

GOBIERNO DE MÉXICO



EVALUACIÓN DE INMUEBLES

Tipos de estructuras y vulnerabilidad en las edificaciones

Ing. Osvaldo Contreras Reyes

CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO DE 2020

Aspectos a tratar



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

- Sistemas estructurales
- Elementos estructurales
- Materiales
- Características del movimiento ante sismo
- Fuerzas actuantes sobre las estructuras de edificación
- Aspectos que generan vulnerabilidad
- Conclusiones y recomendaciones

Necesidad de evaluación

Estado actual de edificios

Después de un evento (vg. sismo)

Información
para
recabar en
campo

- Datos generales: uso, núm. pisos, ubicación
- Tipo de sistema estructural, dimensiones
- Geometría de elementos estructurales
- etc.

Daños
estructurales

Evaluación de la
susceptibilidad de daño

Evaluación de la
seguridad estructural



¿Cómo revisar?



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Publicado en 1995

MANUAL DE EVALUACIÓN POSTSÍSMICA DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES

MARIO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ *
ENRIQUE CASTRILLÓN **

* Investigador, Instituto de Ingeniería, UNAM

** Becario, Instituto de Ingeniería, UNAM

Publicado en 1998

Manual de Evaluación Postsísmica de la Seguridad Estructural de Edificaciones



CIUDAD DE MEXICO
Secretaría de Obras y Servicios
Cordinato del Distrito Federal



Secretaría
de Ingeniería
SSI S de CV

¿Cómo revisar?



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

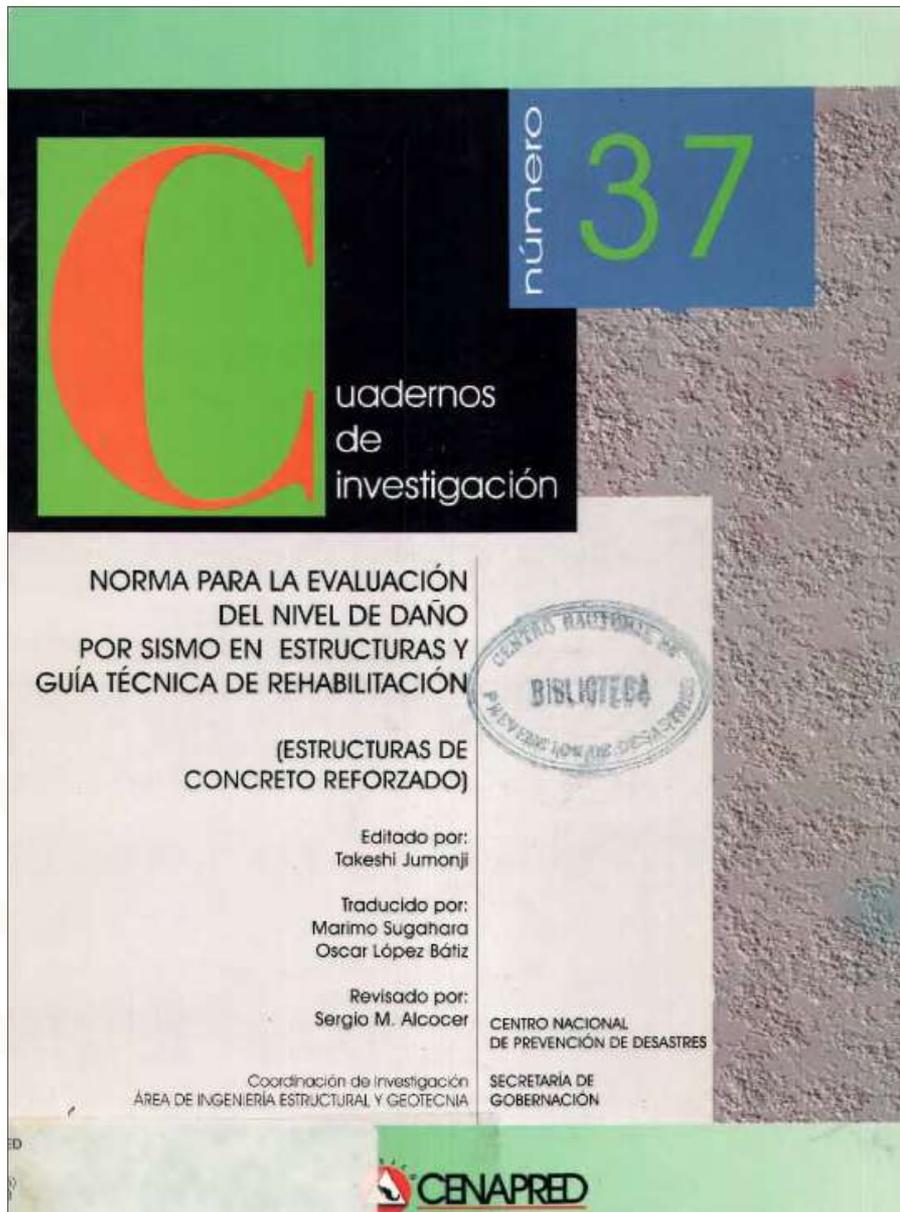


CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Publicado en 2001

Segunda reimpresión



¿Qué resulta de la revisión?



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Opcional



Necesaria

Urgente

1.- Habitable

Se puede usar

No indispensable dictamen de seguridad estructural

2.- Seguridad en duda

Entrada restringida

Se recomienda un dictamen de seguridad estructural

3.- Insegura

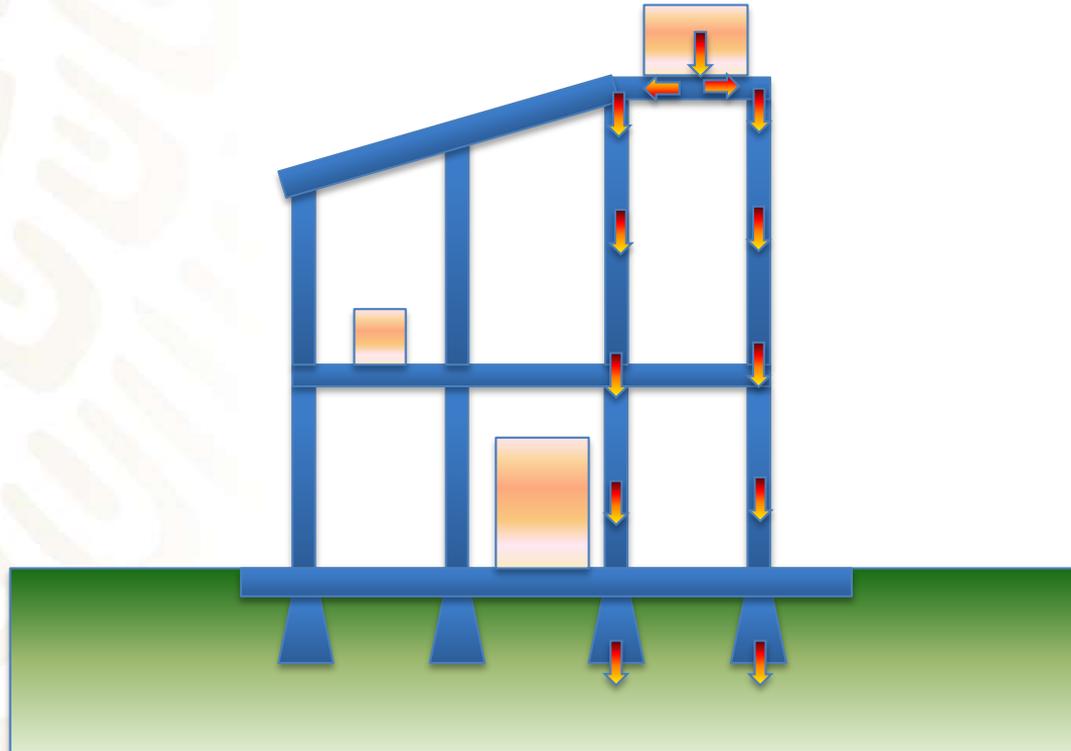
No se permite el acceso

Obligatorio un dictamen de seguridad estructural

Los resultados y comentarios no constituyen un dictamen de seguridad estructural, son recomendaciones para la toma de decisiones por parte del dueño y la autoridad local

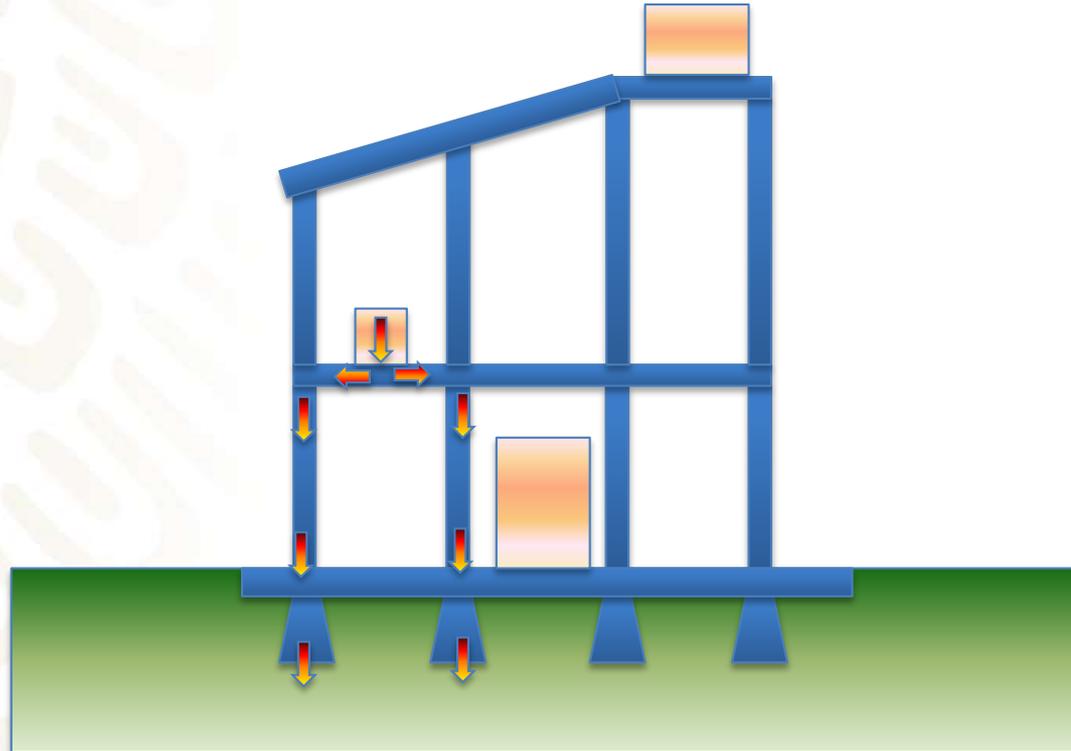


Conjunto de elementos estructurales (vigas, columnas, losas, armaduras, etc.) que transmiten la carga de un edificio a sus apoyos.



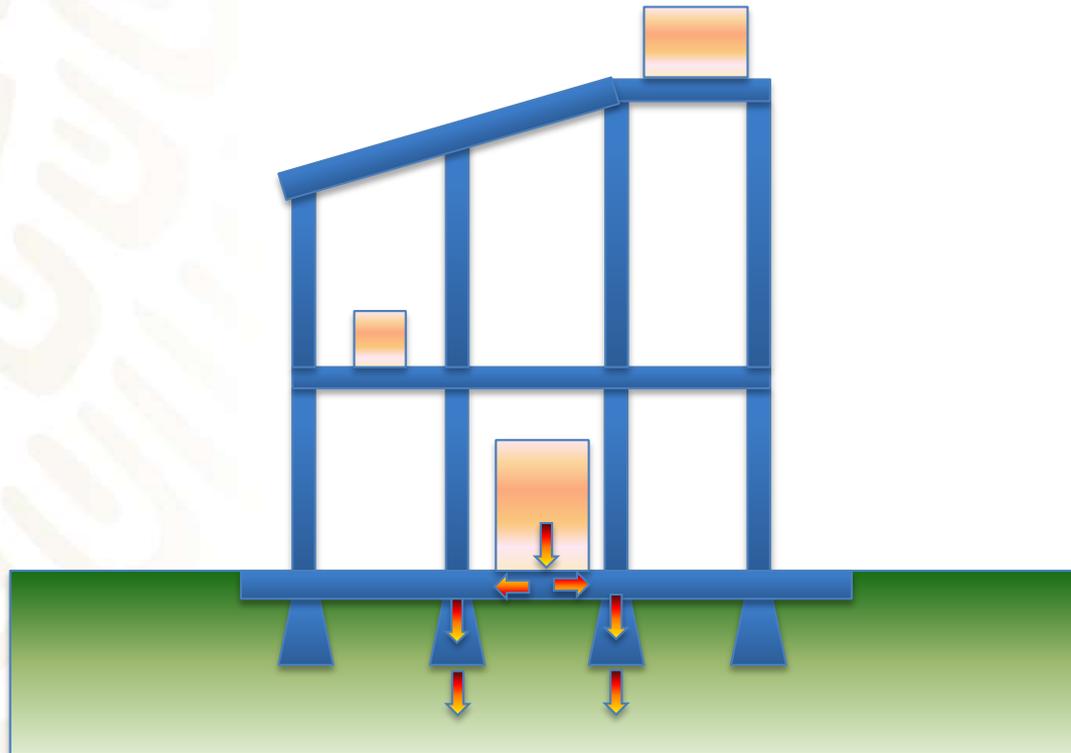


Conjunto de elementos estructurales (vigas, columnas, losas, armaduras, etc.) que transmiten la carga de un edificio a sus apoyos.



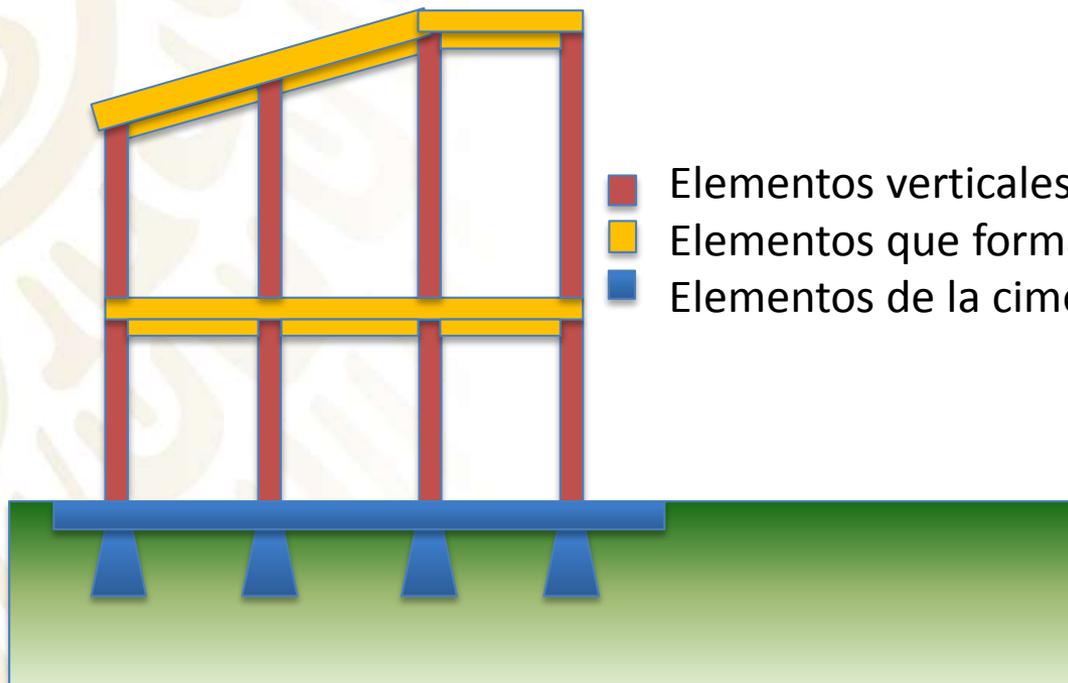


Conjunto de elementos estructurales (vigas, columnas, losas, armaduras, etc.) que transmiten la carga de un edificio a sus apoyos.





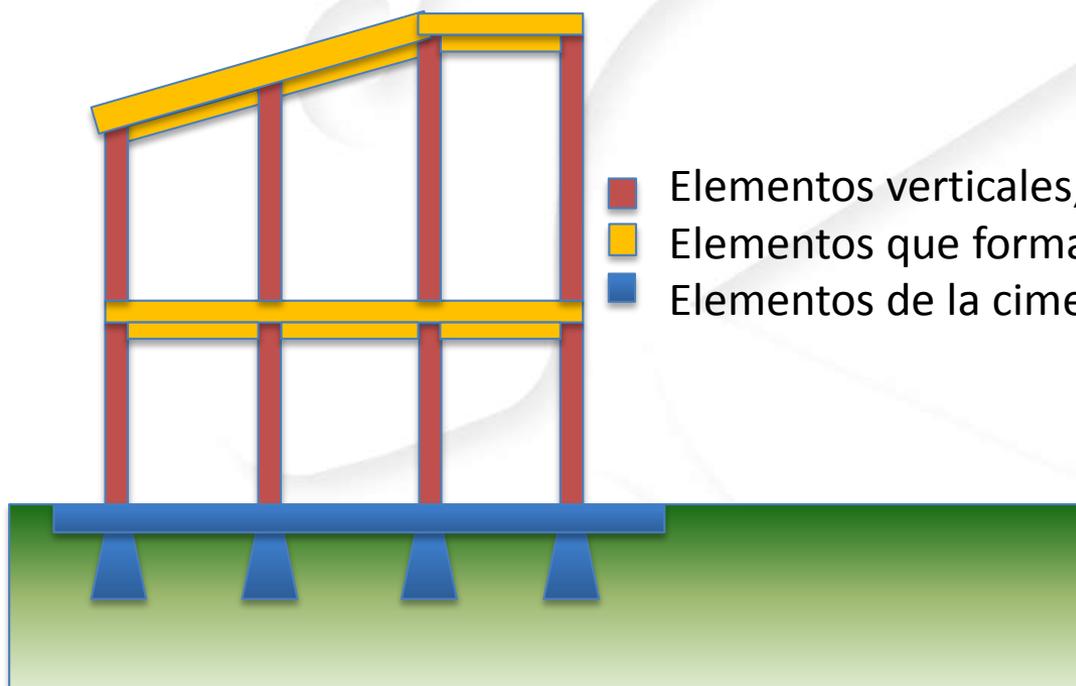
Pueden identificarse tres tipos de elementos estructurales:



- Elementos verticales, o de soporte
- Elementos que forman el sistema de piso/techo
- Elementos de la cimentación

Sistema estructural

Pueden identificarse tres tipos de elementos estructurales:



- Elementos verticales, o de soporte
- Elementos que forman el sistema de piso/techo
- Elementos de la cimentación

Formato de captura de información



- ✓ Información general
- ✓ Sistema estructural
- ✓ Evaluación de daños
- ✓ Croquis del inmueble

actualización del formato: junio 2018

Formato de captura de datos para evaluación estructural

INFORMACIÓN GENERAL Fecha: _____ Coordenadas: (_____ N. _____ O. _____ msnm)

Nombre del inmueble: _____

Calle y número: _____ Colonia: _____ Código postal: _____

Pueblo o ciudad: _____ Delegación/Municipio: _____ Estado: _____

Referencias: _____ (entre calles "A" y "B", un sitio notable, etc.)

Contacto: nombre, cargo, correo-e: _____ Teléfono: +(_____) _____

Uso:
 Vivienda
 Hospital
 Oficinas
 Iglesia
 Comercio
 Escuela
 Otro: _____
 Desocupada

Número total de niveles, n = _____
 Número de sótanos: _____
 Pisos para estacionamiento: _____
 Número ocupantes: _____

Año de:
 de construcción: _____
 de daño severo: _____
 de rehabilitación: _____

Dimensiones:
 Frente X = _____ m
 Fondo Y = _____ m

Topografía:
 Planicie
 Ladera de cerro
 Rivera riolago
 Fondo de valle
 Depósitos lacustres
 Costa

Características hidráulicas:
 Alcantarilla pluvial, distancia: _____ m
 Cabeza de atarjea / termina tubería (no hay pozos de ventilación calle arriba)

Año inundación más severa: _____
 Altura inundación sobre el nivel de piso: _____ m

Otras características: Mantenimiento: _____ Zona de seguridad: _____ Sistema contra incendio: _____ Cisterna/tinacos: _____ m³

SISTEMA ESTRUCTURAL La dirección X es paralela a la fachada, indicar X, Y en el croquis

Muros de mampostería
 Confinada
 Refuerzo interior
 Simple
 Con refuerzo horizontal

Sistema de piso
 Losa maciza
 Losa reticular
 Vigüeta y bovedilla
 No se sabe

Sistema de techo
 Igual al de piso
 Lámina
 Faja
 Otro: _____

Cimentación
 Zapatas aisladas
 Zapatas corridas
 Cimiento de piedra
 Losa de cimentación

Cajón
 Pilotes / pilas
 No se sabe

Datos geométricos
 Altura PB = _____ cm Claro prom X = _____ cm
 Altura tipo = _____ cm Claro prom Y = _____ cm
 # Col X = _____ Núm CV/MD = _____
 # Col Y = _____ Núm CV/MD = _____
 CV = Contra/Ventleo MD = Muro diafragma T = espesor sin recubrimiento, >L = long total

Secciones dimensiones
 Columna prom: [] I, H, O b= _____ h= _____ cm
 Trabe prom: [] I, H, O b= _____ h= _____ cm
 Concr. 2Lx= _____ m 2Ly= _____ m
 Mamp. 2Lx= _____ m 2Ly= _____ m

VULNERABILIDAD
 Irregular en Elevación:
 Planta baja de doble altura
 Muros no llegan a la cimentación
 Planta baja flexible
 Columna corta

Irregular en Planta:
 Asimetría por muros, cubos, cargas
 Grandes aberturas, entrantes/salientes
 Geometría irregular en planta "L", "T", "H"

Posición del edificio en la manzana:
 Esquina
 Medio
 Aislado

Posición cubos escalera/elevadores:
 Esquina
 Borde
 Centro

EVALUACIÓN DE DAÑOS

Geotécnicos:
 Grietas en el terreno
 Hundimientos: _____ cm
 Inclinación del edificio: _____ %

Losas:
 Colapso
 Grietas máx: _____ mm
 Flecha máx: _____ cm

Conexiones:
 Falla

Otros daños:
 Vidrios
 Anechados
 Plafones
 Fachadas
 Bardas y pretilas
 Cubos (escalera/elevador)
 Instalaciones

Entrepiso crítico (más débil y/o más dañado):
 No. de columnas (o muros) daño severo = _____ (colapso, apilastamiento, pandeo, grietas > 2 mm)
 Total de columnas (muros) en el entrepiso = _____

NIVEL DE DAÑO DE LA ESTRUCTURA
 Colapso total
 Daño severo
 Colapso parcial
 Daño medio
 Daño ligero

CROQUIS DEL INMUEBLE Planos:
 Arquitectónico
 Estructural
 Mem. Calc.
 Constancia Seg. Estr.

(Marcar el Norte) N ↑

Características de la estructura



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

- Características del sistema estructural de soporte vertical (marcos o muros); se identifica en dirección X y en Y
- Material y tipo de muros, Sistema de piso y techo, Tipo de cimentación
- Vulnerabilidad en planta y elevación

SISTEMA ESTRUCTURAL				La dirección X es paralela a la fachada, indicar X, Y en el croquis					
X, Y <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Marcos de acero <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Marcos de concreto <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Columnas y losa plana (sin vigas) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Uso de contravientos		en X, Y <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muros de concreto <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muros de carga de mampostería <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Marcos y muros diafragma <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muros de adobe o bahareque <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muros de madera, lámina, otros		Muros de mampostería <input type="checkbox"/> Confinada <input type="checkbox"/> Refuerzo interior <input type="checkbox"/> Simple <input type="checkbox"/> Con refuerzo horizontal		<input type="checkbox"/> Bloque concreto 20x40 cm <input type="checkbox"/> Tabique arcilla (ladrillo) <input type="checkbox"/> Tabique hueco de arcilla <input type="checkbox"/> Tabicón de concreto		Sistema de piso <input type="checkbox"/> Losa maciza <input type="checkbox"/> Losa reticular <input type="checkbox"/> Vigüeta y bovedilla <input type="checkbox"/> No se sabe	
Sistema de techo <input type="checkbox"/> Igual al de piso <input type="checkbox"/> Lámina <input type="checkbox"/> Teja <input type="checkbox"/> Otro: _____		Cimentación <input type="checkbox"/> Zapatas aisladas <input type="checkbox"/> Zapatas corridas <input type="checkbox"/> Cimiento de piedra <input type="checkbox"/> Losa de cimentación		Datos geométricos Altura PB = _____ cm Altura tipo = _____ cm # Col X = _____ # Col Y = _____		Secciones Columna prom: <input type="checkbox"/> I, H, O Trabe prom: <input type="checkbox"/> I, H Concr. $\Sigma L_x =$ _____ m $\Sigma L_y =$ _____ m t = _____ cm Mamp. $\Sigma L_x =$ _____ m $\Sigma L_y =$ _____ m t = _____ cm		dimensiones b = _____ h = _____ cm b = _____ h = _____ cm	
VULNERABILIDAD				CV = ContraVenteo, MD = Muro diafragma t = espesor sin recubrimiento, ΣL = long total					
Irregular en Elevación <input type="checkbox"/> Planta baja de doble altura <input type="checkbox"/> Muros no llegan a la cimentación <input type="checkbox"/> Planta baja flexible <input type="checkbox"/> Columna corta		Irregular en Planta <input type="checkbox"/> Asimetría por muros, cubos, cargas <input type="checkbox"/> Grandes aberturas, entrantes/salientes <input type="checkbox"/> Geometría irregular en planta "L", "T", "H"		Posición del edificio en la manzana: <input type="checkbox"/> Esquina <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Aislado Posición cubos escalera/elevadores: <input type="checkbox"/> Esquina <input type="checkbox"/> Borde <input type="checkbox"/> Centro <input type="checkbox"/> Grandes masas en pisos superiores <input type="checkbox"/> Reducción brusca de pisos superiores Separación edificio vecino: _____ cm					

Estructura principal vertical



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Edificaciones con estructura a base de marcos: columnas y vigas

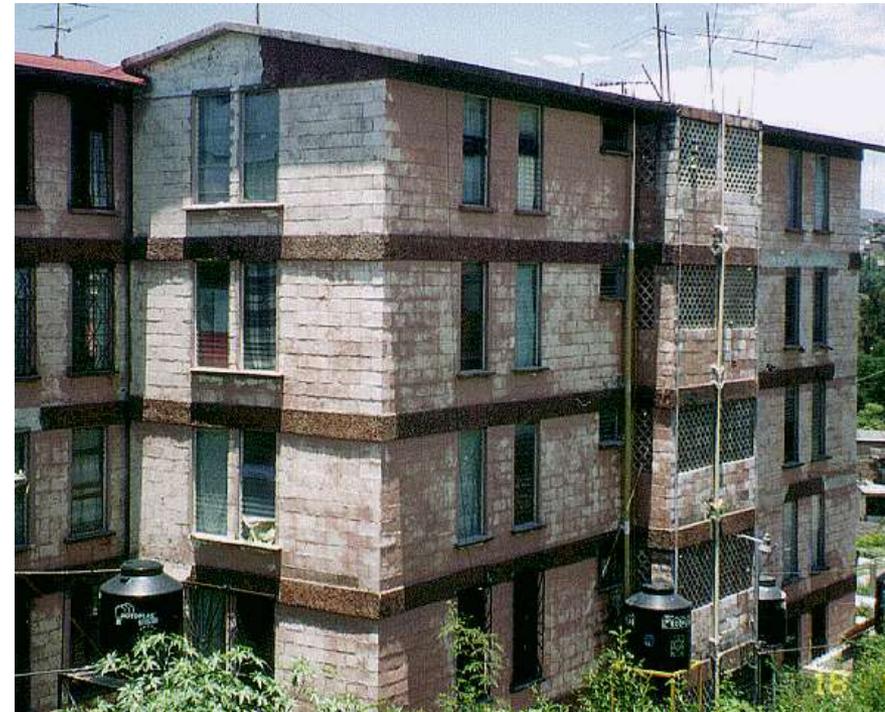


Característica: Puede ser flexibles

Tipos de muros



Edificaciones con estructura a base de muros



Característica: Puede ser muy rígidas

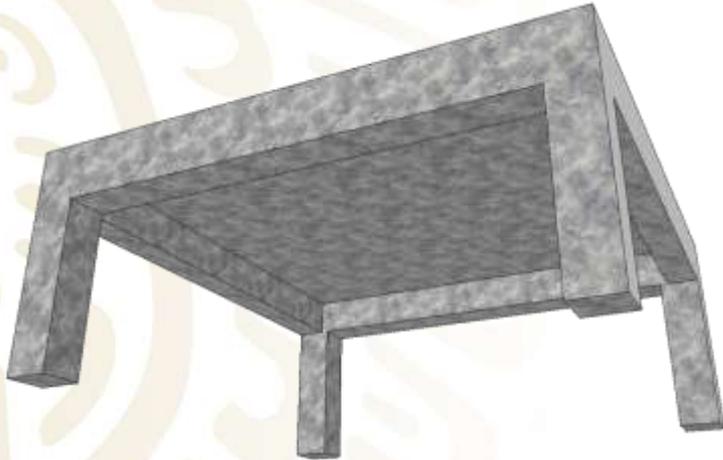
Tipos de sistemas de piso



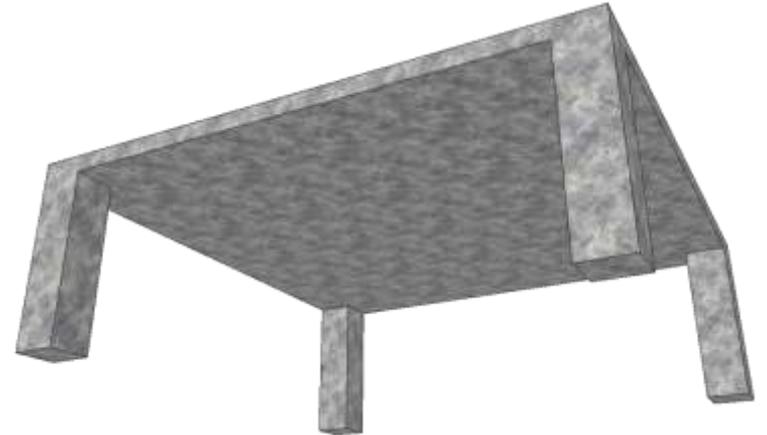
SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



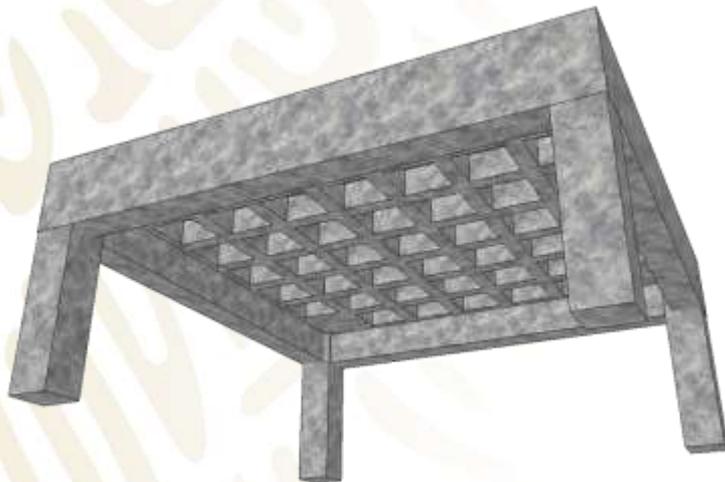
CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



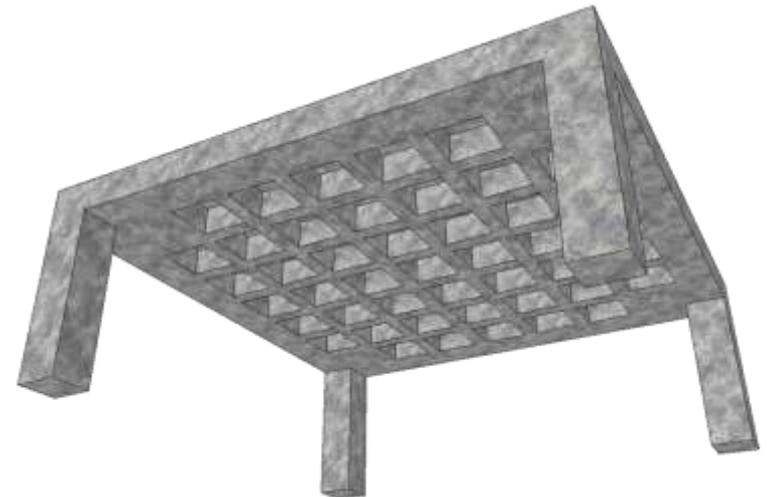
Maciza perimetralmente apoyada



Losa plana maciza



Reticular perimetralmente apoyada



Losa plana reticular

Tipos de sistemas de piso



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Losa plana reticular

Tipos de sistemas de techo



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Marcos: Concreto



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Marcos: Concreto



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Marcos: Acero



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Marcos: Compuestos



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Marcos: Contravientos



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

- ✓ En K
- ✓ En el plano del marco
- ✓ Cubre un piso



Es del tipo: Excéntrico

(se conectan a un tramo de viga con atiesadores para comportamiento plástico)

Tipos de muros



Muros de mampostería confinada

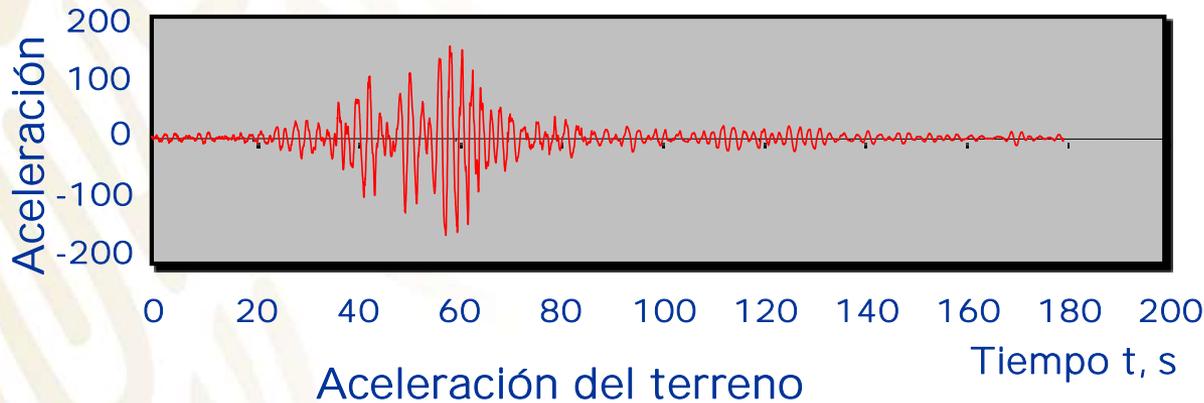
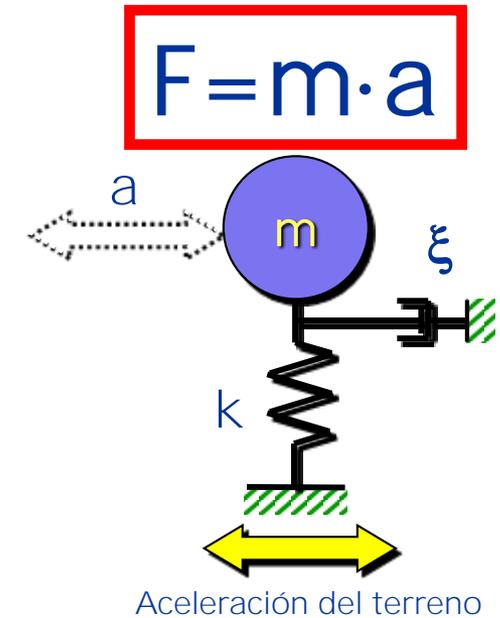
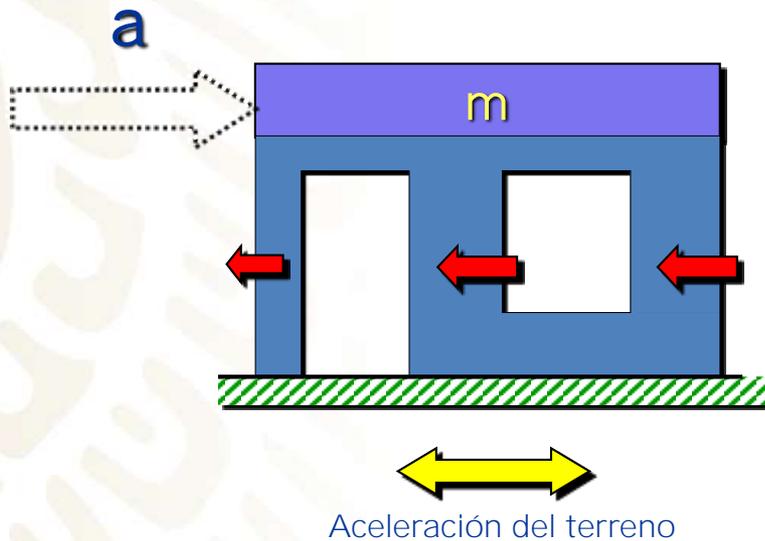


Muros de mampostería con refuerzo interior

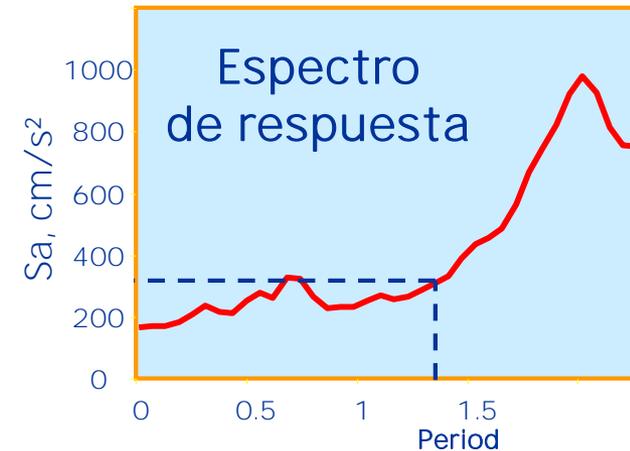
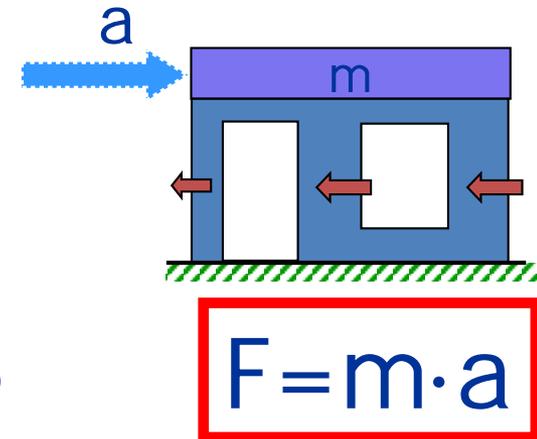
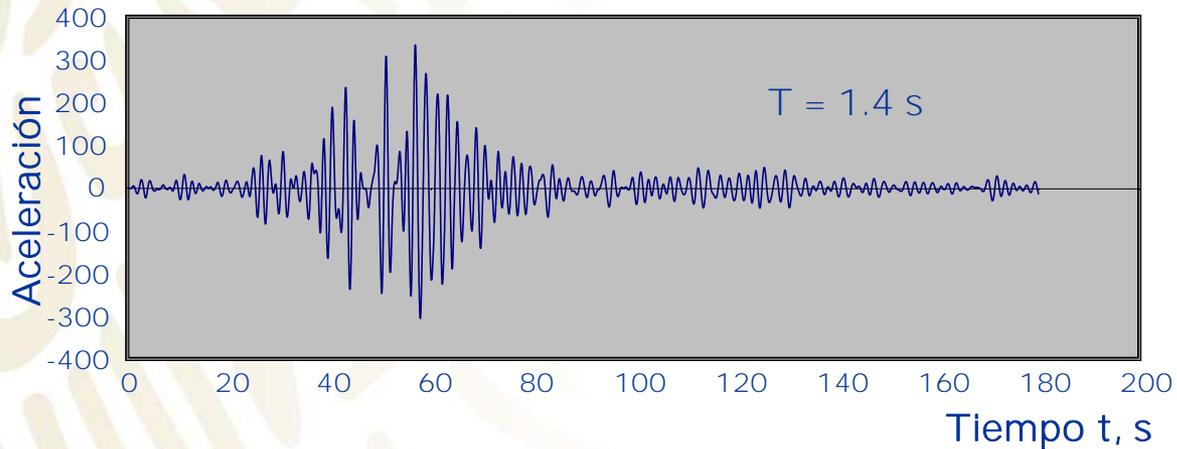
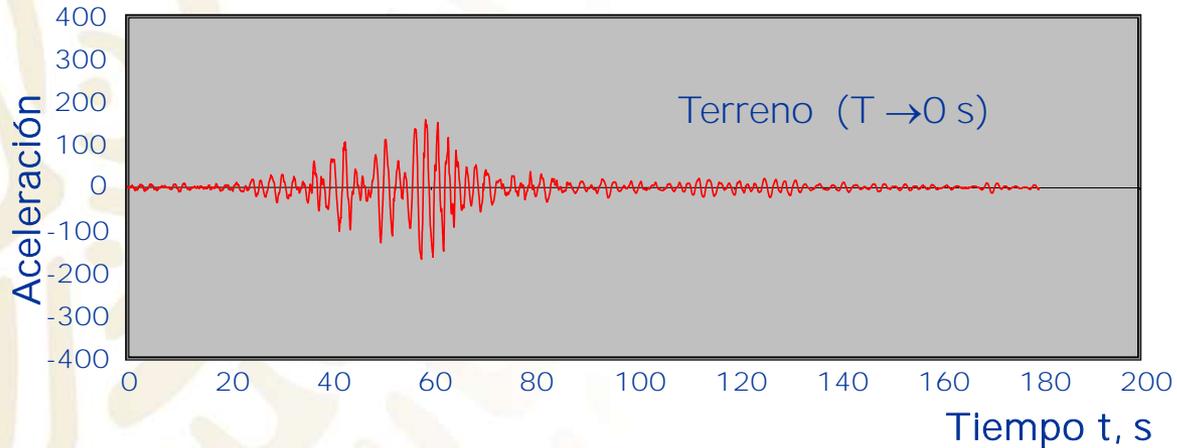


Muros diafragma

Efecto del movimiento del terreno en la edificación



Efecto del movimiento del terreno en la edificación



Fuerzas en las edificaciones



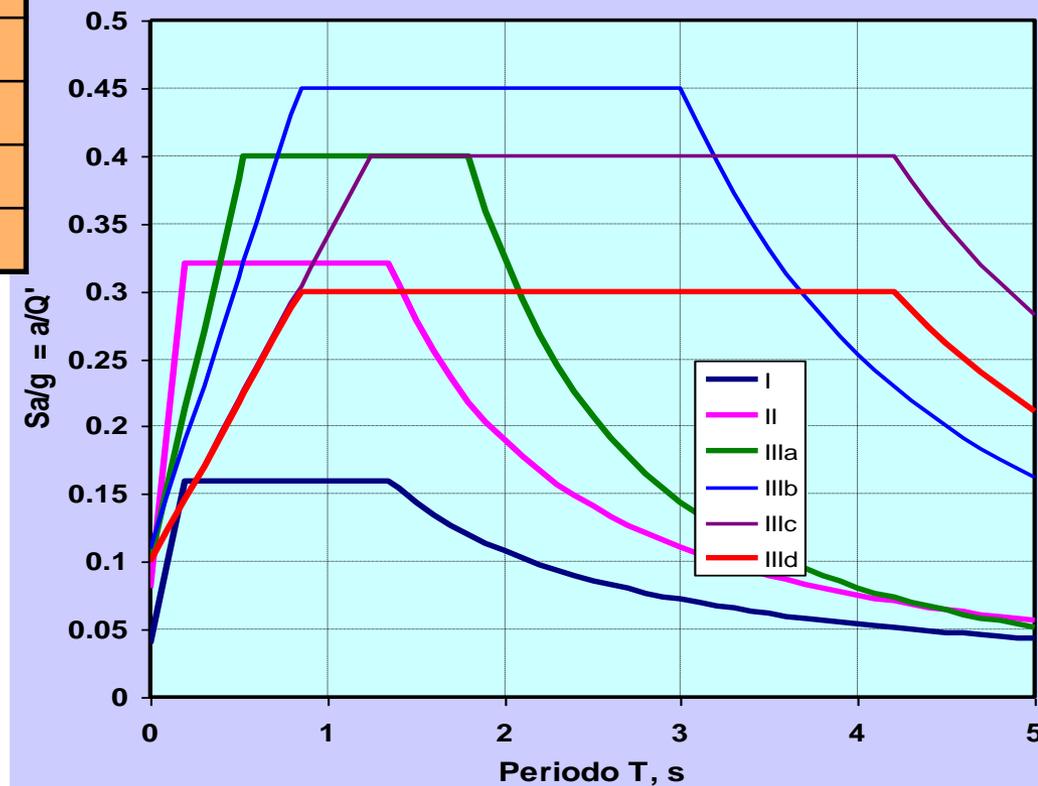
Zona	c	a _o	T _a	T _b	r
I	0.16	0.04	0.2	1.35	1
II	0.32	0.08	0.2	1.35	1.33
IIIa	0.40	0.10	0.53	1.8	2
IIIb	0.45	0.11	0.85	3.0	2
IIIc	0.40	0.10	1.25	4.2	2
IIId	0.30	0.10	0.85	4.2	2

Efecto del movimiento del terreno en la edificación

$$F = m \cdot a$$

$$F = \frac{w}{g} \cdot a = \frac{a}{g} \cdot w$$

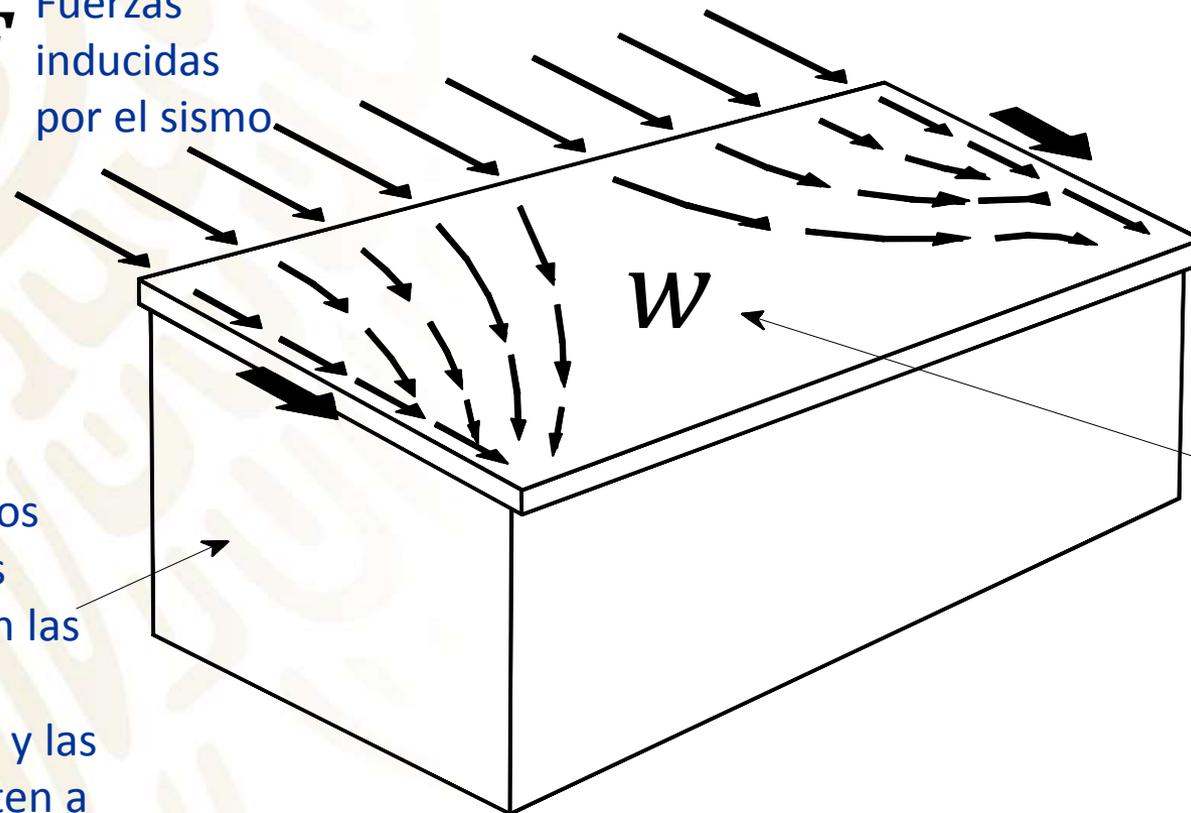
$$F = c \cdot w$$



Efecto del movimiento del terreno en la edificación

Resistencia \geq Fuerzas actuantes

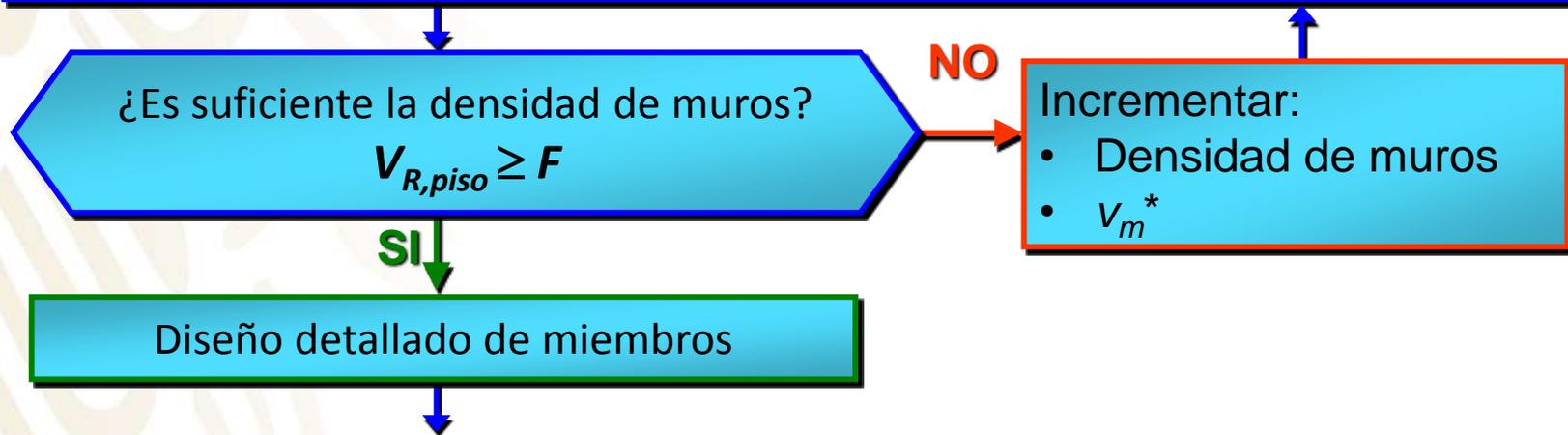
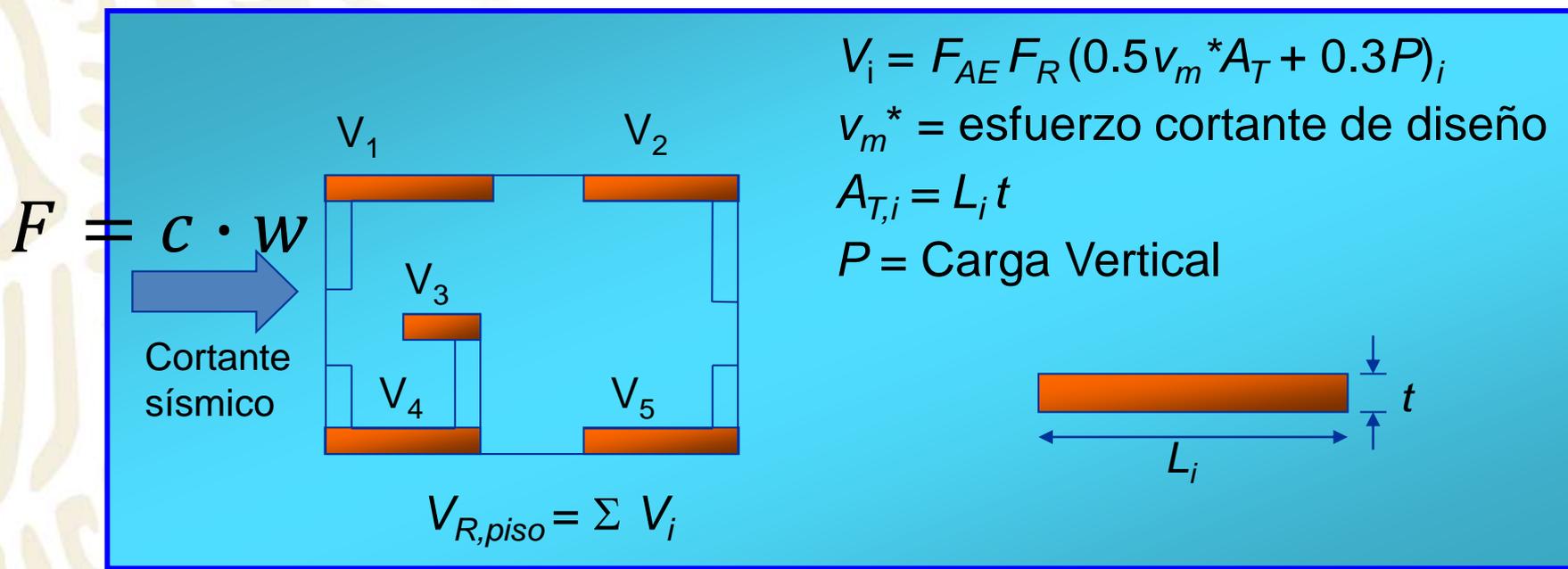
F Fuerzas
inducidas
por el sismo



Los muros
laterales
soportan las
fuerzas
sísmicas y las
transmiten a
la cimentación

El techo rígido
distribuye las
cargas sísmicas
hacia los muros a la
vez que forma una
liga entre ellos

Resistencia de las edificaciones



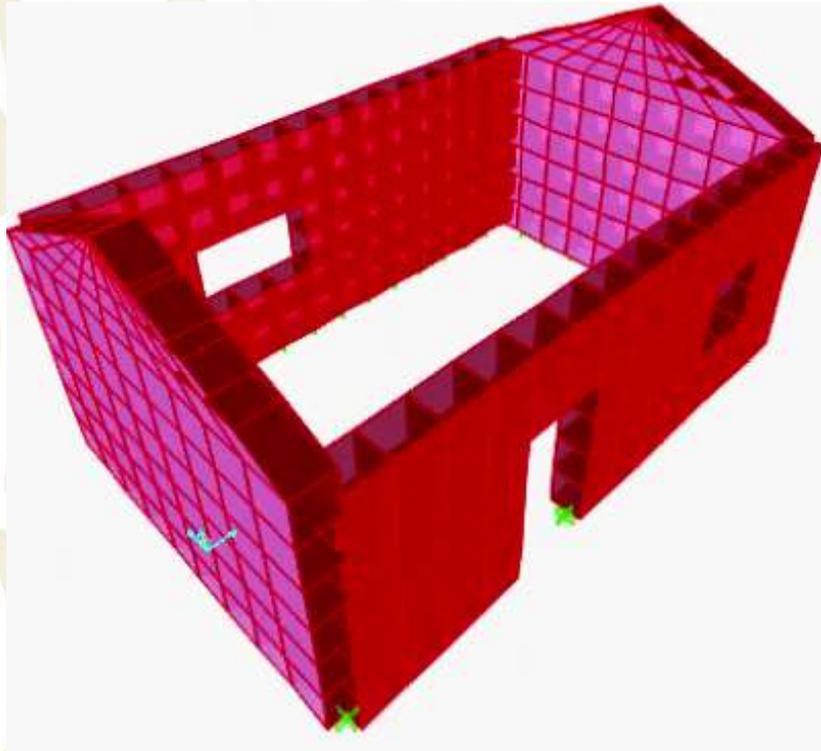
Comportamiento sísmico



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Comportamiento sísmico



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Japan collapse video.mp4

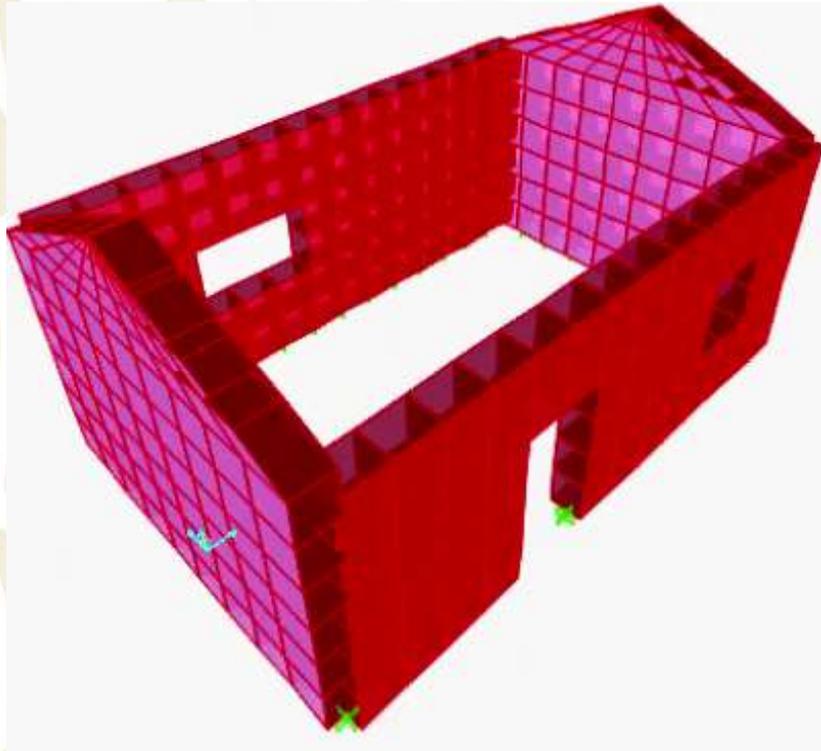
Comportamiento sísmico



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



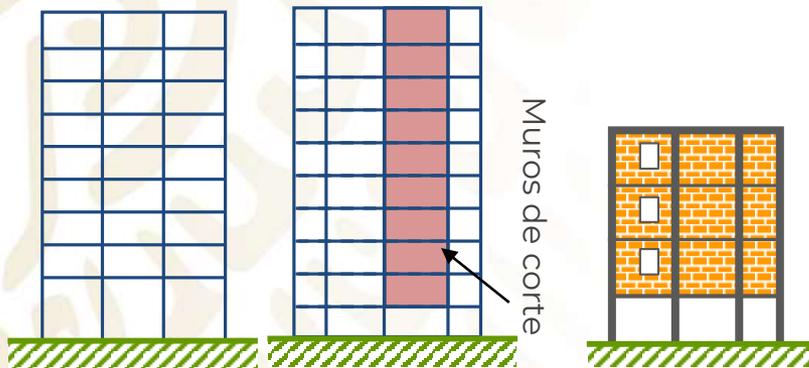
CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



VULNERABILIDAD

Irregular en Elevación

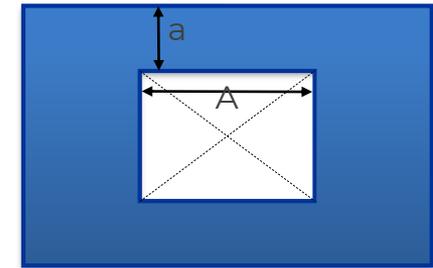
- Planta baja de doble altura
- Muros no llegan a la cimentación
- Planta baja flexible
- Columna corta



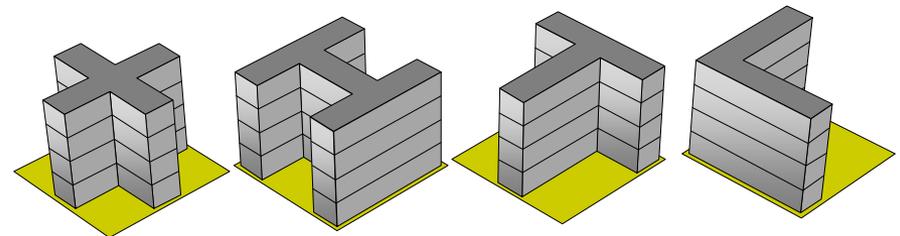
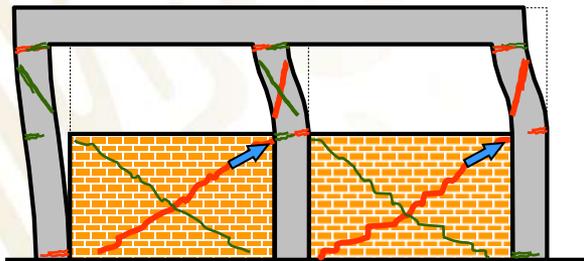
ELEVACIÓN

Irregular en Planta

- Asimetría por muros, cubos, cargas
- Grandes aberturas, entrantes/salientes
- Geometría irregular en planta "L", "T", "H"



PLANTA



Irregularidades en elevación



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Características y daño



Cortante en trabes



Cortante en columnas



Adherencia en columnas
Sismo de Michoacán, 1985



Cortante en columnas

Falla de conexión viga-columna



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



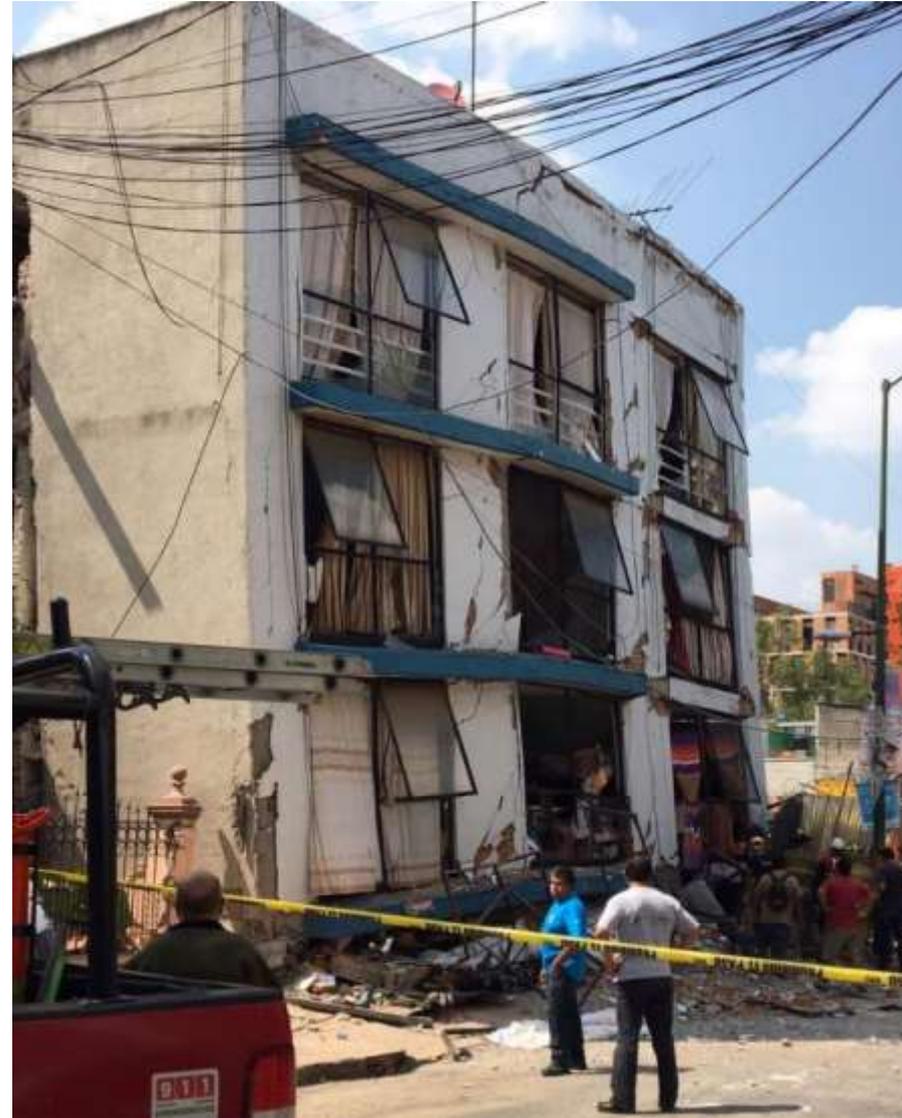
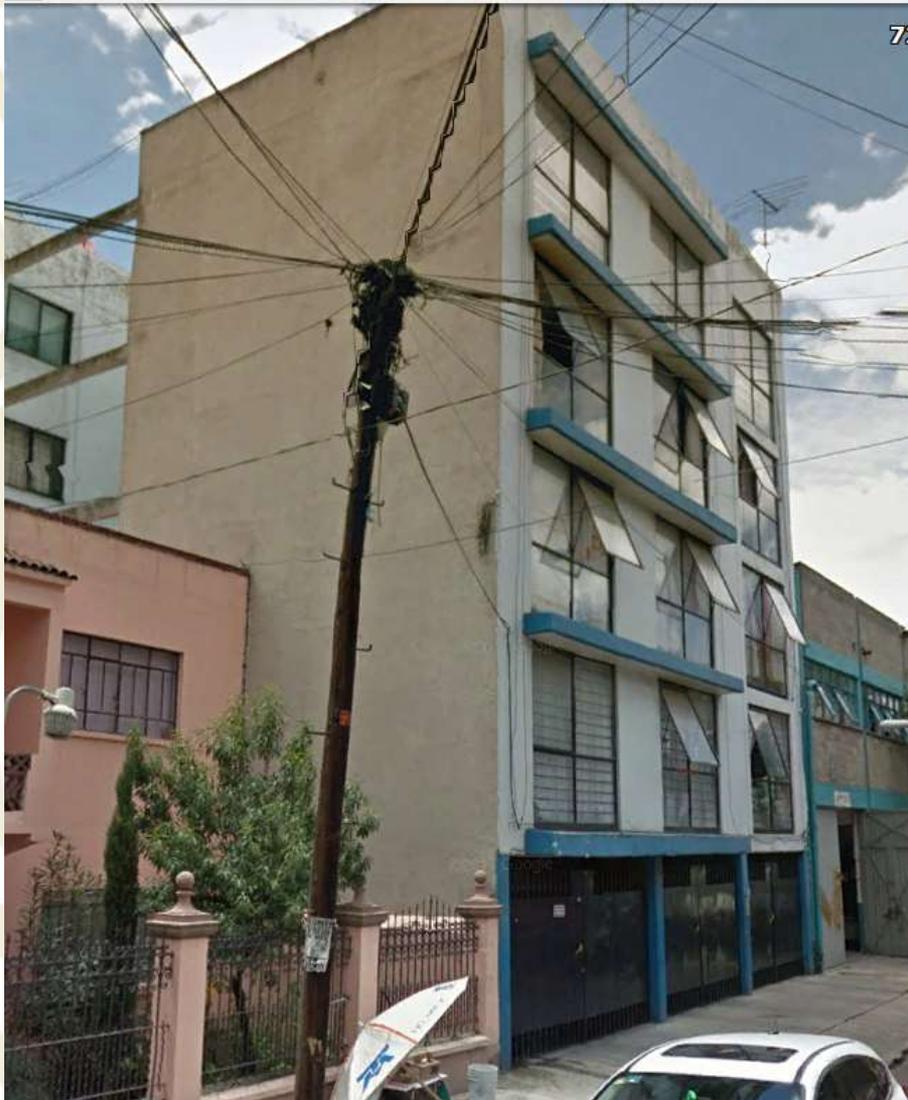
Colapso por planta baja débil



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Choque entre edificios vecinos



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Daño por columna corta



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Colapso de una casa



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Elemento de carga inadecuado



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Falta de refuerzo en muros



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

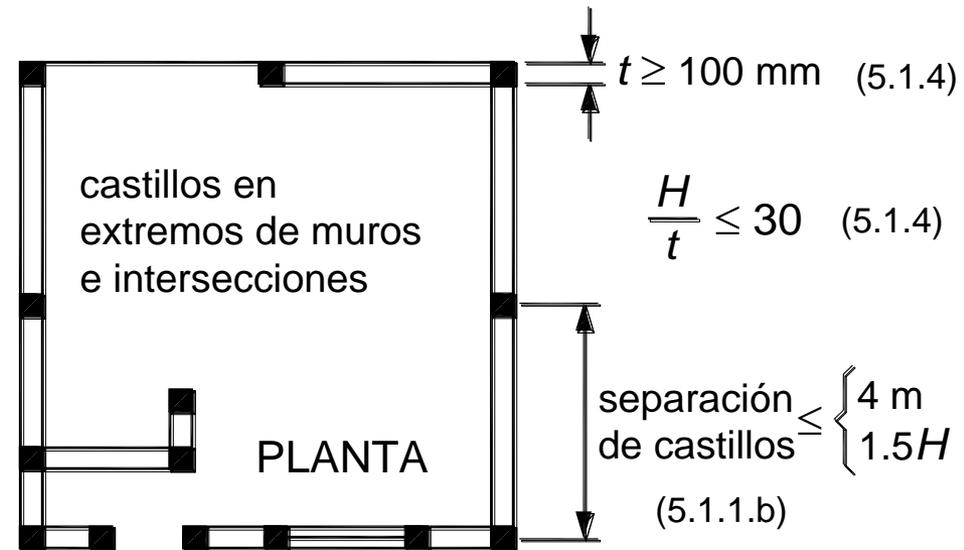
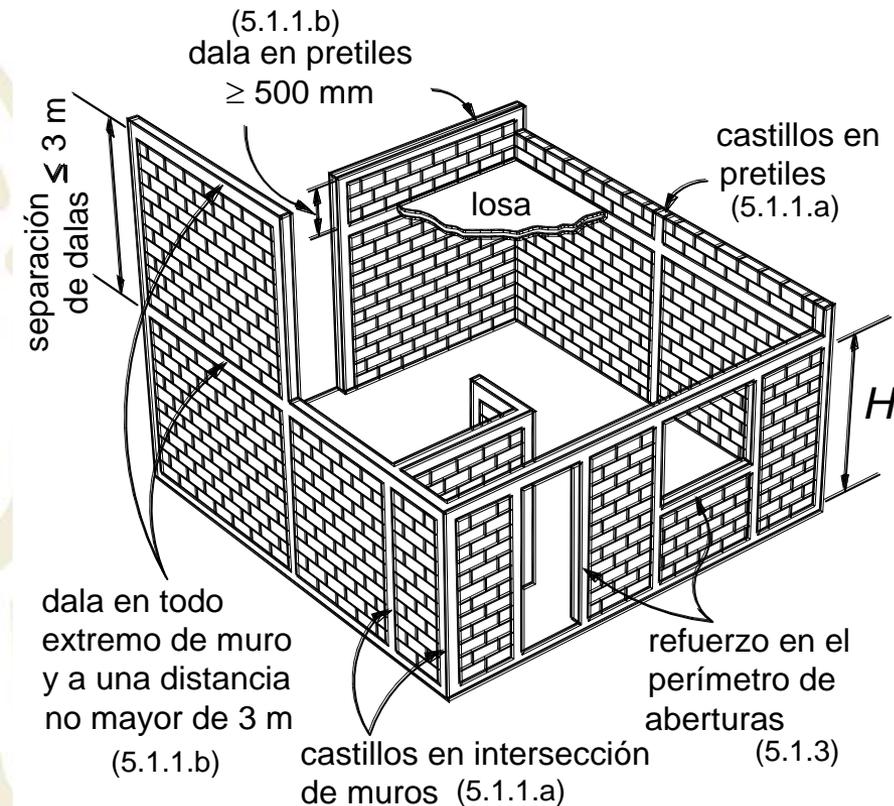


CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES





ESTADO ACTUAL (UN EJEMPLO)

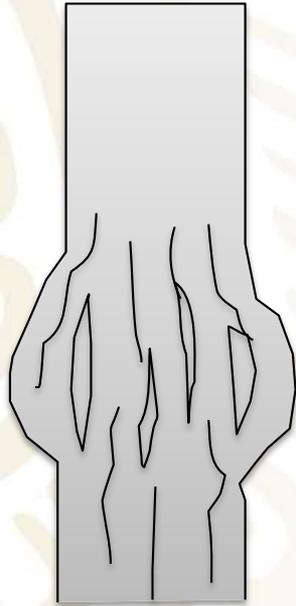


La figura presenta aspectos gráficos, claros y sencillos de la Norma Técnica Complementaria para Diseño de Edificaciones de Mampostería en el Distrito Federal (2004)

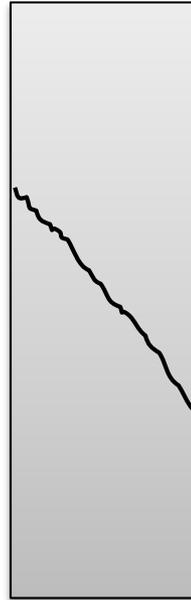
Tipos de daño



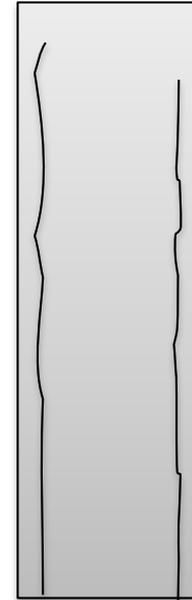
Daño en columnas de concreto reforzado



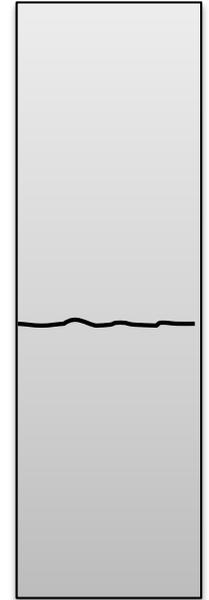
Por
compresión



Cortante



Adherencia

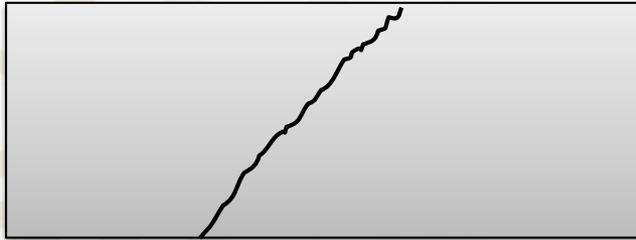


Flexión

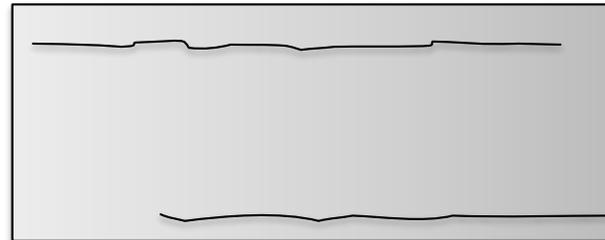
Agrietamientos:

- Forma, distribución
- Cantidad
- Ancho de grieta

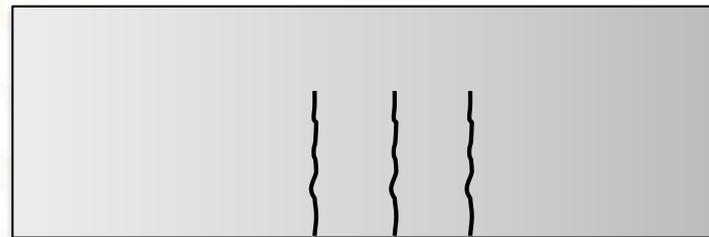
Daño en vigas de concreto reforzado



Cortante



Adherencia

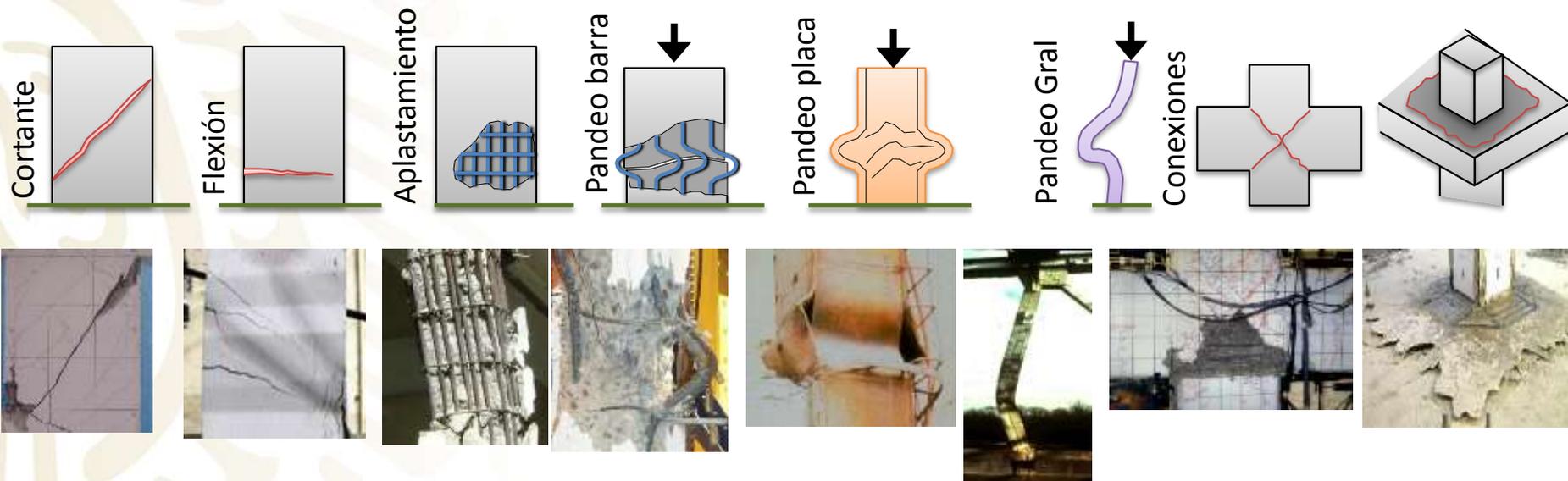


Flexión

Agrietamientos:

- Forma, distribución
- Cantidad
- Ancho de grieta

Resumen de elementos dañados

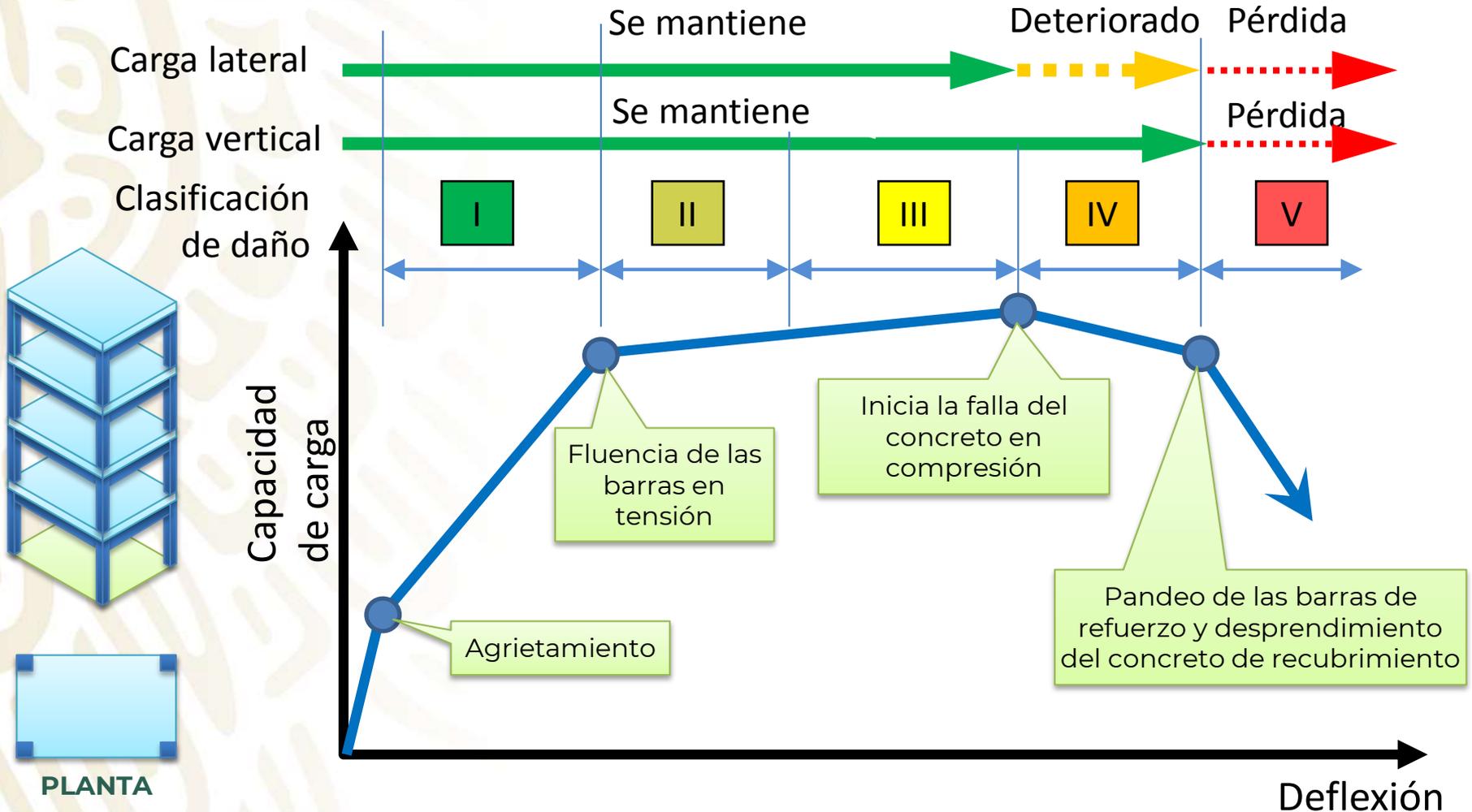


	Colapso	Grietas cortante	Grietas flexión	Aplastamiento	Pandeo barras	Pandeo placas	Falla soldadura	Ancho máximo de grieta (mm)	Separación de estribos (cm)
Columnas	<input type="checkbox"/>	_____ mm	_____ cm						
Trabes	<input type="checkbox"/>	_____ mm	_____ cm						
Muro Concreto	<input type="checkbox"/>	_____ mm	_____ cm						
Muro Mampost.	<input type="checkbox"/>	_____ mm	_____ cm						

Niveles de daño

Elementos de comportamiento dúctil (a flexión):

- Vigas y columnas bien diseñadas



Niveles de daño



Elementos de comportamiento dúctil (a flexión):

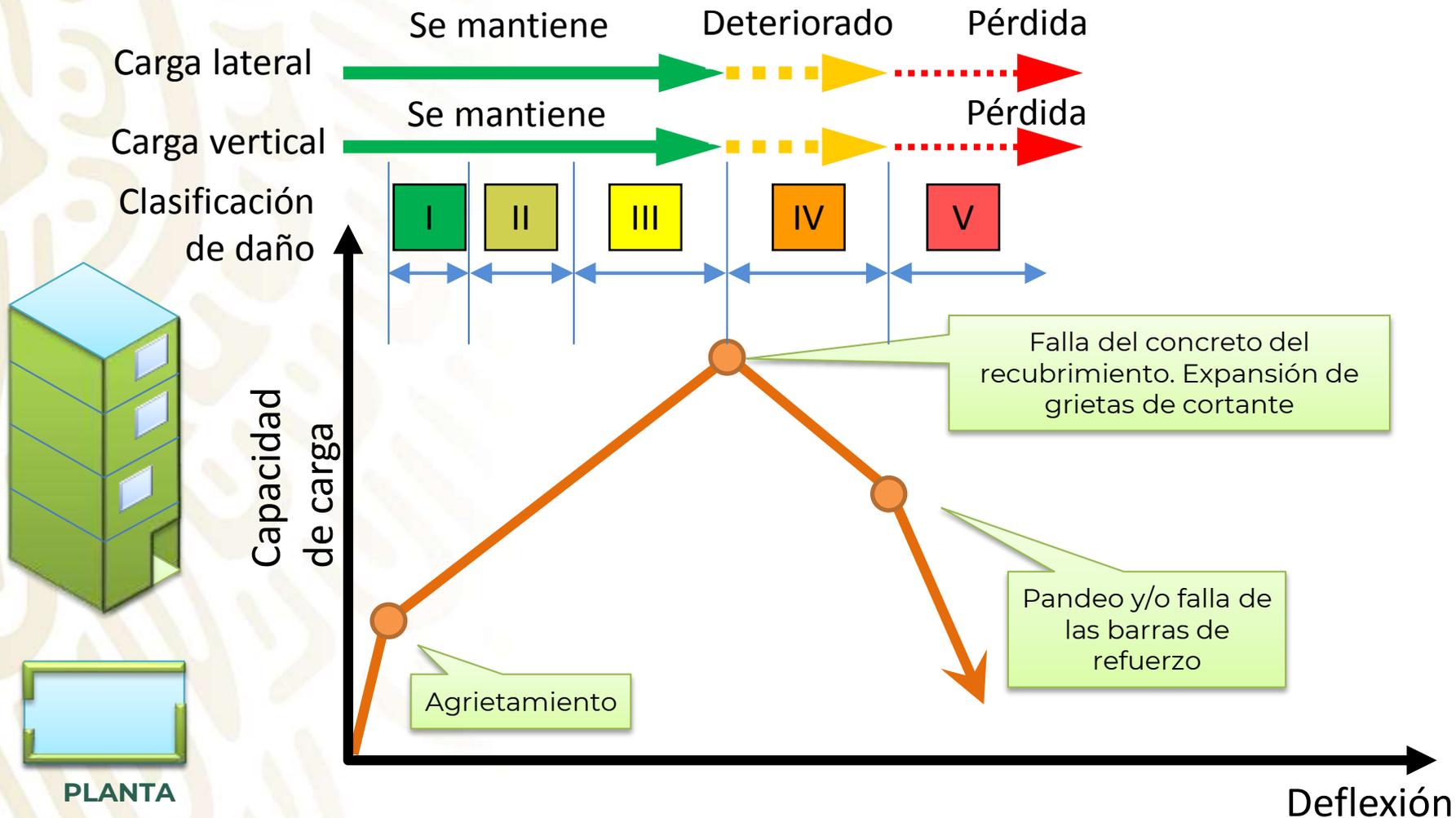
- Vigas y columnas bien diseñadas

Clasificación	Daño observable en elementos estructurales
I	Algunas grietas < 0.5 mm
II	Grietas de 0.5 a 1 mm
III	Agrietamiento severo, 1 a 5 mm Algún desprendimiento de concreto
IV	Mucho agrietamiento severo, grietas > 5 mm Barras expuestas (desprendimiento de concreto)
V	Pandeo del refuerzo, aplastamiento del concreto Deformación vertical en columnas / muros Acero expuesto por flexión. Fractura de barras

Niveles de daño

Elementos de comportamiento frágil (por cortante):

- Muros, vigas peraltadas, columnas mal diseñadas



Niveles de daño



Elementos de comportamiento frágil (por cortante):

- Muros, vigas peraltadas, columnas mal diseñadas

Clasificación	Daño observable en elementos estructurales
I	Algunas grietas < 0.2 mm
II	Grietas de 0.2 a 1 mm
III	Agrietamiento severo, 1 a 2 mm Algún desprendimiento de concreto
IV	Mucho agrietamiento severo, grietas > 2 mm Barras expuestas (desprendimiento de concreto)
V	Pandeo del refuerzo, aplastamiento del concreto Deformación vertical en columnas / muros Acero expuesto por cortante y flexión. Fractura barras

Clasificación Entrepiso de mayor daño



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Tipo de daño	Nivel de daño global	Color
Daño III en menos del 50%	Edificación habitable con acceso con restricción en las zonas de la vecindad de los elementos dañados	Amarillo
Daño nivel III en más del 50%	Edificación con daño entre medio y alto, acceso con restricción	Amarillo
Daño nivel IV en menos del 25%	Edificación con daño entre medio y alto, acceso con restricción	Amarillo
Daño nivel IV en más del 25%	Edificación con daño alto, insegura, aunque posiblemente reparable	Rojo
Daño nivel IV en más del 50%	Edificación con daño alto, insegura, posiblemente requiera de ser demolida	Rojo
Daño nivel V en más del 10%	Edificación con daño grave, insegura, estructura que requiere posiblemente de demolición	Rojo

Clasificación del daño por hundimiento o desplomo



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Tipo de daño	Nivel de daño global	Color
Desplomo o inclinación entre 1 y 2°	Se puede utilizar con acceso restringido	Amarillo
Desplomo o inclinación > 2°	Daño alto, insegura, posiblemente reparable	Rojo
Hundimiento o asentamiento de 20 a 100 cm	Daño entre medio y alto, acceso restringido	Amarillo
Hundimiento o asentamiento > 100 cm	Daño alto, insegura, aunque posiblemente reparable	Rojo

Daño en vivienda de adobe



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



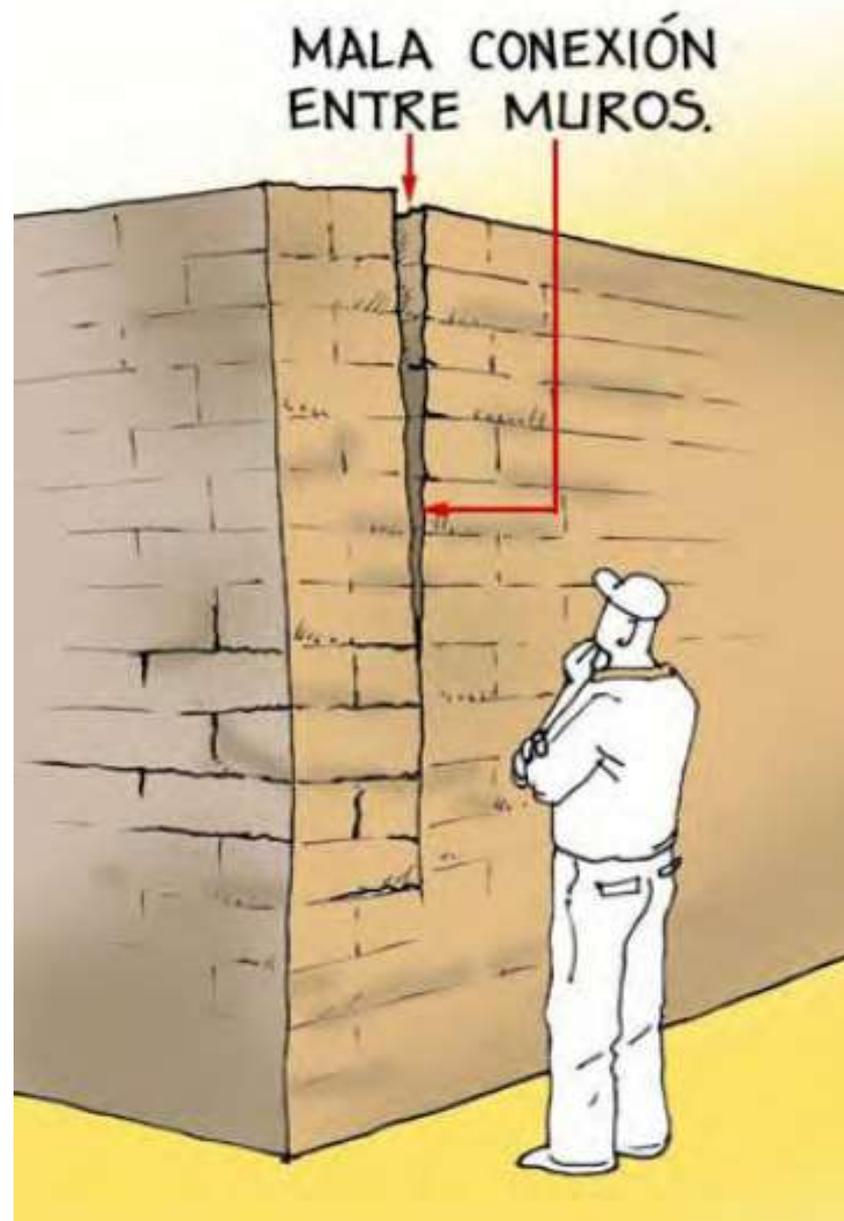
Grietas verticales en esquinas



SEGURIDAD
MINISTERIO DE SEGURIDAD



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



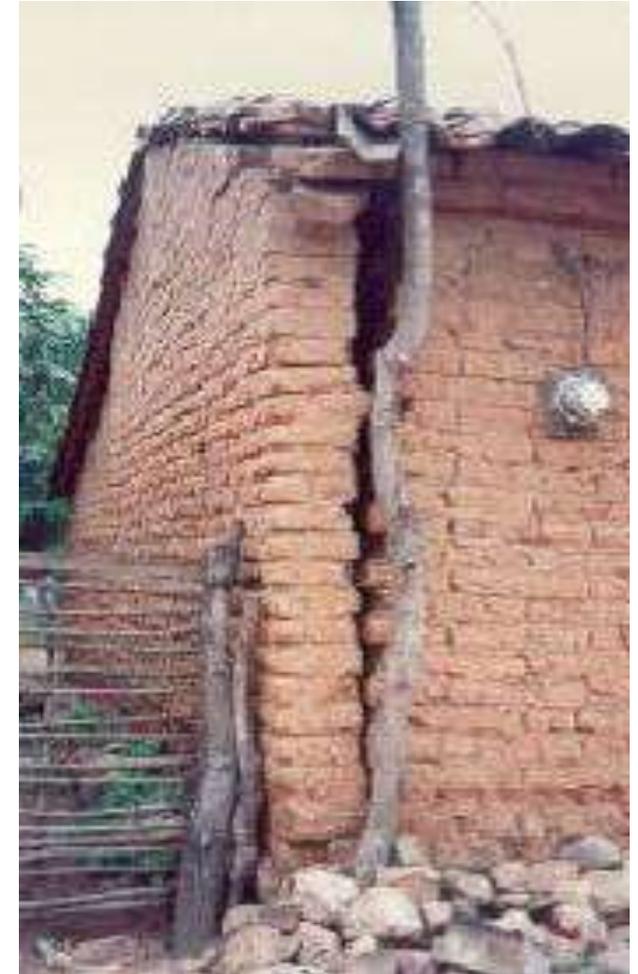
Grietas verticales en esquinas



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Agrietamiento vertical en muros cabeceros



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



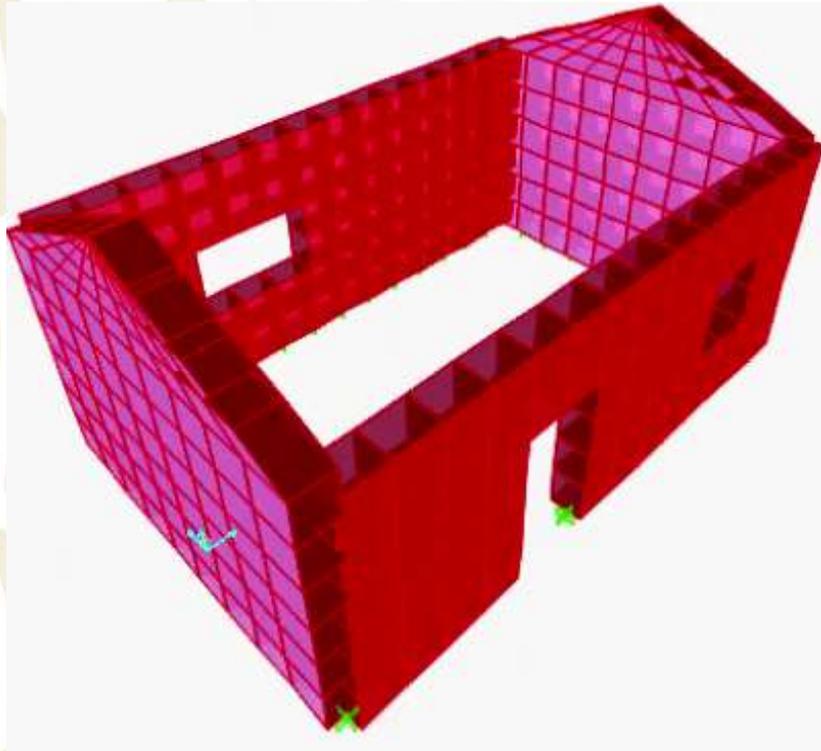
Comportamiento sísmico



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



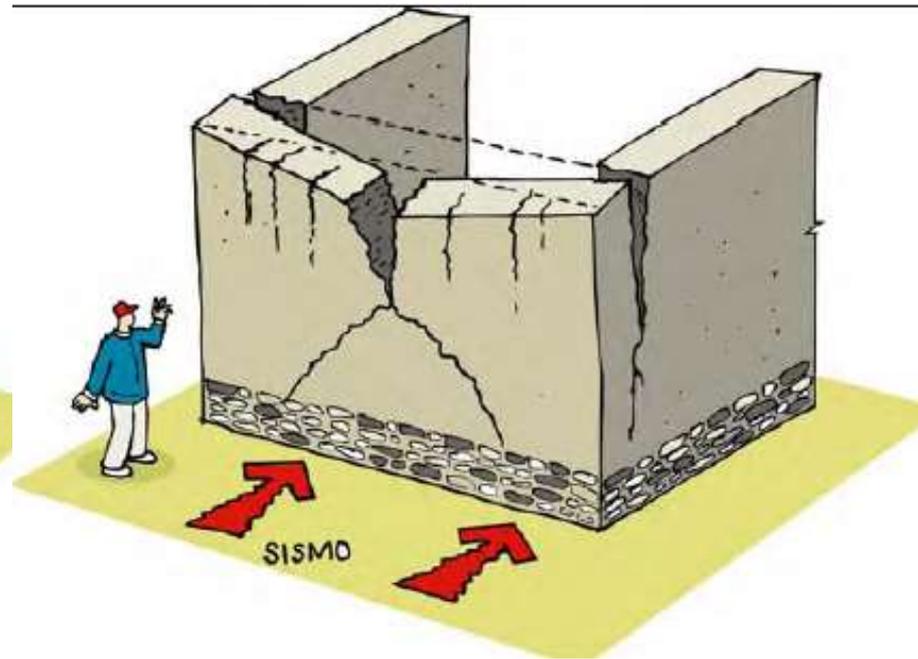
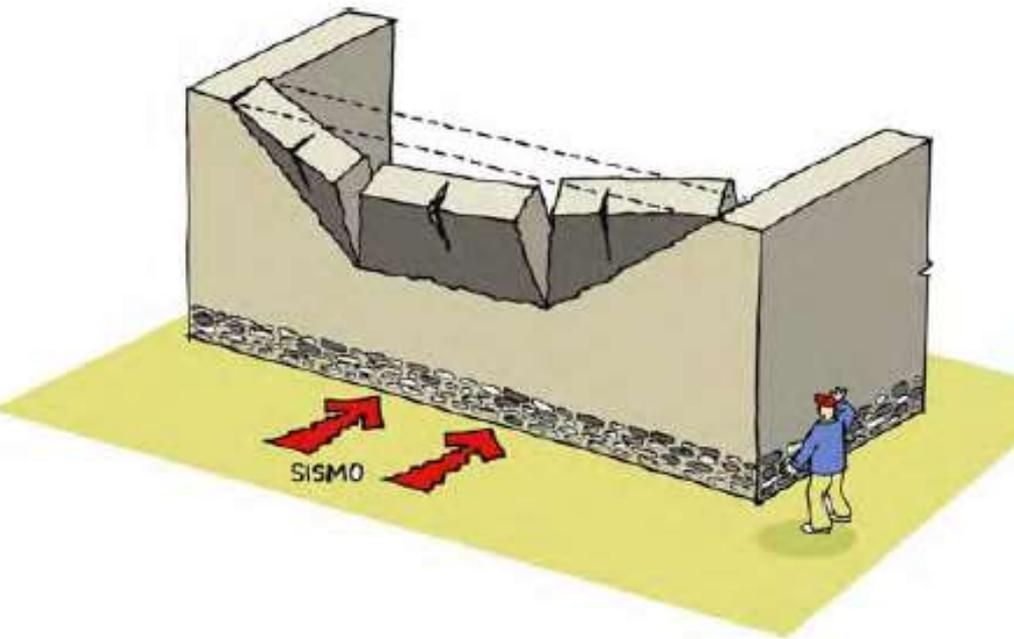
Agrietamientos de tensión por flexión en muros



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



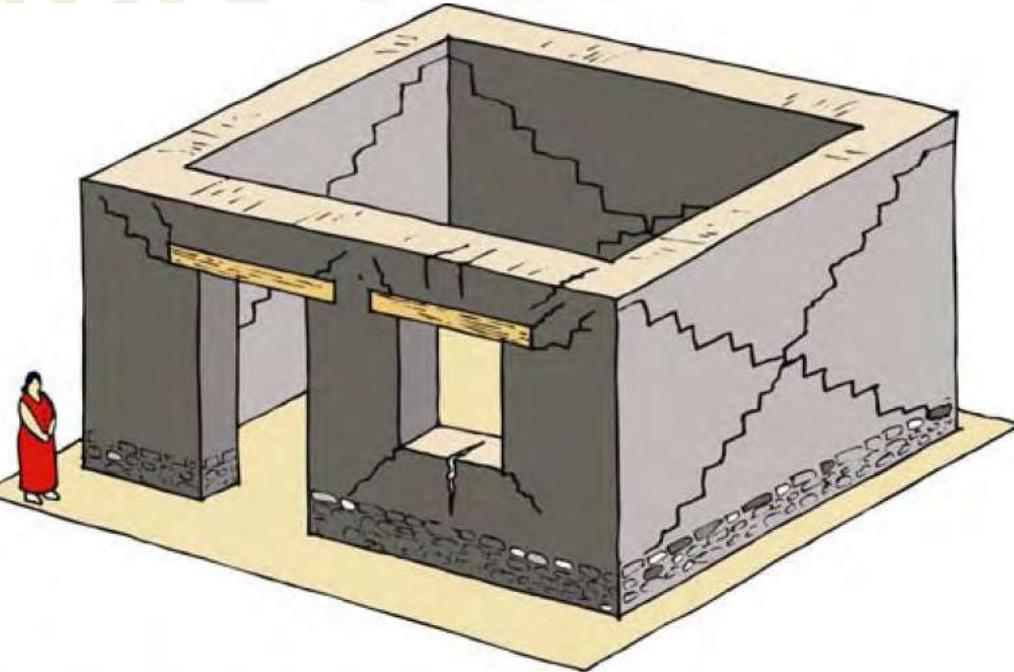
Agrietamientos de tensión diagonal por cortante en muros



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



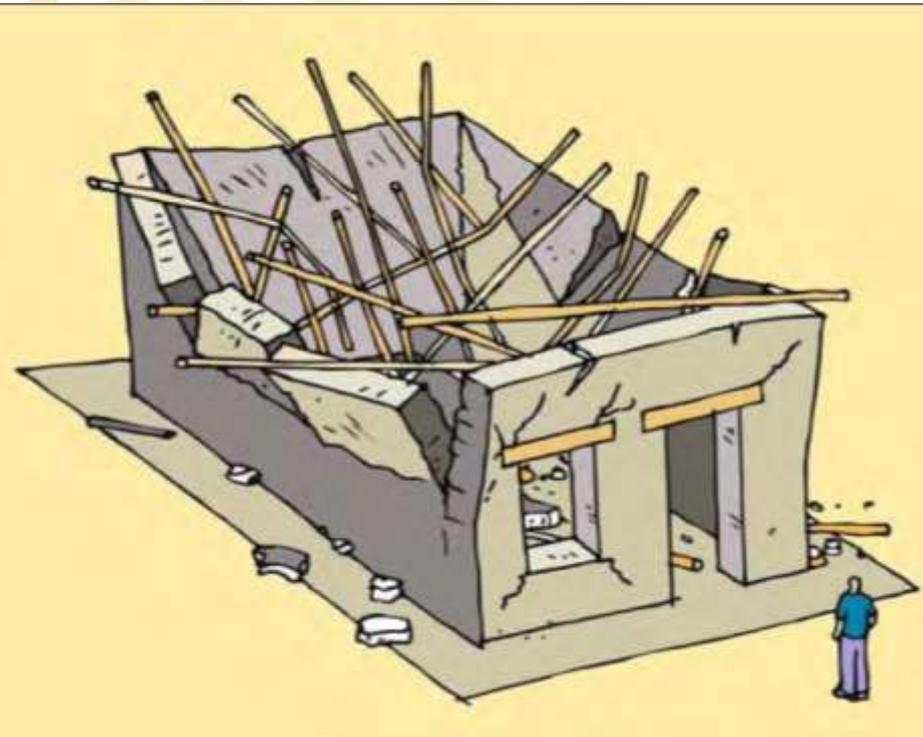
Colapso total o parcial de techos



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Clasificación del daño en adobe y mamposterías simples



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Tipo de daño	Porcentaje en la edificación	Nivel de daño global	Color
Grieta vertical en unión de muros ortogonales	< 25% de uniones	Medio, reparable	Amarillo
	> 25% de uniones	Mayor	Rojo
Grieta vertical por viga cumbrera de techo	< 25% de los muros	Medio, reparable	Amarillo
	> 25% de muros	Mayor	Rojo
Agrietamiento por flexión en muros	< 25% de muros	Medio, reparable	Amarillo
	> 25% de muros	Mayor	Rojo
Agrietamiento diagonal por cortante	< 25% de muros con grietas < 5 mm	Medio, reparable	Amarillo
	> 25% de muros con grietas > 5 mm	Mayor	Rojo
Colapso de techos	< 10% del techo colapsado	Medio, reparable	Amarillo
	> 10% del techo colapsado	Mayor	Rojo

Ejemplos:

El 25% sería una de cada cuatro esquinas

El 10% es, por ejemplo, uno de cada diez tablonos de techo



Efecto del sismo en las edificaciones



Estructura de mampostería en unidad habitacional, Puebla 1999
Edificación patrocinada por institución Pública Federal
Inadecuadamente supervisada
-Proceso de deslinde de responsabilidades incierto
-Posibilidad de demanda a la federación

Daños en mampostería



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Daño en mampostería



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Clasificación	Daño observable en elementos estructurales
I	Grietas pequeñas en muros o en castillos < 0.2 mm
II	Grietas de 0.2 a 1 mm
III	Agrietamiento diagonal en muro confinado, 1 a 3 mm
IV	Mucho agrietamiento diagonal en muro confinado, grietas > 3 mm Inicio de grieta en muro con refuerzo interior
V	Aplastamiento local de mampostería. Desprendimiento de piezas La grieta inclinada penetra castillos, ancho > 1 mm. Agrietamiento diagonal en muros con refuerzo interior. Deformación o inclinación del muro

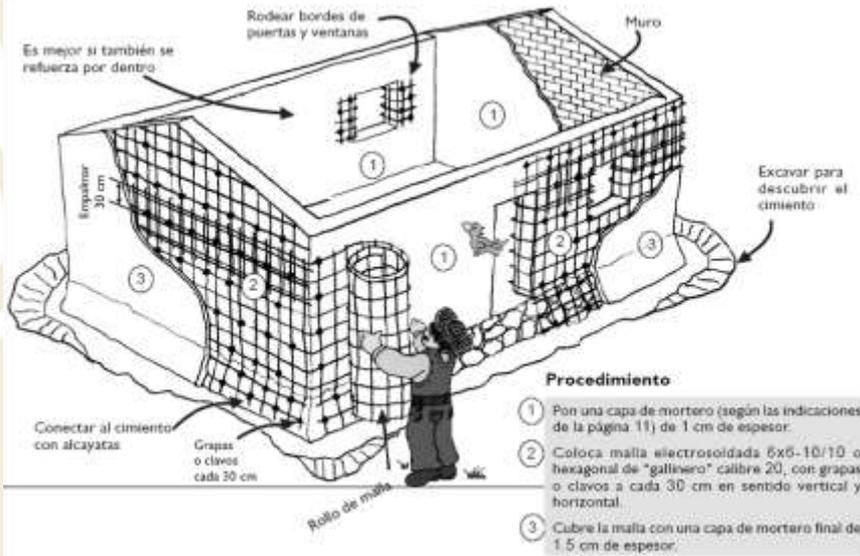
Cartilla de reparación de vivienda rural



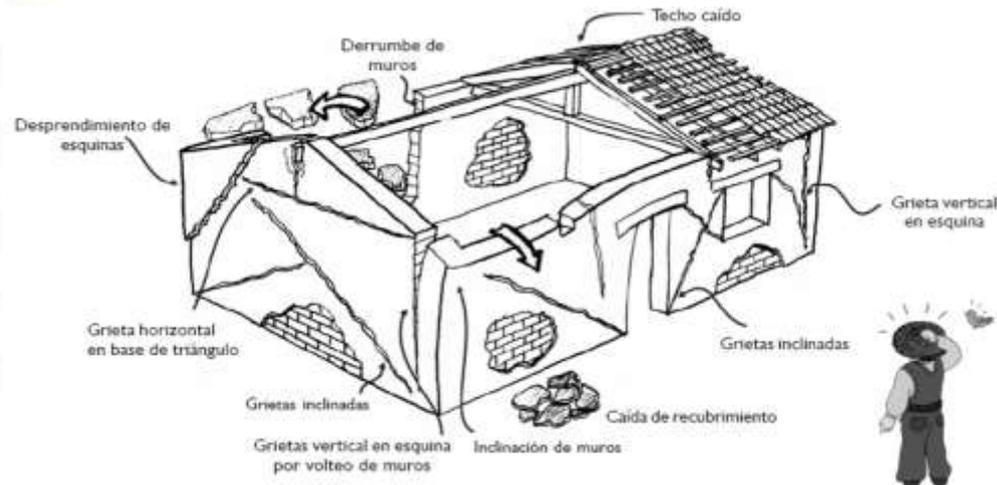
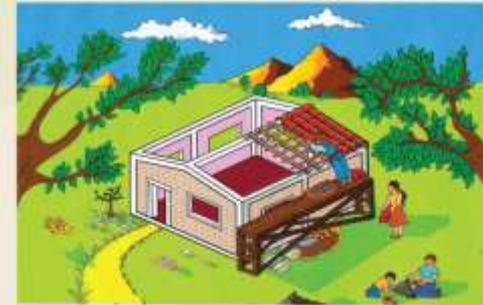
SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Cartilla breve para refuerzo de la vivienda rural de autoconstrucción contra sismo y viento



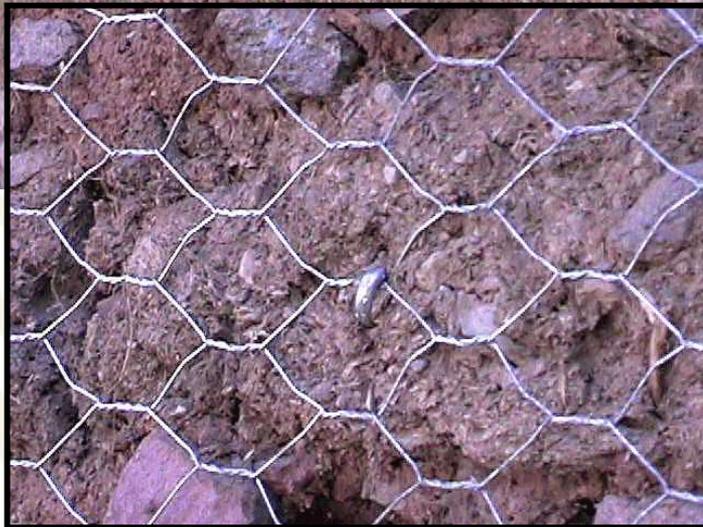
Recomendaciones 1/5



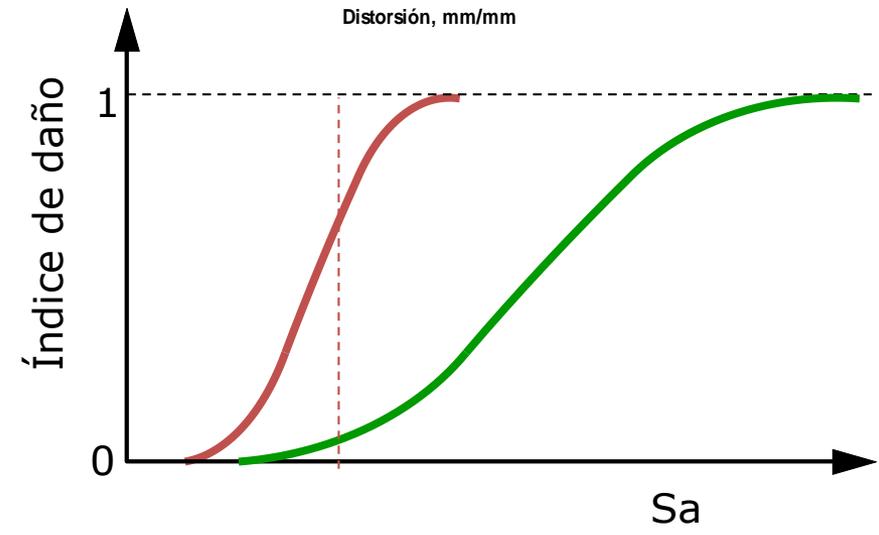
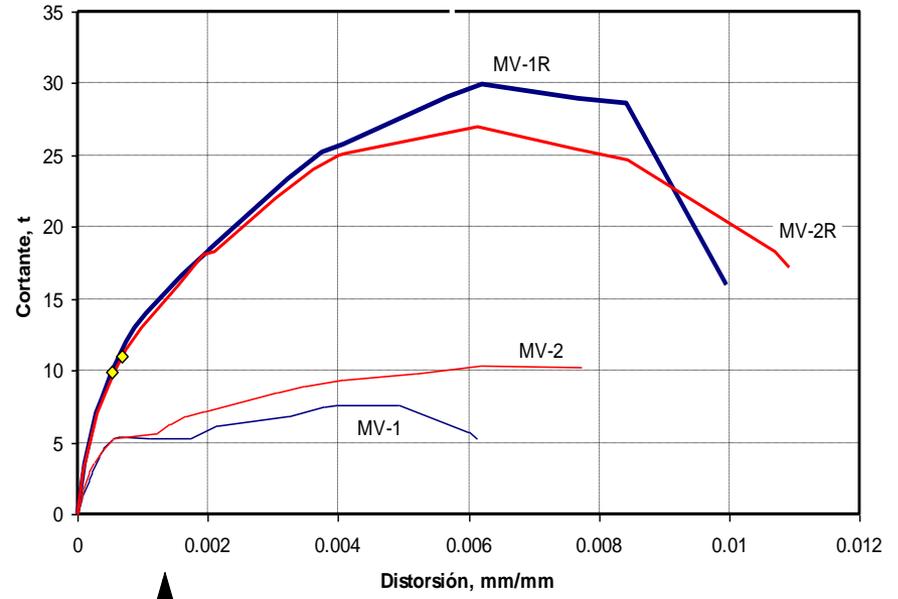
SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Recomendaciones 2/5



Recomendaciones 3/5



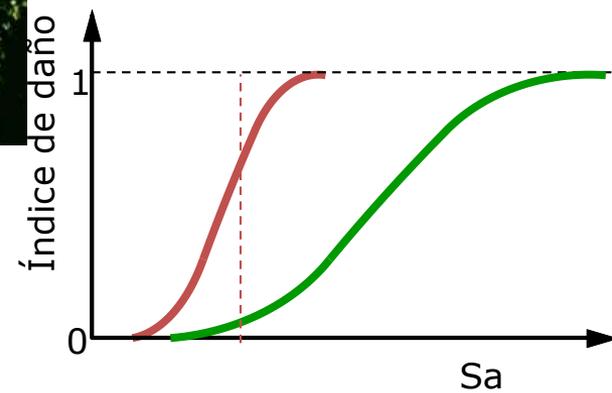
SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Muros de concreto (contrafuertes)



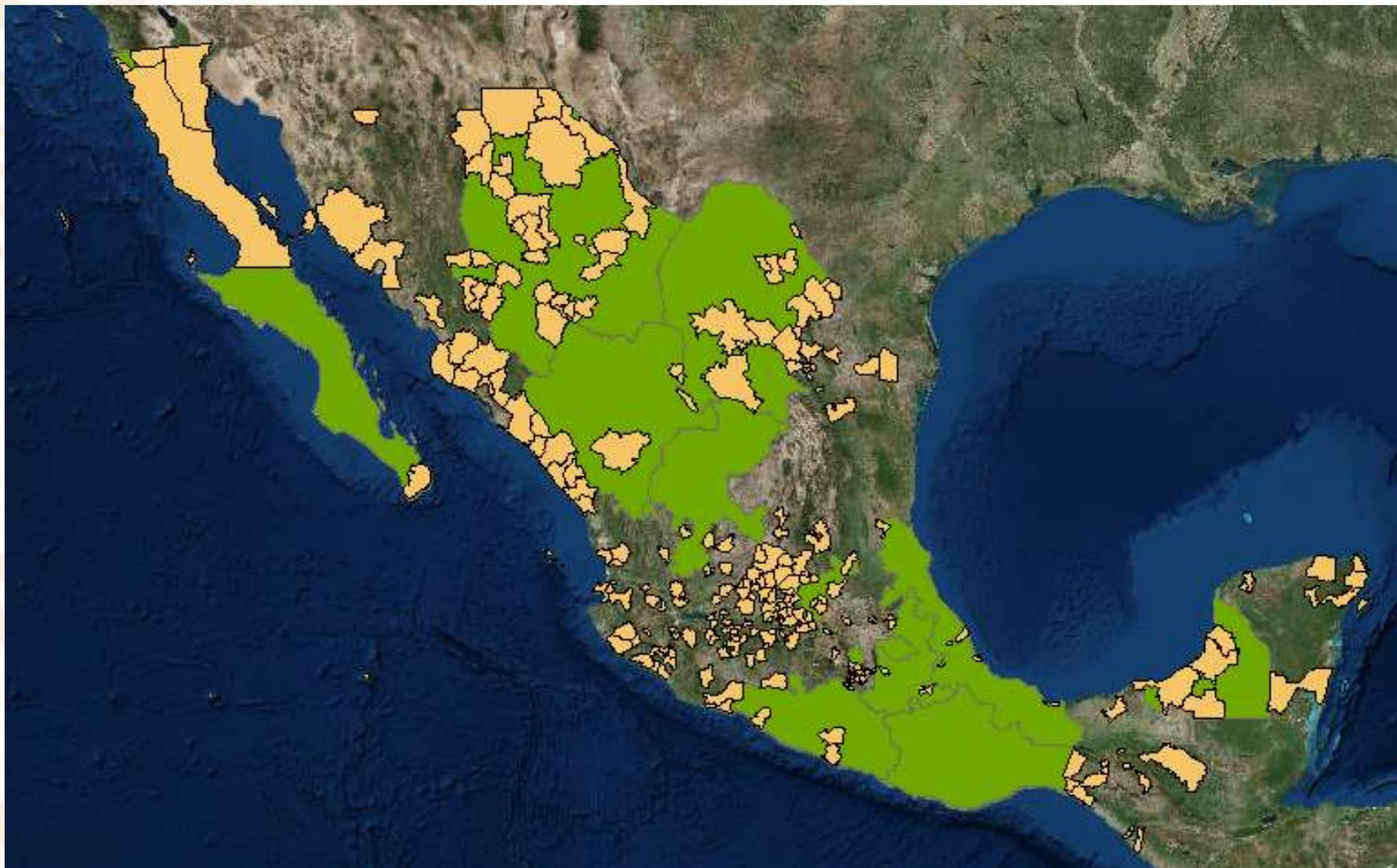
Recomendaciones 4/5



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



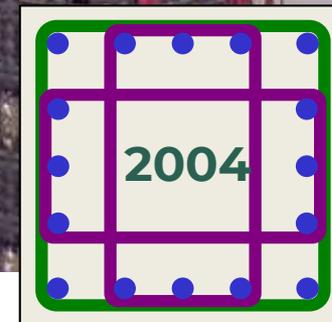
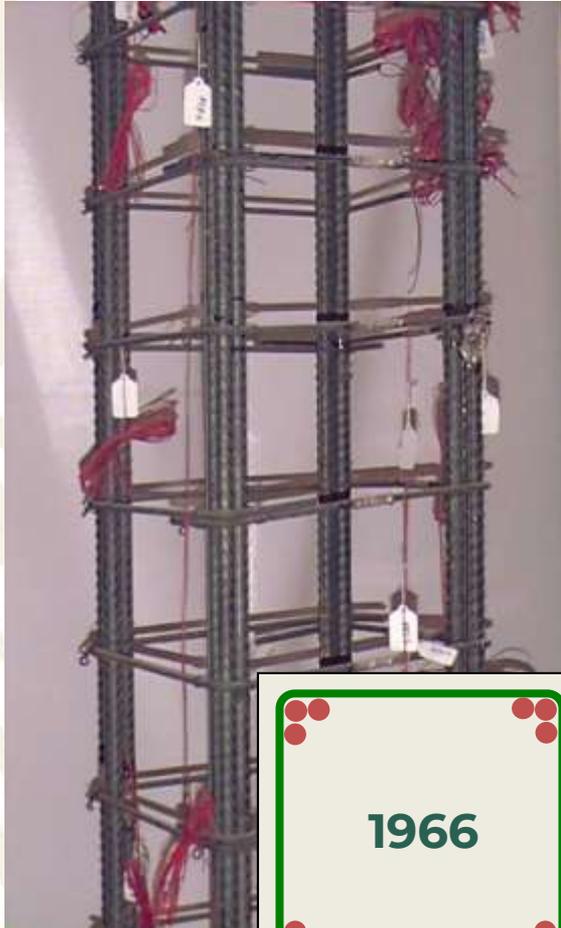
CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Estatus de existencia de los reglamentos de construcción a nivel nacional (2019; Fuente: ANR)

Comparación de armado de dos columnas para el mismo reglamento, en diferentes versiones o actualizaciones

Reglamento del DF 1966



Reglamento del DF 1987-2004

Clasificación del daño



Condición del elemento	Aviso	Color
1. Derrumbe total o parcial, edificación separada de su cimentación o falla de esta. Hundimientos provocados por el sismo	Insegura	Rojo
2. La edificación, o cualquiera de sus pisos, se encuentra apreciablemente inclinada	Insegura	Rojo
3. Daños importantes en elementos estructurales (columnas, vigas, muros, losas, etc.)	Insegura	Rojo
4. Daños severos en muros no estructurales, escaleras o cubos de elevadores	Insegura	Rojo
5. Grietas grandes en el terreno, movimiento masivo del suelo	Insegura	Rojo
6. Elementos de fachada, vidrios, chimeneas u otros elementos en peligro de caer	Área insegura, acceso restringido	Amarillo
7. Presencia de otro tipo de peligro (por ejemplo derrame de materiales tóxicos, peligro de contaminación, líneas de distribución de gas rotas, líneas de energía eléctrica caídas)	Área insegura, acceso restringido	Amarillo

- Edificaciones con respeto normativo, en general no presentan problemas
- Edificaciones con un concepto estructural “sano” logran buen comportamiento

Detonantes:

- Falta o ausencia del ente que obligue el respeto a la normatividad
- Inadecuada supervisión en las diferentes etapas del proceso de construcción
- Omisión del diseño y/o revisión de los elementos no estructurales y contenidos
- Ausencia de la supervisión por parte de la autoridad emisora de permisos de construcción
- Omisión del diseño y/o revisión de los elementos no estructurales y contenidos

Clasificación de uso de una edificación



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Clasificación de uso	Descripción
Habitable (verde)	No se encuentra en peligro aparente. Capacidad original para resistir cargas sin disminución. No ofrece riesgo para los ocupantes. Se puede ocupar.
En duda (amarillo)	Disminución en su capacidad para resistir cargas. Entrada solo por emergencia y bajo su propio riesgo. No se permite uso continuo ni entrada al público
Insegura (rojo)	Alto riesgo, posible derrumbe ante réplicas del sismo. Entrada prohibida. Insegura para ocupar o entrar, excepto por autoridades.
Área insegura	El área señalada con este letrero es insegura. No se debe entrar o utilizar, excepto por autoridades.

MAYOR INFORMACIÓN:

▶ **Riesgos Estructurales**

Oswaldo Contreras Reyes

occontreras@cenapred.unam.mx

www.cenapred.unam.mx

GOBIERNO DE
MÉXICO

