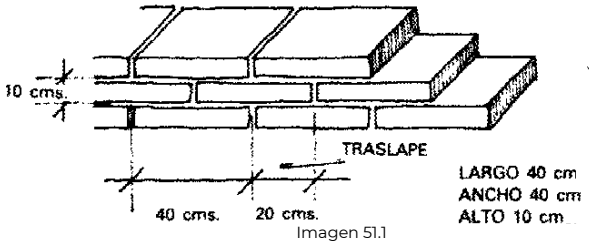


Imagen 51.1

Además, tiene las siguientes ventajas:

- Pesa menos de 19 kg, lo cual facilita su manipulación constante por un trabajador normal.
- Su relación cuatro a uno permite obtener un traslape horizontal en proporción dos a uno, lo cual brinda seguridad ante el efecto de corte producido por los sismos, al ofrecer una dirección distinta a la fractura típica producida por este efecto.

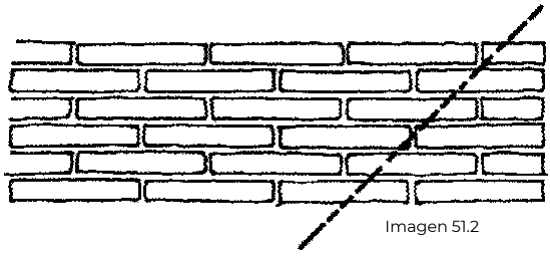


Imagen 51.2

DIRECCIÓN DE LA FRACTURA TÍPICA POR SISMO

Imagen 51.1 y 51.2. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

ADOBE CUADRADO

Reduce al mínimo los cortes y desperdicios en la obra, pues la única división que se requiere, tanto para la intervención de muros como para la solución de vanos, es la del medio Adobe con una dimensión de:

- LARGO: 38 cm.
- ANCHO: 18 cm.
- ALTO: 8 cm.

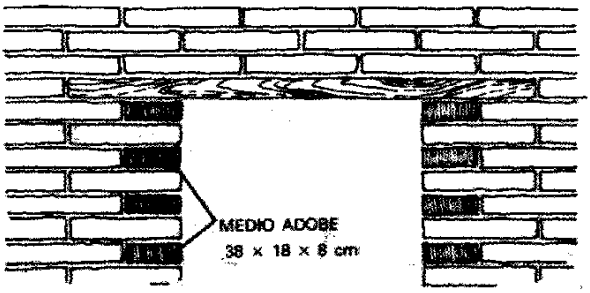


Imagen 52.1

Permite la solución correcta de todos los encuentros de muros, sin que se produzcan dos juntas verticales continuas.

1 En **"L"** o en esquina

PRIMERA HILADA

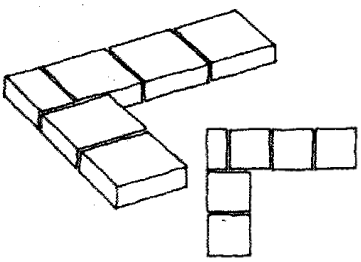


Imagen 52.2

SEGUNDA HILADA

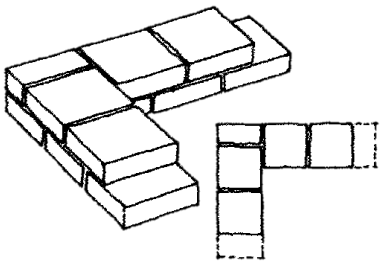


Imagen 52.3

Imagen 52.1, 52.2 y 52.3. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

ADOBE CUADRADO

2 En “T”

PRIMERA HILADA

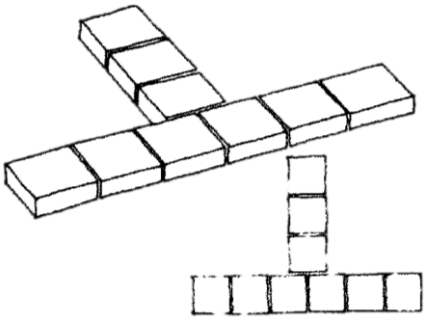


Imagen 53.1

SEGUNDA HILADA

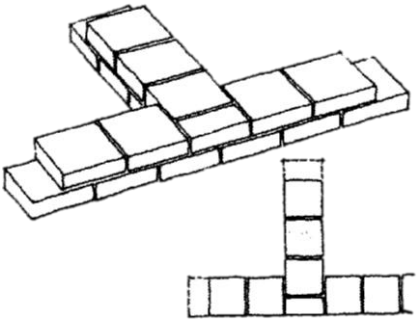


Imagen 53.2

3 En “cruz”

PRIMERA HILADA

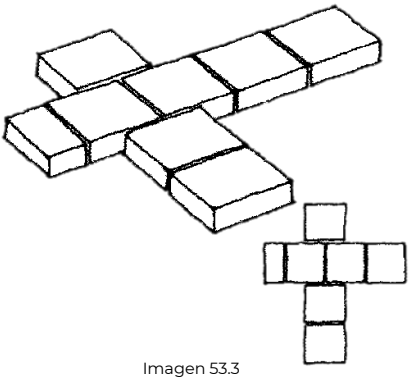


Imagen 53.3

SEGUNDA HILADA

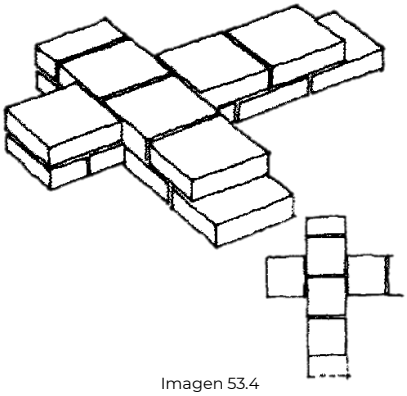


Imagen 53.4

Imagen 53.1, 53.2, 53.3 y 53..4 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

ADOBE CUADRADO

Para garantizar una traba correcta, debe procurarse que la primera hilada sea como las que se ilustran en la página anterior, evitando las siguientes situaciones:

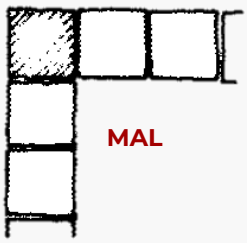


Imagen 54.1

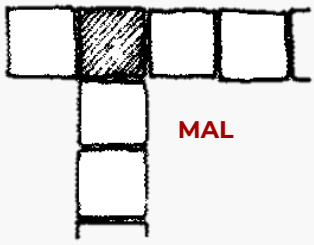


Imagen 54.2

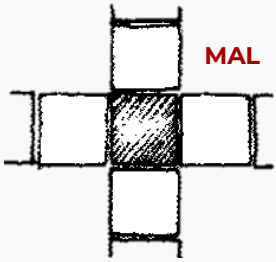


Imagen 54.3

Sin añadir complicaciones en el proceso constructivo, permite la incorporación técnica de contrafuertes, los cuales dan mayor rigidez y seguridad a la construcción.

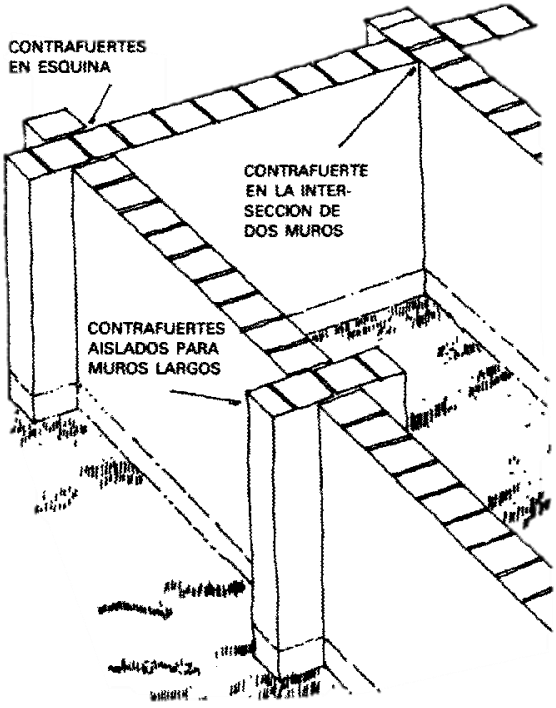


Imagen 54.4

Imagen 54.1, 54.2, 54.3 y 54.4 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

ADOBE CUADRADO

Las cadenas de amarre se prolongarán hasta la terminación de los contrafuertes, para hacerlos trabajar conjuntamente con la estructura. Los primeros cerramientos deben hacerse sobre estas cadenas, de preferencia.

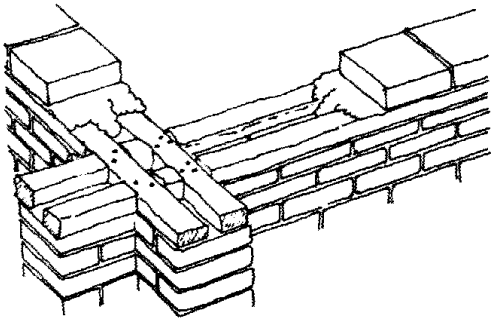


Imagen 55.1

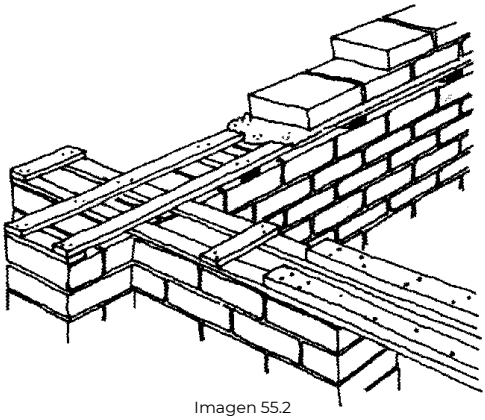


Imagen 55.2

Los contrafuertes facilitan la futura ampliación de la vivienda.

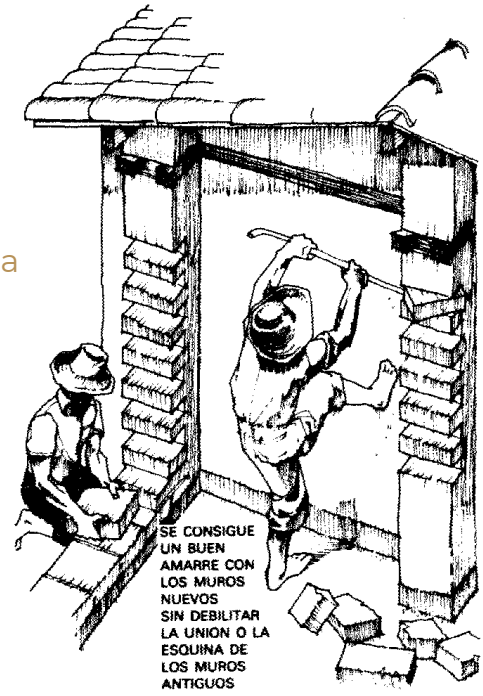


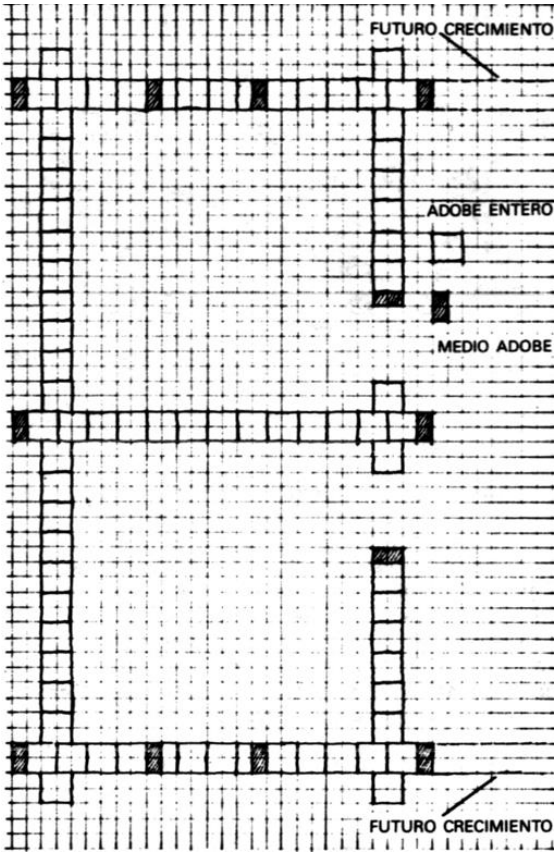
Imagen 55.3

Imagen 55.1, 55.2 y 55.3. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*:
Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

ADOBE CUADRADO

Las características modulares del adobe cuadrado permiten el diseño de las viviendas sobra una cuadrícula de 20x20 cm.



RECOMENDACIONES BÁSICAS

- **Casa de un solo nivel.**
- **Uso de cimientos con solución de desplante (sobrecimiento o dala).**
- **Adobe de poca altura.**
- **Muros portantes con buen ancho (colocando el adobe rectangular *a tizón*).**
- **Juntas verticales bien rellenas.**
- **Cadenas (dalas) continuas en la parte superior de los muros.**

Imagen 56. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

ADOBE CUADRADO

UNA BUENA CASA CON ADOBES CUADRADOS Y CONTRAFUERTES

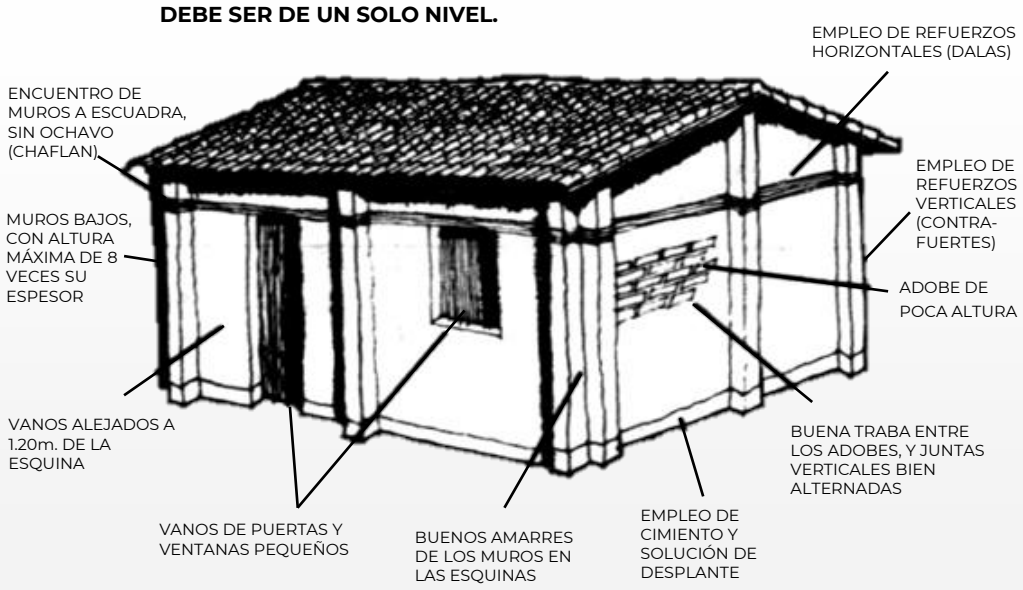


Imagen 57. Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

VIVIENDA TRADICIONAL

RECOMENDACIONES PARA INSTALACIONES

Las instalaciones tendrán que ser aparentes ya que las ranuras debilitan su capacidad de carga y pueden producir filtraciones de agua, lo cual genera erosión y pérdida de unión entre los diferentes materiales que componen el muro.

Estas ranuras y/o aberturas generan simultáneamente zonas de debilidad y producen fallas, lo cual aumenta las posibilidades de inestabilidad de los muros y las cubiertas.

Por lo tanto, las instalaciones irán pegadas a la pared. No debes picar los muros para hacer pasar las tuberías ya que disminuirás la resistencia de las paredes.

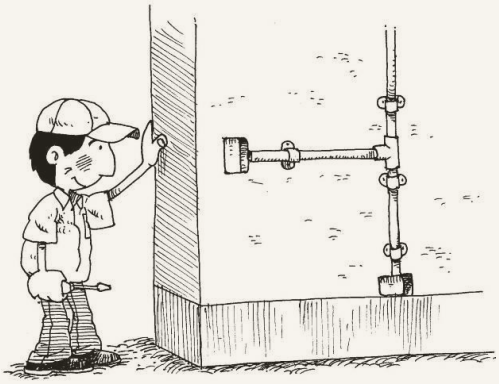


Imagen 58.3

De acuerdo con el uso y costumbre si se requiere de colgar cosas en muros se puede hacer por medio de elementos de duela de madera seca, incrustadas en la pared consideradas desde el diseño inicial, Ej. Cocinas.

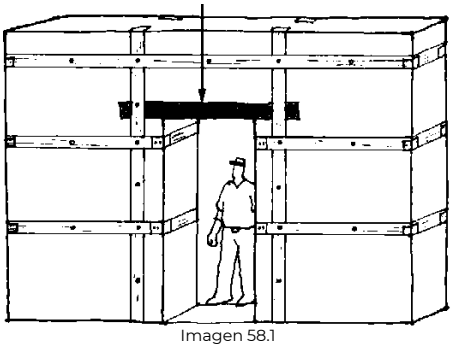


Imagen 58.1

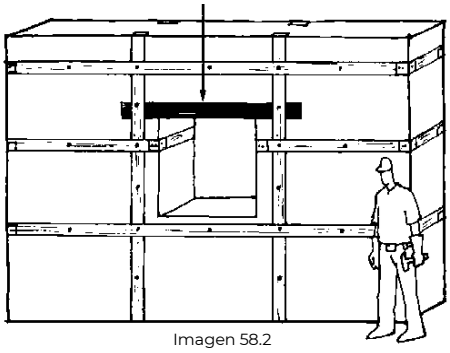


Imagen 58.2

**En el caso del baño se debe dar un tratamiento de impermeabilización con cal-alumbre-jabón en los muros.*

Imagen 58.1, 58.2 y 58.3 Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. 1979. *Arquitectura autogobierno*: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Cuadernos de material didáctico.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

En los apartados anteriores, se mencionaron los criterios de diseño estructural mínimos para los proyectos de vivienda de la Conavi; sin embargo, la resistencia de las construcciones se basa en los procedimientos constructivos adecuados y en la calidad de mano de obra, por lo anterior, en este apartado se recomendarán las actividades a realizar para la construcción de las viviendas.

PROCEDIMIENTO PARA LA LOSA CIMENTACIÓN

Si el lugar donde se va a construir cuenta con estudio de mecánica de suelos donde se indique el tipo de cimentación y su procedimiento, se realizará como se mencione en el documento.

Pasos a seguir:

1. Se excavarán las zanjas donde se construirán las contratrabes hasta la profundidad necesaria por el peralte de estas. Se compactará la base de la zanja con pisón de mano para evitar irregularidades.

Fotografía 10 de archivo de la Conavi. Trazo y excavación de cimentación. San Luis Río Colorado, Sonora. 2020.

2. Después de realizar la excavación, se colocará una plantilla de concreto pobre o plástico para evitar el contacto del concreto de la losa de cimentación con el terreno natural y controlar la capilaridad.

Fotografía 11 de archivo de la Conavi. Armado de acero de losa de cimentación. San Luis Río Colorado, Sonora. 2020.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LA LOSA CIMENTACIÓN

3. Se habilitará el armado de acero con las especificaciones que se mencionaron en capítulos anteriores o los que el proyecto señale.

NOTA: El acero vertical de los castillos debe quedar colocado y armado al refuerzo de la losa antes de realizar el colado. También se deben colocar previamente las instalaciones (instalaciones eléctricas, de agua, drenaje, etc.) para evitar las perforaciones o ranuras.

Fotografía 12 de archivo de la Conavi. Armado de acero de cimentación. En San Luis Río Colorado, Sonora. 2020.

4. Se vaciará el concreto con un f'c=200 kg/cm^2 o con la resistencia que indique la normativa local; este será premezclado y se colarán monolíticamente contratrabes con losa, evitando que se formen juntas frías entre estos elementos. Para lograr que la posición del armado superior no cambie, se colocarán "calzas o pollos", hechos con varilla de desperdicio u otros materiales.

Fotografía 13 de archivo de la Conavi. Colado losa de cimentación.
San Luis Río Colorado, Sonora. 2020.

PROCEDIMIENTO PARA LA LOSA DE CIMENTACIÓN

El concreto se deberá compactar y vibrar mediante la varilla antes mencionada y se darán golpes al encofrado cuando se esté vaciando el concreto esto es necesario para homogeneizarlo.

La superficie del concreto debe enrasarse para darle un acabado parejo. Esto facilita la adherencia entre el concreto y el mortero de los muros de mampostería. Finalmente debe hacerse rugosa la superficie donde se van a colocar los muros.

El concreto se deberá “curar”, es decir; mantenerse húmedo en la medida de lo posible, al menos de 48 a 72 h. Procurar protegerlo del sol.

La cimbra o encofrado podrá quitarse después de tres días, tomando las precauciones necesarias con el objeto de no perjudicar el acabado.

Fotografía 14 de archivo de la Conavi. Losa de cimentación. Vivienda construida en San Luis Río Colorado, Sonora. 2020.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LAS ZAPATAS CORRIDAS DE CONCRETO

Paso 1. Se realizará la excavación de las zanjas que alojarán las zapatas, las dimensiones dependerán del proyecto. Se compactará la base de la excavación con pisón de mano o bailarina.

Paso 2. Para asegurarse que durante el colado de la zapata no se contamine el concreto con la tierra o que el suelo absorba el agua de la mezcla, se colocará una plantilla de concreto pobre o un plástico de polipropileno.

Paso 3. Se comenzará a realizar el habilitado de acero de la base siguiendo las especificaciones mencionadas en capítulos anteriores.

Paso 4. Para la cimbra de la contratrabe se utilizarán tablones de madera (se recomienda que sea pino de 3ra), apoyándolos en la silleta y separados entre sí por separadores de madera (del tamaño del ancho de la contratrabe), antes de colocar la cimbra es importante ponerle una capa de aceite quemado con la intención de que la madera no se hinche y no se pegue al concreto, cuidar su colocación al centro de la zapata, al eje del muro, al armado de la contratrabe y a la altura correspondiente.

Paso 5. Se realizará el vaciado de concreto con una resistencia de 200kg/cm^2. Se deberá distribuir la mezcla homogéneamente en todos los elementos, así como vibrar para evitar oquedades.

Paso 6. El retiro de la cimbra se recomienda realizarlo dos noches después del colado para asegurar la resistencia mínima del concreto, en caso de que la construcción se encuentre en una región con temperaturas menores a 10°c, se recomienda realizar el retiro de la cimbra por lo menos tres noches después del colado.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LAS ZAPATAS CORRIDAS DE CONCRETO

Fotografías 15

Fotografías 16

Fotografías 17

Fotografías 15, 16, y 17 de archivo de la Conavi. Habilitado de acero, cimbrado y colado de contratrabe de concreto. Vivienda construida en Tultitlán, Estado de México.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LAS ZAPATAS CORRIDAS DE MAPOSTERÍA

Paso 1. se realizará la excavación de las zanjas que alojarán las zapatas, las dimensiones dependerán del proyecto. Se compactará la base de la excavación con pisón de mano o bailarina.

Paso 2. Para lograr un mejor trabajo sobre el terreno se colocará una plantilla de concreto pobre o un plástico de polipropileno.

Paso 3. Colocación de la piedra braza. Estás no deben estar fisuradas o con cuarteaduras, se mojarán previamente y deben tener un tamaño y peso adecuado de entre 10kg a 25kg, se colocarán cuatrapeadas. Las piedras mas grandes se colocaran en la base de la cimentación. Las juntas de mortero serán perpendiculares a las caras de apoyo para evitar deslizamientos y serán continuas para no tener fallas por cuarteaduras. Además, tendrán un espesor de 2 a 4 cm máximo con una proporción de mortero de 1:1:6 (cemento-cal-arena) y se deben de rellenar todos los huecos que estén entre las piedras.

Se deberán colocar los castillos en posición para que sean colados en conjunto con las piedras, embebidas al menos 40 cm.

Fotografía 18 de archivo de la Conavi. Colocación de castillo en cimiento de piedra.

Vivienda construida en Estado de México.

Paso 4. Construcción de la dala de desplante

La localización general de trazo, ejes principales, alineamientos, bancos de referencia y niveles de trabajo para el desplante de la obra serán marcados en sitio.

Acero de refuerzo

Se procederá a colocar el acero de refuerzo utilizando varilla con una resistencia de fy=4200 kg/cm^2 con sus respectivos estribos a la separación de diseño.

La varilla deberá tener un doblez en los extremos para garantizar la adherencia y el anclaje.

Paso 5. Cimbra de contacto

Se procederá a la colocación de la cimbra en los costados de la dala de desplante amarrándola con alambre recocido y colocando separadores de la medida del diseño del proyecto.

Paso 6. Colado de concreto

Se realizará el colado de la dala de desplante con concreto premezclado o hecho mecánicamente en obra, con una resistencia de 200 kg/cm^2.

Paso 7. Curado del concreto

Para el curado de la cadena de desplante, antes de retirar la cimbra, se deberá mantener húmedo el concreto en la medida de lo posible al menos las siguientes 72 h.

Paso 8. Retiro de la cimbra

Se podrá retirar la madera de la cimbra después de tres días, una vez que el concreto haya fraguado, tomando las precauciones necesarias para que no se dañe el elemento.

Fotografía 19 de archivo de la Conavi. Cimentación a base de zapatas de mampostería. Vivienda construida en el Estado de México.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LOS MUROS DE LA VIVIENDA

Paso 1. Para la primera hilada, se colocan las piezas de mampostería sin pegarlas hasta llegar a los castillos. Una vez seguros de que esta hilada está en la posición correcta, se señala con tiza de color fuerte, se pica para mejorar la adherencia, se distribuye el cemento y coloca la primera hilada empezando por un extremo. Verificar con plomada e hilo el alineamiento y verticalidad del muro.

Paso 2. Las demás hiladas se colocarán cuatrapeadas con respecto a la inicial, las juntas serán de un espesor de 2 cm y con las características que se indicaron en los capítulos anteriores. Se recomienda levantar todos los muros de la vivienda hasta una altura máxima de 1.50 m, a partir de esta altura se deberán ir colando los castillos para evitar que el muro se deforme o desplome.

Fotografía 20 de archivo de la Conavi. Procedimiento constructivo de los muros. Viviendas construidas en San Luis Río Colorado, Sonora.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LOS MUROS DE LA VIVIENDA

Fotografía 21

Fotografía 22

Fotografías 21 y 22 de archivo de la Conavi. Procedimiento constructivo de los muros. Viviendas construidas en San Luis Río Colorado, Sonora.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LOS MUROS DE LA VIVIENDA

Paso 3. El confinamiento de las piezas de mampostería (castillos y cadenas de cerramiento) será colado monolíticamente con las piezas. Su colocación será continua desde la cimentación hasta la losa y no deben presentar aberturas.

Paso 4. Es necesario curar el muro para que las juntas adquieran la suficiente resistencia: 1) Humedecer la superficie con una brocha o esponja empapada de agua; 2) Cubrir el muro con láminas impermeables.

Fotografía 23

Fotografía 24

Fotografías 23 y 24 de archivo de la Conavi. Elementos confinantes en muros. Viviendas construidas por Conavi.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA CASTILLOS Y CADENAS DE CERRAMIENTO

- El castillo quedará armado y empotrado desde la cimentación y deberá tener una longitud de desarrollo tal que queden al menos de 60 cm por arriba del muro, esto para poder realizar el amarre con el acero horizontal de la cadena de cerramiento o con la losa de azotea.

- Las cadenas de cerramiento se construirán con las especificaciones indicadas en los capítulos correspondientes, se colarán monolíticamente con la losa y en conjunto con los castillos donde estos se intersecten o se unan.

Fotografía 25 de archivo de la Conavi. Castillos y muro.
Vivienda construida en Tepotzotlán, Estado de México.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA CASTILLOS Y CADENAS DE CERRAMIENTO

Se construirá el encofrado de los elementos con madera y se colocará en donde se requiera, amarrándolo con alambre recocido que pasan de un lado al otro del muro a través de pequeñas perforaciones que se hacen en las juntas para evitar que se separe al momento de colar. La madera para la cimbra se barnizará con aceite quemado o diésel.

Fotografía 26

Fotografía 27

Fotografía 26 y 27 de archivo de la Conavi. Cimbra en Castillos. Vivienda construida en San Luis Río Colorado, Sonora.

Paso 5. El acero se humedece antes de colar para limpiar el polvo.

Paso 6. Se realizará el colado de concreto con una resistencia de 200 kg/cm^2, hay que picar la mezcla mientras se va colando con una varilla y golpeando en la verticalidad de la cimbra para que el concreto baje y saque el aire contenido para evitar oquedades.

Fotografía 28 de archivo de la Conavi. Colado de castillos.
Vivienda construida en Coyoacán, CDMX.

Paso 7. Después de vaciado el concreto, se procederá a retirar el cimbrado en su totalidad, verificando que no hayan quedado oquedades en el concreto (se recomienda que la cimbra este colocada por lo menos 3 días).

Paso 8. De la misma manera que los elementos anteriores, se procurará curar el concreto manteniéndolo húmedo durante al menos 48 h.

Fotografía 29 de archivo de la Conavi. Construcción de cadena de cerramiento. Vivienda construida en CDMX.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LOSAS MACIZAS DE CONCRETO ARMADO

Paso 1. Apuntalamiento y Encofrado.

Primero se colocan las vigas madrinas paralela a los muros, apoyada sobre puntales cada 60 cm, luego se colocan los largueros cada 50 cm. Se procede a nivelar los largueros y calzar los puntales. Los puntales se deben sostener mediante tablas diagonales (arriostres) para evitar su caída por desplazamiento lateral.

Posteriormente se colocan las tablas u hojas de triplay de 19 mm apoyadas entre los largueros formando una superficie lo más ajustada que se pueda para que no se escape el concreto entre los espacios (la plancha de madera debe quedar nivelada).

Se debe garantizar que los puntales queden firmemente anclados al encofrado y al piso del nivel inferior para evitar desplazamientos de los mismos, antes, durante o después del vaciado, para ello se usan clavos de 2.5, 3 y pulgadas y alambre recocido para asegurar la fijación.

Fotografía 30 de archivo de la Conavi. Apuntalamiento para losa. Vivienda construida en Jojutla, Morelos.

PROCEDIMIENTO PARA LOSAS MACIZAS DE CONCRETO ARMADO

Paso 2. Luego de haber encofrado y apuntalado correctamente la losa, se procede a la colocación del acero de refuerzo de la misma. Es importante que las barras se fijen firmemente en su posición para evitar que se muevan cuando se esté vaciando el concreto, además de respetar los recubrimientos indicados en la reglamentación local o estatal. Se deben utilizar los amarres de alambre adecuados para fijar las barras ortogonales y los estribos en caso de que los haya.

Fotografía 31 de archivo de la Conavi. Armado de losa maciza construida en Jojutla, Morelos.

PROCEDIMIENTO PARA LOSAS MACIZAS DE CONCRETO ARMADO

Paso 3. Colocación de las tuberías y conductos para instalaciones eléctricas.

Antes de vaciar el concreto se deben colocar las tuberías destinadas a las instalaciones eléctricas, se puede decidir entre ahogarlas en la losa o si colgarlas para que vayan debajo de la misma, quedando a la vista desde el nivel inferior. Al igual que el acero, las tuberías se deben fijar para que no se muevan durante el vaciado del concreto.

Fotografía 32 de archivo de la Conavi. Preparativo para losa de concreto. San Francisco del Mar, Oaxaca.

Paso 4. Vaciado del concreto

Luego de tener todos los elementos de la losa ubicados en su sitio, se llevará a cabo el proceso de vaciado de concreto, el cual puede ser mezclado en obra o traído de una planta de premezclado. El vaciado se puede realizar con la utilización de herramientas simples como baldes y carretillas si se trata de la planta baja o con la ayuda de un sistema de poleas para la losa en planta alta.

Durante el vaciado se debe distribuir el concreto por toda la losa con rastrillos metálicos y vibrar la mezcla para que se asiente uniformemente y adopte la forma del encofrado evitando así que queden espacios vacíos dentro de la losa que pudieran perjudicar su comportamiento estructural o dejar al descubierto el acero de refuerzo o las tuberías.

No se debe exceder en el vibrado porque causa la segregación del material, separando el agregado grueso del fino y quedando una lechada de concreto pobre en la parte superior de la losa. Una vez alcanzado el nivel superior de la losa se debe emparejar la superficie con regletas para que adquiera un acabado liso.

Nota importante: El colado de la losa se deberá realizar monolíticamente con las dalas y castillos, por ningún motivo se permitirá la construcción de losa marina (losa simplemente apoyada sobre la última hilada de mampostería).

Fotografía 33 de archivo de la Conavi. Colado de losa maciza construida en Jojutla, Morelos.

Paso 5. Curado del concreto

El objetivo principal del curado es el de evitar que se evapore el agua de la mezcla, lo que podría producir grietas de retracción debido a la pérdida de humedad y alteraciones en la relación agua/cemento de la mezcla, lo que incide directamente en su resistencia. Para obtener mejores resultados, se recomienda humedecer el concreto durante los primeros siete días de colado. El proceso del curado empieza incluso antes del colado del concreto, al mantener humectado el encofrado, para así evitar la pérdida del agua por la absorción de la madera. Existen diversas técnicas para curar el concreto, como son: la aplicación del agua por medio de mangueras o aspersores.

En climas calurosos, como en nuestro país, se requiere de mayor cuidado en el proceso del curado, ya que es mucho más fácil que se evapore el agua; entre algunas de las recomendaciones que se pueden hacer es la de dejar los encofrados por más tiempo que el mínimo, para así evitar que el sol incida directamente sobre el concreto. Otra recomendación es la de colocar y humedecer las bolsas de papel de cemento ya utilizadas sobre la superficie de concreto. En climas fríos, el curado no es un proceso tan crítico, pero el proceso se debe realizar por más tiempo, ya que el concreto se tarda más en alcanzar su resistencia. Un curado mal hecho puede producir grietas por contracción en el fraguado y puede llegar a disminuir la resistencia del concreto a los 28 días en un 50%.

Paso 6. Retiro de puntales y encofrado (cimbra)

Una vez iniciado el fraguado del concreto se pueden comenzar a retirar los encofrados laterales de la losa y posteriormente se pueden retirar algunos puntales. El retiro de la cimbra se debe ir haciendo en forma progresiva a medida que van pasando los días, hasta que se pueden retirar todos los puntales y el encofrado a los 21 días que el concreto alcanza su resistencia total.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LOSAS DE VIGUETA Y BOVEDILLA

El sistema de losa vigueta-bovedilla es un sistema compuesto básicamente por dos elementos prefabricados, la vigueta y la bovedilla productos de fabricación sencilla y de bajo costo por lo cual este sistema es ideal para usarse en construcciones de viviendas de interés social, residencial, áreas comerciales, escuelas y hoteles.

Los elementos que componen el sistema de losa vigueta-bovedilla son:

Vigueta

Componente portante resistente del sistema, formado por alambre de presfuerzo y de concreto de alta resistencia, las cuales son de alma llena mediante colado en moldes múltiples de metal o con máquinas de extrusión (molde deslizante).

La separación entre viguetas depende de las dimensiones de la bovedilla que se utilice, normalmente oscila una separación entre 60 cm y 75 cm, centro a centro de viguetas.

Bovedilla

Son los elementos aligerantes del sistema y pueden ser de diversos materiales, las hay de cemento-arena, de poliestireno, de barro, etc. Se apoyan directamente en las viguetas cubriendo en forma conjunta toda la superficie de la losa, su función es eliminar la cimbra de contacto y aligerar la losa. La altura de la bovedilla depende del claro de la losa y existen desde 10 cm hasta 20 cm.

Este sistema es fabricado en planta y surtido al cliente y los fabricantes adecuan el diseño según la longitud de las viguetas, su separación y las cargas por el tipo de uso que el cliente solicite (para losas de azotea o entrepiso de casas, comercios, bodegas, etc.).

Acero de refuerzo de la capa de compresión

Se requiere colocar acero de refuerzo en la capa de compresión para resistir los esfuerzos de flexión que se lleguen a presentar. También para evitar agrietamientos por cambios volumétricos debido a variaciones de temperatura. El acero de refuerzo calculado es el mínimo requerido por contracción y temperatura. Para un espesor de 4 cm se requiere una malla soldada 6x6-10/10 y para 5 cm de espesor una malla 6x6-8/8.

Capa de compresión

Es la capa de concreto colado en la obra que queda encima de las bovedillas. El espesor mínimo a considerar será de 4 cm. Actúa como una pequeña losa apoyada sobre las viguetas prefabricadas, de tal manera que podríamos retirar sin ningún problema las bovedillas después de construida la losa. Al realizarse el colado del concreto en la obra, las diagonales de la armadura funcionan como conectores entre el concreto recién colado y el patín de la vigueta, integrando en forma monolítica la vigueta con la capa de compresión (como si toda la losa se colara al mismo tiempo).

La resistencia mínima del concreto colado en la obra será de $f_c´=200kg/cm^2$.

Apuntalamiento provisional. El sistema vigueta-bovedilla requiere de apuntalamiento provisional hasta que el concreto colado en obra alcance una resistencia suficiente. Para losas con viguetas de 15 cm se recomienda una separación entre largueros de 1.60 m, estos pueden ser polines de madera de 4x4 pulgadas apoyados en postes también de madera de 4x4 pulgadas espaciados a cada 1.50 m.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LOSAS DE VIGUETA Y BOVEDILLA

Fotografía 33 de archivo de la Conavi. Vigueta de alma abierta, bovedilla de poliestireno. malla electrosoldada, capa de compresión de concreto. Vivienda construida en Tijuana, Baja California.

Fotografía 34 de archivo de la Conavi. Apuntalamiento provisional. Vivienda construida en Tijuana, Baja California.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LOSAS DE VIGUETA Y BOVEDILLA

Paso 1. Colocación de apuntalamiento provisional. Se colocan postes de 4x4 pulgadas a cada 1.50 m y largueros de la misma sección a cada 1.60 m para servir de apoyo provisional a las viguetas.

Fotografía 35 de archivo de la Conavi. Colocación de apuntalamiento provisional para sujetar las viguetas. San Luis Río Colorado, Sonora.

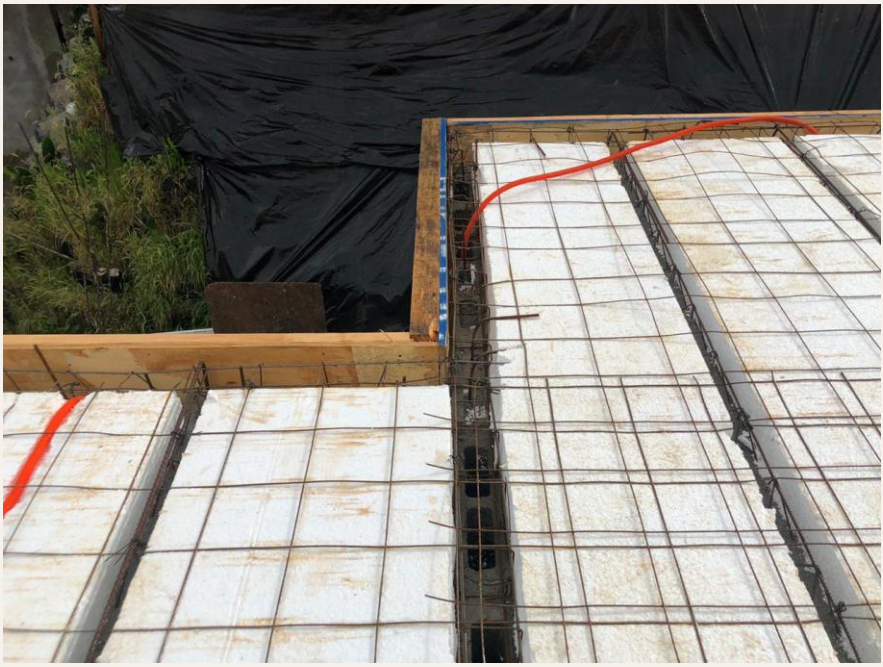
Paso 2. Colocación de viguetas. Las viguetas se colocan en forma manual sobre los muros cargadores. Deberán apoyarse sobre los muros o elementos cargadores por lo menos 5cm. Por ejemplo, si se tiene un claro de 3 m y 5 cm de apoyo en cada muro, la vigueta requerida deberá tener 3.10m de longitud total.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LOSAS DE VIGUETA Y BOVEDILLA

Paso 3. Colocación de bovedillas. El montaje también se hace en forma manual. Se colocan primero las bovedillas de los extremos para dar la separación adecuada entre vigas. El peso de las mismas depende de las dimensiones y del tipo de material con el que se fabrique.

Paso 4. Instalaciones eléctricas. Después de que las bovedillas han quedado en su lugar, se colocan las mangueras para la instalación eléctrica. Estas se llevan por los muros y por los huecos de las bovedillas. Donde se requiere una salida de lampara se retira esa bovedilla.



Fotografía 36 de archivo de la Conavi. Colocación de viguetas de alma abierta y bovedillas de poliestireno, se consideran las instalaciones eléctricas. Vivienda construida en San Luis Río Colorado, Sonora.

NOTA: Las bovedillas deberán ser colocadas sobre el armado de las dalas de cerramiento y coladas de forma monolítica para evitar las juntas frías.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LOSAS DE VIGUETA Y BOVEDILLA

Fotografía 37 de archivo de la Conavi. Colocación de viguetas de alma abierta y bovedillas, se consideran las instalaciones eléctricas. Vivienda construida en Jojutla, Morelos.

Paso 5. Colocación de malla soldada

La malla soldada se corta en el piso al tamaño deseado, se sube a la losa en construcción y se amarra con alambre recocido a la varilla superior de las viguetas. Para la capa de compresión de 4 cm la malla soldada será de diseño 6x6-10/10.

Paso 6. Capa de compresión

El último paso es el colado de la capa de compresión que será de un espesor de 4 o 5cm y de una resistencia no menor de $f_c´$=200kg/cm^2. Es recomendable el tapar los huecos de bovedillas para no tener un mayor consumo de concreto. También es importante mojar las bovedillas para que exista una mayor adherencia con la capa de compresión.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PROCEDIMIENTO PARA LOSAS DE VIGUETA Y BOVEDILLA

Fotografía 38

Fotografía 39

Fotografías 38 y 39 de archivo de la Conavi. Vivienda construida en Tijuana, Baja California Norte.

GLOSARIO

GLOSARIO

ACERO DE REFUERZO: Barras de sección circular hechas mediante la aleación de hierro, carbono y otros elementos como silicio, fósforo, azufre y oxígeno.

ACTIVIDAD SÍSMICA: Es la frecuencia e intensidad de la generación de sismos en una región, producidos por la liberación brusca de energía acumulada en las placas tectónicas por sus lentos desplazamientos y la interacción entre ellas.

AGLOMERANTES: Materiales que, en estado pastoso y con consistencia variable, tienen la propiedad de poderse moldear, de adherirse fácilmente a otros materiales, de unirlos entre sí, protegerlos, endurecerse y alcanzar resistencias mecánicas considerables.

AMARRE: Sujeción de varillas y/o alambrones de refuerzo mediante alambre recocido que los une al rodearlos y apretarlos entre si al torcer dicho alambre con una herramienta conocida como amarrador.

ARCILLA: Conocida como “barro”, es un material térreo que en estado húmedo es moldeable y cohesivo, producto de la degradación de rocas detríticas con partículas de tamaño inferior a 1/256 mm. Cocido al calor se vuelve un material cerámico duro pero frágil.

ARENA: Conjunto de partículas de roca de 0.05 a 2 mm. Se usa como parte de los agregados para la mezcla de concreto y mortero. Como depósitos en capas de subsuelo pueden estar en condición compacta o suelta siendo favorable o desfavorable para la cimentación, respectivamente.

ARENAS EÓLICAS: Arenas erosionadas y transportadas por el aire.

ASENTAMIENTOS: Es la deformación vertical en la superficie de un terreno proveniente de la aplicación de cargas o debido al peso propio de las capas.

BASTONES: Son piezas en forma de "L" elaboradas con varillas corrugadas colocadas en los extremos de las viguetas o de losas.

CAPILARIDAD: Propiedad física de los líquidos, la cual, le permite ascender a través de un sólido.

CASTILLOS: Elemento estructural vertical hecho de concreto armado que se usa para confinar y reforzar un muro de mampostería.

GLOSARIO

CAVERNAS: Cavidad muy profunda en la tierra o entre las rocas.

CIMENTACIÓN: Base de apoyo de cualquier construcción, es un sistema formado por el suelo y los elementos de soporte, existen dos tipos de cimentación, superficial y profunda.

CONCRETO: Mezcla de cemento portland, grava, arena y agua que se coloca en un molde y endurece para formar elementos estructurales.

CONFINAMIENTOS: Elementos estructurales verticales y horizontales (dalas de desplante, cadenas y castillos)que garantizan que el muro se comporte como una sola unidad.

CONTRATRABES: Elemento estructural de concreto que se utiliza para unir las zapatas.

DALA DE CERRAMIENTO O CADENA DE CERRAMIENTO: Elemento estructural formado por concreto armado que se coloca horizontal para delimitar la construcción de un muro y el superior siguiente sobre este.

DALA DE DESPLANTE: Elemento estructural formado por concreto armado que se coloca horizontalmente para delimitar la construcción de un muro y el superior siguiente sobre este, se utiliza por nivel.

DESASTRE QUÍMICO: Es la liberación involuntaria de una o más sustancias peligrosas que podrían dañar la salud humana o el medio ambiente.

EDIFICACIÓN: Construcción cuya función principal es alojar personas, animales o cosas.

EDIFICACIONES TIPO A: Construcciones esenciales como hospitales, escuelas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, centrales eléctricas y de telecomunicaciones, estadios, depósitos de sustancias peligrosas, museos y archivos importantes, según el Reglamento de Construcciones para la CDMX.

EDIFICACIONES TIPO B: Construcciones que requieren un grado de seguridad intermedio, cuya falla estructural ocasionaría perdidas de magnitud intermedia o que pondrían en peligro otras construcciones de este grupo o del A, tales como edificaciones destinadas a viviendas, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no clasificadas, según el Reglamento de Construcciones para la CDMX.

GLOSARIO

EDIFICACIONES TIPO B1: Son construcciones de más de 30 m de altura o más de 6000 m^2 de área total construida, ubicadas en la zona I y II y en las construcciones de más de 15 m de altura o más de 3000 $m^{2,}$ según el Reglamento de Construcciones para la CDMX.

EDIFICACIONES DEL TIPO B2: Construcciones convencionales del grupo B, que no pertenezcan al grupo B1, según el Reglamento de Construcciones para la CDMX.

EMPALME: Unión o enlace de dos cosas.

ENTARIMADO: Recintos o moldes de madera que retienen el concreto fresco hasta su fraguado y endurecimiento.

EROSIÓN: Desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos.

ESTRATOS: Masa de sedimentos, de espesor más o menos uniforme y escaso, extendida en sentido horizontal y separada de otras por capas paralelas.

ESTRIBOS: Elemento estructural en forma de anillos rectangulares o circulares hechos de varilla o alambre, que sirven para unir el armado de varillas dentro de una estructura.

ESTRUCTURA: Es un conjunto estable de elementos resistentes de una construcción con la finalidad de soportar cargas y transmitirlas, para llevar finalmente estos pesos o cargas al suelo.

FACHADA: Paramento exterior de un edificio, especialmente el principal.

FALLAS GEOLÓGICAS: Fractura en la corteza terrestre a lo largo de la cual se mueven los bloques rocosos que son separados por ella.

FENÓMENO NATURAL: Cambio global que se da en la naturaleza, es decir, que no es provocado por la acción humana.

GLOSARIO

FENÓMENOS PERTURBADORES: Fenómenos de carácter geológico, hidrometeorológico, químico – tecnológico, sanitario - ecológico y socio – organizativo que podría producir riesgo, emergencia o desastre.

GRANULOMETRÍA: Método de laboratorio para obtener la distribución de los tamaños de una colección de granos de suelos.

GRAVA: Término que se le da en geología y construcción, a las rocas con un tamaño granular específico.

GRIETAS: Abertura alargada y con muy poca separación entre sus bordes que se hace en la tierra o en un cuerpo sólido, generalmente de manera natural.

INFRAESTRUCTURA: Conjunto de obras públicas, instalaciones, instituciones, sistemas y redes que sostienen el funcionamiento de ciudades o países.

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN: Es la interrupción de la continuidad de una obra.

LADERA: Pendiente de una montaña o elevación del terreno por cualquiera de sus lados.

LAJA: Tipo de roca plana.

LIMO: Suelo de grano fino, tiene la capacidad de absorber agua, pero si la cantidad de agua no es la adecuada, tiende a agrietarse y no es capaz de soportar cargas grandes.

LOSA DE CIMENTACIÓN : Capa uniforme de concreto y acero que se construye como apoyo de una edificación contra terrenos de poca resistencia.

GLOSARIO

MALLA ELECTROSOLDADA: Elemento de refuerzo para la construcción compuesto de entramado de alambre en dos direcciones que se conectan en los cruces mediante soldadura por fundición al pasar una corriente eléctrica por los alambres.

MAMPOSTERÍA: Sistema constructivo compuesto por piezas pétreas naturales o artificiales (ladrillos o tabiques y bloques) unidos por un mortero aglutinante para formar muros, cimientos y otros elementos.

MEANDRO: Curva descrita por el curso de un río, cuya sinuosidad es pronunciada.

MORTERO: Material pastoso con consistencia suficiente que sirve para cubrir muros, tabiques y techos de una edificación.

MUROS: Elemento vertical para encerrar espacio, retener tierra o almacenar materiales, comúnmente formados de mampostería o concreto reforzado.

MUROS DE CARGA: Muro que sirve como elemento estructural soportando carga de otros elementos apoyados sobre este.

MUROS DIVISORIOS: Elementos verticales ligeros que sirven para separar espacios y no soportan cargas estructurales.

NIVEL FREÁTICO: Altura donde se encuentra una capa de agua subterránea; se determina al dejar que se estabilice el nivel de agua del subsuelo en un pozo o excavación.

PLASTICIDAD: Comportamiento mecánico característico de ciertos materiales inelásticos consistente en la capacidad de deformarse permanente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico.

PRECONSOLIDACIÓN: Efecto de la reducción del volumen de capas de suelos finos cohesivos por la acción histórica de cargas impuestas y la lenta expulsión del agua de los vacíos.

PREDIO: Tierra o posesión de una cierta extensión superficial.

PRETIL: Muro protector de poca altura.

GLOSARIO

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: Profundidad a la cual se va a iniciar la construcción de la cimentación.

RECUBRIMIENTO: Capa o cubierta en una determinada superficie con el fin de proteger los refuerzos de acero de las estructuras.

SOCAVACIÓN: Es el resultado de la acción erosiva del flujo de agua que arranca y acarrea material de lecho y del banco de un cauce.

SUELOS LICUABLES: Proceso observado en situaciones en que la presión de poros es tan elevada que el agregado de partículas pierde toda la resistencia al corte y el terreno su capacidad soportante. Se produce en suelos granulares: arenas limosas saturadas.

SUPERESTRUCTURA: Parte de una construcción que está por encima del nivel del suelo.

TRASLAPES: Son las uniones entre barras de acero de refuerzo, este mecanismo de amarre permite que las barras se prolonguen.

ZAPATA: Es un elemento estructural para la cimentación que consiste en la ampliación de la superficie de apoyo contra el suelo, generalmente de concreto reforzado o de mampostería de piedra.

ZAPATA AISLADA: Elemento estructural de cimentación bajo cargas concentradas como las de una columna. Se compone de una losa relativamente cuadrada (u otra forma) y un dado que recibe a la columna.

ZAPATA CORRIDA: Elemento estructural de cimentación bajo cargas lineales, como las de un muros, o que unen puntos de descarga concentrados como las de columnas. Se compone de losas alargadas bajo contratrabes a lo largo de una longitud.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ANTAAC, CONAVI, CONALEP, SEP, IMEVIS, 2008, CONSTRUCCIÓN DE TECHOS SISTEMA VIGUETA Y BOVEDILLA, AUTOCONSTRUCCIÓN, DISTRITO FEDERAL
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES DEL PRESFUERZO Y LA PREFABRICACIÓN A.C. HTTPS://ANIPPAC.ORG.MX
- DE ACERO, MANUAL TÉCNICO, ARMADURA Y LOSAS DE VIGUETA Y BOVEDILLA, DISTRITO FEDERAL
- INVI, 2014, MANUAL PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS Y DISEÑO DE VIVIENDAS, DISTRITO FEDERAL
- LUIS BERNAL SIMÓN, MAX BETANCOURT SUÁREZ, 2004, REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL, DISTRITO FEDERAL, TRILLAS
- OLGA ZAREPTA CICHILLO CAYTUIRO, 2015, IMPORTANCIA DE UN ESTUDIO DE SUELOS ANTES DE CONSTRUIR UNA INFRAESTRUCTURA, RECUPERADO DE HTTPS://BIT.LY/3OMKOJN.
- PREMEX, 2013, MANUAL TÉCNICO DE LOSAS PREFABRICADAS, TIZAYUCA HIDALGO.
- RUIZ VÁZQUEZ, GONZALEZ HUESCA, 2016, GEOLOGÍA APLICADA A LA INGENIERÍA CIVIL, LIMUSA
- SEDATU, CONAVI, INFONAVIT, 2019, CRITERIOS TÉCNICOS PARA UNA VIVIENDA ADECUADA, CDMX.
- SEDATU, CONAVI, 2017, CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA, DISTRITO FEDERAL.
- SEDATU, SMIE, CONACYT, APRENDIENDO EN FAMILIA, GUÍA DE AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA, DISTRITO FEDERAL
- SEDATU, SMIE, CONACYT, APRENDIENDO EN FAMILIA, GUÍA DE REPARACIÓN DE VIVIENDA, DISTRITO FEDERAL
- SMIE, 2018, REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA, DISTRITO FEDERAL
- 2011, SUELOS Y LAS CIMENTACIONES, RECUPERADO DE HTTPS://CIVILGEEKS.COM/

Nota: Todas las imágenes son ilustrativas.

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES Y CONSTRUCTIVAS PARA OBRA NUEVA

Este documento fue realizado como una herramienta de apoyo para los prestadores de servicios (asesores técnicos) que se encuentran inscritos en el padrón de la Conavi y se compone de la recopilación de información técnica existente y de experiencias técnicas del personal de la construcción. El análisis y las conclusiones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones del personal de la Comisión Nacional de Vivienda o de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

Extensión de responsabilidad

Todos los derechos están reservados. Toda la información que este documento presenta, se basa en teorías, prácticas, diseños y técnicas que han sido consideradas en la construcción por diversos especialistas. Se contó con la revisión de la Subsecretaría de Ordenamiento Territorial y Agrario, a través de la Coordinación General de Gestión Integral de Riesgos de Desastres y con la revisión del Centro Nacional de Prevención y Desastres (Cenapred). Todas las imágenes son ilustrativas y con fines didácticos.

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA

Heroica Escuela Naval Militar No. 669, Pisos 2 y 3,
Col. Presidentes Ejidales 1a. Sección,
Alcaldía Coyoacán, CP. 04470,
Ciudad de México.