

# SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

## MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

Joel Aragón Cárdenas  
Leonardo E. Flores Corona  
José Antonio Díaz Pérez

**Dirección de Investigación**  
Subdirección de Vulnerabilidad Estructural  
2021

---



## CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b>	<b>I</b>
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. OBJETIVO .....	1
<b>CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
2.1. DISEÑO DEL FORMATO.....	3
2.2. PREPARATIVOS PARA LA INSPECCIÓN DE VIVIENDAS DAÑADAS .....	4
<b>MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1. INFORMACIÓN GENERAL</b> .....	<b>6</b>
3.1.1. Datos de la visita de inspección al inmueble .....	6
3.1.2. Información general de la vivienda .....	7
3.1.3. Características generales de la estructura .....	9
3.1.3.1. Dimensiones y características generales .....	9
3.1.3.2. Topografía.....	11
<b>3.2. SISTEMA ESTRUCTURAL</b> .....	<b>12</b>
3.2.1. Estructura principal vertical.....	13
3.2.1.1. Muros de carga de mampostería .....	13
3.2.1.2. Muros de concreto .....	17
3.2.1.3. Muros ligeros o débiles .....	17
3.2.1.4. Muros de adobe .....	18
3.2.1.5. Piezas de mampostería .....	18
3.2.1.6. Muros en el entrepiso representativo .....	19
3.2.2. Estructura principal horizontal .....	20
3.2.2.1. Techos .....	20
3.2.2.2. Sistema piso.....	23
3.2.3. Cimentación.....	24
3.2.4. Vulnerabilidad.....	24
3.2.4.1. Posición en manzana (o cuadra).....	25
3.2.4.2. Irregularidades en elevación .....	26
3.2.4.3. Irregularidades en planta .....	27
<b>3.3. EVALUACIÓN DE DAÑOS</b> .....	<b>29</b>
3.3.1. Daños Geotécnicos .....	30
3.3.2. Daños en Techos / Losas .....	31
3.3.3. Daños en la estructura .....	33
3.3.4. Entrepiso crítico (más débil y/o más dañado).....	36
3.3.5. Nivel de daño de la estructura .....	37
3.3.5.1. Colapso.....	39
3.3.5.2. Daño severo.....	40
3.3.5.3. Daño medio.....	40
3.3.5.4. Daño ligero.....	41
3.3.6. Daños en otros elementos.....	41
3.3.6.1. Daños en elementos exteriores.....	41
3.3.6.2. Daños en elementos interiores.....	42
<b>3.4. CROQUIS DEL INMUEBLE</b> .....	<b>42</b>
<b>APÉNDICE A FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA</b> .....	<b>45</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>47</b>



# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

Debido a la necesidad de poder responder de manera rápida, eficiente y segura, después de que ocurre un evento perturbador de gran importancia, generalmente un evento sísmico, existen diversas propuestas de procedimientos de evaluación del nivel de daño estructural de las edificaciones. Estos planteamientos de revisión estructural se han ido modificando desde las primeras propuestas surgidas en la década de 1960, gracias a las enseñanzas que han dejado los eventos sísmicos con el paso del tiempo, tal y como ocurre con los reglamentos de diseño y construcción. Además de los estudios realizados de la revisión de las edificaciones dañadas por la incidencia de un sismo, se han realizado diversos estudios de investigación obteniendo resultados analíticos, pero sobre todo experimentales en laboratorios, con el fin de plantear diversos procedimientos para evaluar el nivel de seguridad estructural de las edificaciones existentes, con el objetivo de determinar el nivel de vulnerabilidad que presenta una estructura ante un evento sísmico máximo probable.

En este trabajo se considera una propuesta de evaluación estructural de edificaciones de vivienda, tanto para estructuras existentes, como revisiones rápidas post-desastre.

### **1.1. OBJETIVO**

El objetivo principal es contar con un FORMATO de evaluación estructural de edificaciones de vivienda, el cual adapte las diversas necesidades de evaluación ante una contingencia, además de conciliar diferentes criterios con la finalidad de cubrir el mayor número de casos posibles que se pudieran presentar en la realidad y con evaluadores diferentes tipos y niveles de formación.

El presente manual tiene el objetivo de ser una herramienta de consulta para el evaluador encargado de recopilar la información del inmueble, y así poder realizar una evaluación de la seguridad, catalogando el nivel de daño que presenta la vivienda, con un procedimiento simplificado y sistematizado.



## **CAPÍTULO 2**

### **ANTECEDENTES**

En el pasado se han desarrollado muchas propuestas de formatos de evaluación y manuales de evaluación de las condiciones de seguridad estructural de las edificaciones, en especial después de ocurrido algún sismo de gran magnitud. Generalmente las autoridades y los grupos de profesionistas de las poblaciones que han sufrido algún desastre diseñan estos formatos, adaptando a sus necesidades una gran variedad de cédulas de evaluación de daños. La información recabada con estos formatos sirve, en primera instancia, para catalogar las edificaciones con daño severo para ser desalojadas o restringir su uso, y también para conformar bases de datos para la estimación de las pérdidas globales y la planeación de los recursos durante la reconstrucción.

Si bien existen ya muchas propuestas, manuales y los correspondientes formatos de evaluación de una estructura, no todos contienen toda la información necesaria siendo la mayoría de ellas demasiado breves (media página), o por el contrario resultan muy extensas y de difícil uso en situaciones de emergencia (cuestionario de diez, veinte o más páginas), aunque no con todos los datos que se requieren exclusivamente para evaluar las condiciones de seguridad estructural ya que en ocasiones incluyen información legal, financiera, daños detallados de acabados pero no de la estructura, etc.

Así mismo, no se cuenta con algún formato que se enfoque solo la seguridad estructural de una vivienda, herramienta que sería de utilidad en zonas donde se espera el impacto de fenómenos de gran magnitud, dado que este tipo de edificación es la predominante en cualquier región.

#### **2.1. DISEÑO DEL FORMATO**

Para el diseño del FORMATO de evaluación estructural de edificaciones de vivienda se revisaron primeramente una serie de documentos, manuales y formatos varios. En especial se tomó como base el formato propuesto por el CENAPRED en su versión 2018.

El formato propuesto incluye una gran cantidad de información en poco espacio, aprovechando todas las áreas de las páginas. Tiene una extensión de dos páginas y su tamaño es 21.6×28 cm (tamaño carta), que es el tipo de papel más usado en México y por tanto fácil de imprimir de archivo digital o fotocopiar en comercios comunes.

El diseño del formato permite realizar la recolección de datos de manera objetiva, evita que el inspector haga notas descriptivas. La información de la estructura del inmueble se anota en los campos correspondientes, marcando una o varias casillas según correspondan las características del inmueble.

Una variante que en el futuro podría esperarse tener es que el FORMATO estuviera montado en Internet y que los inspectores tuvieran computadoras portátiles o de mano conectadas a red inalámbrica o equipo personal con acceso a Internet (con telefonía

# CAPÍTULO 1

celular), para capturar directamente la información durante el recorrido del inmueble y enviar en tiempo real los datos.

Este aspecto, de cuestionario de opción múltiple, permite la más fácil captura e interpretación de la información, en especial al considerar que podrían requerirse en un caso de desastre mayor, recibir y procesar cientos o miles de formatos en pocas horas.

## 2.2. PREPARATIVOS PARA LA INSPECCIÓN DE VIVIENDAS DAÑADAS

Normalmente las peticiones de evaluación estructural son presentadas después de la ocurrencia de movimientos sísmicos moderados o intensos. El destino de los recursos humanos y materiales, así como la prioridad en tiempo, se deben ponderar entre los diversos frentes que demandan atención. De igual forma, los aspectos que se deben tomar en cuenta en las inspecciones deberán establecerse cuidadosamente a fin de generar reportes con la información fundamental y uniforme en todos los casos y con datos especiales en donde así se requiera. Esto permitirá además realizar más ágilmente las inspecciones y se podrá alimentar la base de datos con la prontitud requerida y no dedicar más tiempo del necesario.

En el caso de la visita a una zona de desastre, generalmente no se cuenta con un plan específico, sino que, llegando al lugar se averiguan cuáles son las estructuras o zonas más afectadas y se hace un recorrido deteniéndose en aquellas estructuras con daño. Este es el caso de un sismo moderado o intenso en el que se procede por la gravedad de los daños y sin necesidad de que sea solicitada la visita.

Las facilidades para la realización de la inspección son muy variables. En el caso más favorable los habitantes de una vivienda, al reconocer que el personal está haciendo una inspección, solicitan la revisión, permitiendo el libre acceso y siempre dispuestos a dar toda la información que pueden proporcionar. En otros casos, por la importancia del daño, se pide la cooperación de la autoridad para realizar la inspección. En muchas ocasiones no se encuentra a quien autorice la entrada o definitivamente no se permite el acceso. En este caso sólo se hace la inspección por el exterior del inmueble reportándose lo que se pueda apreciar.

Hay dos niveles de preparativos para poder efectuar una visita de revisión estructural, en el primero están las medidas permanentes, y el segundo son los preparativos antes de cada visita.

Dentro de las medidas permanentes se debe asegurar el conocimiento con anticipación de todos los puntos que se deben observar antes y durante la visita y el FORMATO para captura de información, además de contar con el material y equipo para usarse en caso de emergencias.

El equipo específico que se deberá preparar para salir a una visita de campo es el siguiente:

## CAPÍTULO 2

- Plano de la región del país a donde se hará la visita identificando la ruta a seguir. Es altamente recomendable contar con un plano de la población con la traza urbana y nomenclatura de calles y demás puntos de interés para identificar el o los destinos, así como la ruta.
- Datos de las personas o autoridades con las que se puede hacer contacto para realizar los recorridos. De ser posible se debe contar con alguna carta o documento que acredite al equipo de trabajo.
- Al menos una cámara fotográfica digital con flash para detalles cercanos o en interiores.
- Casco.
- Zapatos especiales por si camina sobre escombros o zonas difíciles.
- Lámpara de mano con baterías en buen estado.
- Brújula para orientar la estructura.
- Grietómetro y cinta métrica (5 m o mayor).
- Tabla de broche para escribir sobre el FORMATO.
- FORMATO de evaluación estructural de edificaciones de vivienda y hojas adicionales por si se requiere mayor cantidad de esquemas o notas.

### Otros elementos recomendables:

- Radio, teléfono o comunicador, grabadora de audio portátil, cámara de video, computadora portátil.
- Impermeable o paraguas en caso de lluvia y gorra o sombrero para el sol.
- Repelente para insectos si se va a visitar una región con este problema.
- Cantimplora o botellas de agua potable. Si el caso lo requiere, alimentos y bolsas de dormir.
- Mudanzas de ropa en caso necesario.

# CAPÍTULO 1

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

## CAPÍTULO 3

### MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

En este capítulo se describe el FORMATO de captura de datos, explicando con detalle cada uno de los campos de datos a registrar con el fin de aclarar las dudas que puedan surgir entre los evaluadores sobre la información que se está pidiendo en cada caso. Se ilustran y se dan ejemplos de los casos comunes que pueden surgir en una determinada inspección.

Se recomienda al usuario (inspector) revisar este capítulo con detenimiento antes de proceder a realizar alguna inspección de una vivienda.

En el Anexo se incluye el FORMATO de evaluación estructural de edificaciones de vivienda completo. En las figuras siguientes se muestran secciones de dicho FORMATO.

#### 3.1. INFORMACIÓN GENERAL

Incluye información como el nombre del propietario y ubicación de la vivienda, entre otros datos, que servirán para registro y control de las viviendas con daño; además de formar una base de datos georreferenciada (con la ubicación exacta en coordenadas geográficas) con la cual se puedan identificar las viviendas inspeccionadas.

INFORMACIÓN GENERAL		Fecha	Coordenadas: ( _____ N, _____ O, _____ msnm)	
Propietario:		Teléfono: +( _____ )		
Calle y número:	Colonia:	Código postal:		
Pueblo o ciudad:	Municipio/Alcaldía:	Estado:		
Referencias: _____ (entre calles "A" y "B", un sitio notable, etc.)				
<b>Dimensiones:</b> Frente X = _____ m Fondo Y = _____ m Altura PB = _____ m Altura Planta Alta = _____ m	<b>Año de:</b> de construcción: _____ de daño severo: _____ de rehabilitación: _____	<b>Número total de niveles, n = _____</b> Número de sótanos: _____ Número ocupantes: _____	<b>Topografía:</b> <input type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Fondo de valle <input type="checkbox"/> Ladera (inclinado) <input type="checkbox"/> Depósitos lacustres <input type="checkbox"/> Ribera de riollago <input type="checkbox"/> Costa	
<b>Características hidráulicas:</b> <input type="checkbox"/> Alcantarilla pluvial, distancia: _____ m <input type="checkbox"/> Vaso regulador (presa) dist: _____ m	<input type="checkbox"/> Cabeza de atarjea / termina tubería (no hay pozos de ventilación calle arriba)	Año inundación más severa: _____ Altura inundación sobre el nivel de piso: _____ m		

Figura 3.1 Datos generales del inmueble

#### 3.1.1. Datos de la visita de inspección al inmueble

Este tipo de información será de relevancia estadística para fines de registro y duración de las inspecciones. En esta primera sección se registrarán los datos de realización de la visita al lugar del inmueble a inspeccionar.

INFORMACIÓN GENERAL		Fecha	Coordenadas: ( _____ N, _____ O, _____ msnm)	
Nombre del evaluador:		<input type="checkbox"/> Ingeniero civil o arquitecto <input type="checkbox"/> Estudiante Ing/Arq <input type="checkbox"/> Otro		

Figura 3.2 Datos de la visita de inspección

## CAPÍTULO 2

**Nombre del evaluador:** nombre y apellidos de la persona que realiza la visita al inmueble. Adicionalmente se deberá indicar en la casilla correspondiente si el evaluador tiene formación en ingeniería civil o arquitectura, si se cuenta con el título de una de estas profesiones se deberá marcar la casilla de titulado, en caso de no tener título se marcará estudiante; si no se tienen estudios en estas profesiones deberá marcarse la casilla de otro (no importa que se sea profesionalista en otra carrera). Este dato se tomará en cuenta para considerar de alguna forma un grado de confiabilidad de la parte técnica de la evaluación. Si la evaluación la realizan varias personas se deberá poner al responsable del llenado de los datos técnicos.

**Fecha:** día en que se realiza la visita de inspección, se anotará en forma abreviada de la siguiente manera: dd/mes/aaaa (día / mes / año). Para evitar confusiones entre día y mes si para éste se pone su número se recomienda escribir el nombre del mes o abreviarlo con tres letras, así como poner el año completo con los cuatro dígitos, ejemplo: 07/feb/2021.

**Coordenadas:** ubicación de la vivienda según el sistema de coordenadas geográficas, se anotará como a continuación se indica:

*latitud:* Norte (N) grados(°) minutos(') segundos('')

*longitud:* Oeste (O) grados(°) minutos(') segundos('').

Debido a la dificultad de contar con estos datos en el momento de la inspección, estos campos se pueden llenar posteriormente a la visita con ayuda de un equipo GPS (sistema de posicionamiento global que registra la señal de satélites para ubicar el punto de lectura), una carta geográfica o mapa o a través de mapas en sistemas de cómputo, como por ejemplo, consultados en Internet.

Un ejemplo de este último caso es el uso del sistema de navegación satelital de la empresa Google conocido como Google Earth, que se puede descargar e instalar gratuitamente y usar en donde quiera que se tenga acceso a Internet (consultar la dirección electrónica: <http://www.google.es/intl/es/earth/index.html>).

Además, resultará de utilidad contar con el dato de la altitud del inmueble medida en metros sobre el nivel del mar.

Los datos de las coordenadas geográficas de los inmuebles inspeccionados son de gran importancia debido a que permitirán ubicar en mapas a las viviendas y sus diferentes niveles de vulnerabilidad e introducirlos así en una base de datos georreferenciada para uso general.

### 3.1.2. Información general de la vivienda

En esta sección se recopilan los datos generales de la vivienda y de la persona contactada que suministró información y con la cual puede llegarse a hacer contacto posteriormente.

# CAPÍTULO 1

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

Propietario:		Teléfono: +( )	
Calle y número:	Colonia:	Código postal:	
Pueblo o ciudad:	Municipio/Alcaldía:	Estado:	
Referencias: <i>(entre calles "A" y "B", un sitio notable, etc.)</i>			

**Figura 3.3 Información general de la vivienda**

**Nombre del propietario:** nombre completo del propietario de la vivienda o de la persona que atendió al evaluador. El objetivo es contar con datos del contacto para futuras referencias.

**Teléfono:** número telefónico en donde se pueda localizar fácilmente al propietario y/o contacto, este se debe anotar incluyendo entre paréntesis la clave de la larga distancia correspondiente.

**Calle y número:** nombre completo de la calle donde se ubica la vivienda, indicando el número exterior. Si hay diversas estructuras bien identificadas, pero que compartan la dirección general, entonces habrá que anotar también el dato más específico. Ejemplo: un conjunto habitacional puede tener una sola dirección (calle y número exterior), pero dentro del conjunto los edificios pueden tener una denominación particular (edificio A, B, C, etc.). En algunas partes del país los predios están identificados con número de Lote, manzana y súper-manzana, en este caso se anotará la manzana y Lote.

**Colonia:** anotar el nombre completo de la colonia, barrio o alguna referencia equivalente en donde se ubica la vivienda a evaluar.

**Código postal:** números de identificación postal de la zona en que se ubica la vivienda en cuestión, el código deberá estar formado por 5 dígitos. Por ejemplo, para una vivienda ubicada en la colonia buenos aires de la ciudad de México el código correspondiente es: 06780.

**Pueblo o Ciudad:** nombre completo de la ciudad, poblado, villa, comunidad o congregación en que se encuentra la vivienda.

**Municipio o Alcaldía:** anotar el nombre completo del municipio o la delegación en que se ubica la vivienda a inspeccionar. En el caso de la Ciudad de México corresponde anotar el nombre de la alcaldía correspondiente.

**Estado:** nombre de la entidad federativa en que se encuentre ubicado la vivienda.

**Referencias:** en este espacio se dará información adicional para la fácil ubicación de la vivienda, una primera sugerencia es anotar el nombre de las calles entre las que se encuentra ubicada la estructura en evaluación, anotadas en orden según el sentido de circulación de la calle (si se va en vehículo, la primera calle por la que se pase, antes de llegar a la segunda anotada) así como alguna referencia o sitio notable que se encuentre en las cercanías como mercado, plaza, monumento, iglesia, comercio etc. Si el inmueble está en una esquina poner “calle <nombre 1> esquina con calle <nombre 2>”.

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

### 3.1.3. Características generales de la estructura

En la figura siguiente se muestra la sección del FORMATO para recabar los datos generales de la estructura.

<b>Dimensiones:</b> Frente X = _____ m Fondo Y = _____ m Altura Planta Baja = _____ m Altura Planta Alta = _____ m	<b>Año de:</b> de construcción: _____ de daño severo: _____ de rehabilitación: _____	Número total de niveles, n = _____ Número de sótanos: _____ Número ocupantes: _____	<b>Topografía:</b> <input type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Ladera (inclinado) <input type="checkbox"/> Ribera de río/lago <input type="checkbox"/> Fondo de valle <input type="checkbox"/> Depósitos lacustres <input type="checkbox"/> Costa
--	---	---	--

Figura 3.4 Características generales de la estructura

#### 3.1.3.1. Dimensiones y características generales

En lo que se refiere a la **geometría de la vivienda**, se solicitan las dimensiones de frente y fondo de la estructura, además de asignarle a cada una de estas dimensiones un eje de referencia para la construcción del croquis y posiblemente de un bosquejo a detalle de la estructura. Se observa un ejemplo en la Figura 3.5.

**X=Frente:** longitud total de la vivienda en metros, en el sentido en que se ubique la fachada o acceso principal del edificio. En esta dirección se considerará al eje X de referencia para la estructura.

**Y=Fondo:** longitud total en metros de la vivienda en dirección perpendicular al eje X. A esta se le considerará la dirección del eje Y de referencia.

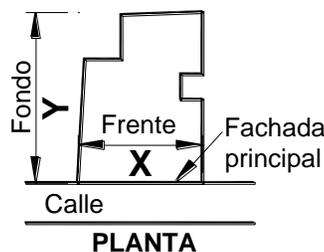


Figura 3.5 Sistema de referencia de la vivienda

**Altura Planta Baja:** altura libre, en metros, del entrepiso de la planta baja de la vivienda. Es muy común que la altura de la Plantas Baja difiera de la del resto de los entrepisos, lo cual modifica las características de comportamiento de la estructura, en particular ante sismo. Para obtener esta altura se recomienda, por facilidad, medir en la zona de las escaleras si es que es posible pasar una cinta métrica desde el nivel de piso terminado del N2 hasta el piso de la Planta Baja (N1). Una opción simplificada es medir la altura o peralte de los escalones (normalmente entre 16 y 18 cm) y multiplicar por el número de ellos.

**Altura Planta Alta:** altura en metros de los entrepisos restantes de la vivienda. Se dan las mismas recomendaciones que del párrafo anterior.

# CAPÍTULO 1

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

**Año de construcción:** año en que fue construida la vivienda, este dato es requerido para conocer, además de la edad de la estructura, algunas de las características de diseño (si es que se tuvo alguno) de la misma por su asociación con el reglamento de construcción vigente.

**Año de daño severo:** año en que la vivienda sufrió daño severo en sus elementos estructurales debido a la ocurrencia de un fenómeno natural (sismo, hundimiento del terreno, etc.) o cualquier otra acción que hayan comprometido su seguridad estructural.

**Año rehabilitación:** año de la última rehabilitación mayor a que se hubiera sometido la vivienda, entiéndase por rehabilitación a alguna acción de reparación, refuerzo o reestructuración.

**Número de niveles:** número de pisos la vivienda contados a partir del nivel de calle, es decir, a partir del nivel donde los desplazamientos laterales son significativos por lo que no están restringidos por el terreno circundante (como es el caso de niveles de sótano). No se deben contar apéndices en el número de niveles. Los apéndices se identifican como una estructura de menores dimensiones que las plantas tipo y generalmente estructurados en forma diferente que el resto la vivienda. Ejemplos de estos son algún o algunos cuartos de azotea, estructura para tanques de agua, etc.

**Número de sótanos:** número de niveles de la vivienda contados a partir del nivel de calle hacia abajo.

En la Figura 3.6 se muestra un ejemplo para identificar el número de niveles. Se asignará una **clave de entrepiso** para facilitar la identificación de cada uno de los niveles de la vivienda, de esta manera para la planta baja la clave de entrepiso será N1, para el siguiente nivel N2 y así sucesivamente para los niveles superiores, hasta llegar a la azotea donde de, existir alguna estructura, se le asignará la clave Az.

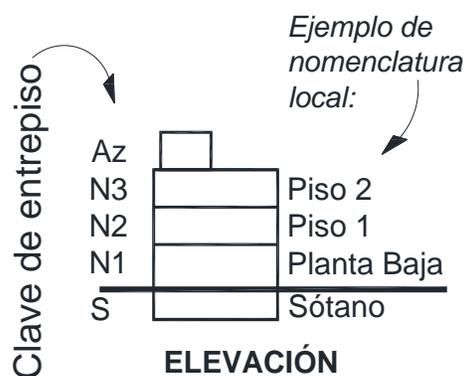


Figura 3.6 Clave de entrepiso y de nivel

**Número de ocupantes:** número de personas promedio que se encuentran cotidianamente en la vivienda

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

### 3.1.3.2. Topografía

De acuerdo a las características que se presenten en los alrededores inmediatos de la vivienda se debe elegir alguna de las configuraciones del terreno enumeradas en la lista.

El objetivo de calificar la morfología del terreno es contar con elementos para ciertas caracterizaciones de posible vulnerabilidad como una fuerte pendiente del terreno que hace más susceptible a problemas de deslizamientos, así como asimetría en los apoyos, posible presencia de rellenos y muros de contención, etc. La proximidad a cuerpos de agua puede identificar posibles problemas por inundaciones, saturación del subsuelo, pérdida de terreno por erosión, problemas de humedad, etc. Con la descripción del lugar será posible estimar en forma más certera la incidencia de vientos en las estructuras debido a las condiciones del terreno y exposición al viento. Las principales configuraciones topográficas consideradas para estos fines se explican a continuación y se ilustran en la Figura 3.7.

**Planicie:** gran área de terreno plana, sin variaciones de pendiente considerables en su extensión.

**Ladera de cerro:** Declive lateral de un cerro, monte o montaña, cuya pendiente deberá anotarse en porcentaje a la hora de elaborar el croquis.

**Ribera río / lago:** orilla de algún río o lago que puede ser susceptible de ser inundada o socavada por la acción del propio cuerpo de agua al que se halla cercana. En este caso se debe incluir en el croquis la distancia existente entre la construcción y el río o lago, en metros.

**Fondo de valle:** espacio entre dos elevaciones poco distantes entre sí, fondo de alguna cañada o cañón.

**Depósitos lacustres:** terreno llano formado por la desecación ya sea natural o el relleno de material sólido transportado y depositado por ríos a cuerpos de agua interiores; lechos secos de antiguos ríos y lagos.

**Costa:** orilla del mar y terreno que está cerca de ella; está expuesta a la acción del viento, mareas y oleaje.

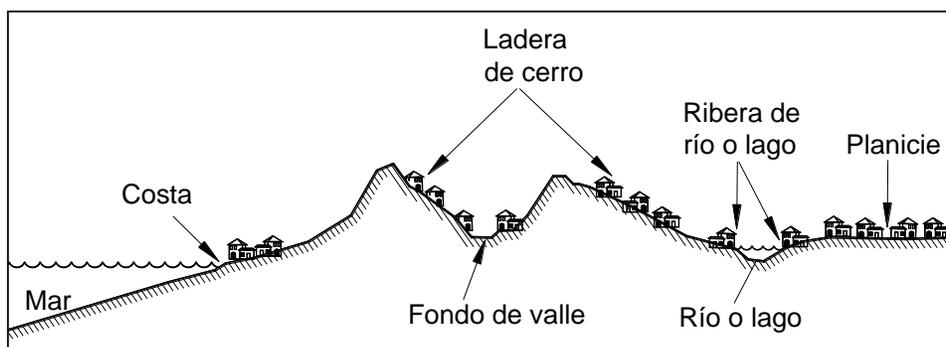


Figura 3.7 Topografía

# CAPÍTULO 1

## 3.2. SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural se define como el conjunto de todos los elementos estructurales (muros, losas, etc.) que ayudan a transmitir la carga de un edificio a sus apoyos, para tener idea del comportamiento del sistema se deben conocer algunas de sus características, como son:

- La forma geométrica y orientación de los elementos estructurales.
- Las propiedades de los materiales constitutivos de los elementos estructurales.
- La forma de unión o conexión de los elementos.
- La forma de apoyo de la estructura.
- Las condiciones específicas de carga impuestas por el uso.

Algunas de estas características ya fueron cubiertas con base en la información a recopilar indicada en los apartados anteriores del formato, y debe indicarse con claridad que algunas otras no podrán ser cubiertos debido a la necesidad de realizar, en algunos casos, pruebas a los materiales en sitio.

En los siguientes apartados se describen algunas características del sistema estructural como son el material y tipo de refuerzo de los muros, los sistemas de piso y techo, además del tipo de cimentación de la estructura.

SISTEMA ESTRUCTURAL		La dirección X es paralela a la fachada, indicar X, Y en el croquis	
<b>MUROS</b>			
<b>Mampostería</b> <input type="checkbox"/> Simple (sin elementos de refuerzo) <input type="checkbox"/> Con refuerzo interior dudoso y sin supervisión profesional <input type="checkbox"/> Deficientemente confinada con castillos (aberturas sin refuerzo) <input type="checkbox"/> Reforzada interiormente (hay supervisión profesional) <input type="checkbox"/> Adecuadamente confinada con castillos (refuerzo en aberturas)		<b>Ligeros o débiles</b> <input type="checkbox"/> Enramado cubierto de palma o fibra vegetal <input type="checkbox"/> Enramado cubierto de lodo (embarro o bajareque) <input type="checkbox"/> De madera de materiales precarios <input type="checkbox"/> De madera con diagonales <input type="checkbox"/> De madera contrachapada (triplay) y diagonales	
<b>Concreto</b> <input type="checkbox"/> Concreto colado en el lugar <input type="checkbox"/> Paneles prefabricados		<b>Adobe</b> <input type="checkbox"/> Simple (sin elementos de refuerzo) <input type="checkbox"/> Confinado con castillos y dalas o malla y mortero	
<b>Piezas de mampostería</b> <input type="checkbox"/> Tabique macizo de barro recocido <input type="checkbox"/> Tabique hueco de barro recocido (extruido "tabique aparente") <input type="checkbox"/> Tabique multiperforado de barro recocido <input type="checkbox"/> Tabique macizo de concreto (tabicón de cemento-arena) <input type="checkbox"/> Bloque hueco de concreto (20x40 cm) <input type="checkbox"/> Piedras naturales			
<b>Dimensiones</b> Concr. $\Sigma Lx =$ ___ m $\Sigma Ly =$ ___ m $t =$ ___ cm Mamp. $\Sigma Lx =$ ___ m $\Sigma Ly =$ ___ m $t =$ ___ cm [ t = espesor sin recubrimiento, $\Sigma L =$ longitud total ]			
<b>TECHOS</b>		<b>Sistema de piso</b>	
<b>Flexible</b> <input type="checkbox"/> Material de desecho <input type="checkbox"/> Enramado cubierto de palma <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Lámina de cartón astáltico <input type="checkbox"/> Lámina de plásticos o fibra de vidrio <input type="checkbox"/> Lámina metálica (zinc) <input type="checkbox"/> Lámina de asbesto <input type="checkbox"/> Teja de barro		<input type="checkbox"/> Losa maciza <input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla <input type="checkbox"/> Losa reticular <input type="checkbox"/> No se sabe	
<b>Rigido</b> <input type="checkbox"/> Vigas de acero con bóveda de tabique <input type="checkbox"/> Vigas con capa delgada de tabique (bóveda catalana) <input type="checkbox"/> Losa de concreto reforzado <input type="checkbox"/> Prefabricados (vigueta-bovedilla u otros)		<b>Cimentación</b> <input type="checkbox"/> Zapatas aisladas <input type="checkbox"/> Losa de cimentación <input type="checkbox"/> Zapatas corridas <input type="checkbox"/> No se sabe <input type="checkbox"/> Cimiento de piedra	
<b>Geometría</b> <input type="checkbox"/> Plano (horizontal) <input type="checkbox"/> A una agua <input type="checkbox"/> A dos aguas <input type="checkbox"/> Otro: _____			
<b>VULNERABILIDAD</b>			
<b>Irregular en Elevación</b> <input type="checkbox"/> Planta baja de mayor altura <input type="checkbox"/> Muros no llegan a la cimentación <input type="checkbox"/> Planta baja flexible <input type="checkbox"/> Muros huecos (celosías o ventilas en la parte superior)		<b>Irregular en Planta</b> <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 de la vivienda en la manzana: <input type="checkbox"/> Esquina <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Aislado Posición cubo escalera: <input type="checkbox"/> Esquina <input type="checkbox"/> Borde <input type="checkbox"/> Centro <input type="checkbox"/> Grandes masas o aumento en pisos superiores <input type="checkbox"/> Reducción brusca de pisos superiores Separación edificio vecino: ___ cm			

Figura 3.8 Características del sistema estructural

## CAPÍTULO 2

### 3.2.1. Estructura principal vertical

En la mayoría de las construcciones, pueden identificarse dos subsistemas estructurales, estos subsistemas son el horizontal o sistema de piso, y el vertical, o de soporte. En esta sección se hará mención a la recolección de la información general del sistema estructural vertical.

Este formato de inspección está dirigido a viviendas de hasta tres niveles, generalmente de autoconstrucción, aunque también incluye construcciones diseñadas con el apoyo de un profesional del tema (ingeniero o arquitecto). Debido a lo anterior y con la experiencia obtenida por especialistas de este centro nacional, derivada de las inspecciones realizadas a una gran cantidad de viviendas durante las diferentes contingencias a lo largo de los años, se observa que la mayoría de las viviendas están conformadas por muros como estructura principal vertical. A continuación, se detallan los diferentes tipos de muros, así como los materiales con los que son construidos.

MUROS		
<b>Mampostería</b>	<b>Ligeros o débiles</b>	<b>Piezas de mampostería</b>
<input type="checkbox"/> Simple (sin elementos de refuerzo)	<input type="checkbox"/> Enramado cubierto de palma o fibra vegetal	<input type="checkbox"/> Tabique macizo de barro recocido
<input type="checkbox"/> Con refuerzo interior dudoso y sin supervisión profesional	<input type="checkbox"/> Enramado cubierto de lodo (embarro o bajareque)	<input type="checkbox"/> Tabique hueco de barro recocido (extruido "tabique aparente")
<input type="checkbox"/> Deficientemente confinada con castillos (aberturas sin refuerzo)	<input type="checkbox"/> De madera de materiales precarios	<input type="checkbox"/> Tabique multiperforado de barro recocido
<input type="checkbox"/> Reforzada interiormente (hay supervisión profesional)	<input type="checkbox"/> De madera con diagonales	<input type="checkbox"/> Tabique macizo de concreto (tabicón de cemento-arena)
<input type="checkbox"/> Adecuadamente confinada con castillos (refuerzo en aberturas)	<input type="checkbox"/> De madera contrachapada (triplay) y diagonales	<input type="checkbox"/> Bloque hueco de concreto (20x40 cm)
<b>Concreto</b>	<b>Adobe</b>	<input type="checkbox"/> Piedras naturales
<input type="checkbox"/> Concreto colado en el lugar	<input type="checkbox"/> Simple (sin elementos de refuerzo)	
<input type="checkbox"/> Paneles prefabricados	<input type="checkbox"/> Confinado con castillos y dalas o malla y mortero	
<b>Dimensiones</b>		
Concr. $\Sigma L_x =$ ___ m $\Sigma L_y =$ ___ m $t =$ ___ cm		
Mamp. $\Sigma L_x =$ ___ m $\Sigma L_y =$ ___ m $t =$ ___ cm		
	<small>t = espesor sin recubrimiento. <math>\Sigma L</math> = longitud total</small>	

Figura 3.9 Características de la estructura principal vertical

En la sección de la Figura 3.9 se irá marcando, según corresponda, el tipo de estructuración con que cuente la vivienda inspeccionada; seleccionando las características que se presenten en campo, dependiendo del tipo de muro y del material del que este constituido. Cabe la mención de que es posible la coexistencia de los sistemas estructurales anteriores, incluso una misma vivienda puede contar con diferentes tipos.

Brevemente se dan las siguientes definiciones, aunque se entiende que el evaluador debe dominar estos términos.

## MUROS

### 3.2.1.1. Muros de carga de mampostería

Se identifican porque que forman parte de una edificación que no cuentan con un sistema de vigas ni columnas adicional para soportar el sistema de piso, por lo que estos muros soportan las cargas verticales, así como las fuerzas horizontales. Se debe especificar el tipo de **refuerzo** que presentan los **muros** de la vivienda, entre las posibles opciones que se tiene están las siguientes:

# CAPÍTULO 1

**Simple:** dentro de este tipo de mampostería se clasifican aquellas construcciones que no cuentan con castillos o refuerzo interior. Cabe aclarar que, en el caso de adobe y mampostería de piedras naturales, aunque corresponderían a mampostería simple, entran en una clasificación especial, Figura 3.14.

**Con refuerzo interior dudoso y sin supervisión profesional:** son aquéllas en las que no se cumplen los requisitos mínimos de áreas y distribución del acero de refuerzo en el interior de las piezas. El problema de clasificación radica en la dificultad de identificar el refuerzo ya que se encuentra oculto a la vista. Se recomienda clasificar en este tipo a las viviendas en las que no se cuente con planos estructurales o que no hayan tenido un estricto control de calidad durante la construcción, pero que se tenga información de que sí se colocó algo de refuerzo en el interior.

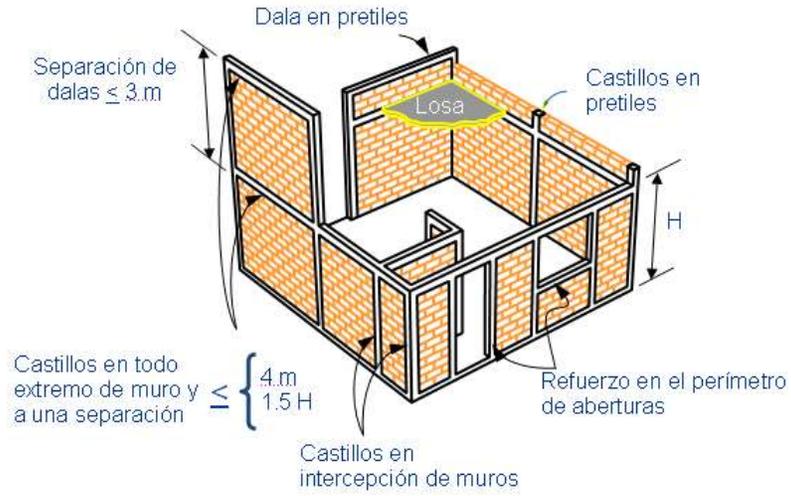
**Deficientemente confinada con castillos:** Se clasificarán dentro de este tipo de mampostería, las viviendas que no tengan elementos confinantes distribuidos adecuadamente. El caso más común es aquel en que no existen dalas ni castillos alrededor de las aberturas (puertas y ventanas). También entran en este tipo las estructuras en las que el refuerzo de los elementos de concreto es insuficiente o no tiene el detallado requerido como en los dobleces de barras, cantidad de estribos o conexiones entre elementos. Un caso es el del uso de refuerzo a base de armado prefabricado, generalmente de alta resistencia y de diámetro pequeño, donde el área del acero no satisface los requisitos de refuerzo mínimo, Figura 3.14.

**Reforzada interiormente:** en caso de que en la mampostería no existan castillos y se identifique que está hecha con mampostería hueca y se trate de construcciones formales (por ejemplo, conjuntos habitacionales), se puede suponer que los muros cuentan con refuerzo interior, aspecto que tendrá que verificarse en los planos estructurales, así como demostrar que existió un control de calidad durante su construcción. En caso de duda, en especial si se identifica como vivienda de autoconstrucción se tendría que calificar como mampostería simple. Es evidente que para clasificar este tipo de construcciones se requiere de las evidencias anteriores puesto que el refuerzo no es visible, Figura 3.14.

**Adecuadamente confinada:** es aquella que esta reforzada mediante el confinamiento de los muros a base de elementos de concreto reforzado verticales y horizontales, denominados como castillos y dalas respectivamente (Figura 3.14), estos elementos también deben estar alrededor de aberturas, como son las puertas y ventanas. En la siguiente figura se esquematizan la mampostería confinada según indican la Normas Técnicas Complementarias (NTC) para mampostería del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (GDF, 2004-b).

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA



**Figura 3.10 Mampostería confinada**



**Figura 3.11 Muros de mampostería simple**

# CAPÍTULO 1

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

---



**Figura 3.12** Muros de mampostería deficientemente confinada



**Figura 3.13** Muros de mampostería con refuerzo interior



**Figura 3.14** Muros de mampostería adecuadamente confinada

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

### 3.2.1.2. *Muros de concreto*

Constituidos por masas relativamente grandes de concreto y reforzados con armados de acero, ver Figura 3.12.

#### **Muros de concreto colados en el lugar.**

**Paneles prefabricados:** muros previamente fabricados planta a manera de paneles y montados posteriormente en obra.



*Figura 3.15 Muros de concreto*

### 3.2.1.3. *Muros ligeros o débiles*

En este grupo se encuentran todos aquellos materiales de baja resistencia o que se emplean en construcciones provisionales, tales como:

#### **Enramado cubierto de palma o fibra vegetal**

**Enramado cubierto de lodo (embarro o bajareque):** consisten en una rejilla de tablas de madera o rama recubierta de arcilla (barro). Los elementos verticales usualmente son ramas o “rollizos” de árboles, los horizontales de caña, caña de bambú, carrizo o ramas como se puede ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

# CAPÍTULO 1



*Figura 3.16 Fabricación de bahareque*

### **3.2.1.4. Muros de adobe**

Muros construidos a base de piezas sin cocer, elaborados a base de una masa de barro (arcilla y arena), mezclado a veces con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol.

**Muros de adobe simple:** dentro de este tipo de adobe se clasifican aquellas construcciones que no cuentan con castillos o dalas de refuerzo, así como carezcan de un refuerzo a base de una malla y mortero, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Muros de adobe confinados con castillos y dalas o malla y mortero:** muros construidos con este material y confinados con elementos de pequeñas dimensiones de concreto reforzado o protegidos con una malla de acero y recubiertos de mortero.



*Figura 3.17 Muros de adobe*

### **3.2.1.5. Piezas de mampostería**

Cuando el sistema estructural esté conformado predominantemente por muros, se deberá elegir de la lista el tipo de material del que se encuentren fabricados los muros. A continuación, se proporciona una breve información de algunos materiales que aparecen en el listado del formato.

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

**Tabla 3.1 Tipos piezas de mampostería**



### 3.2.1.6. Muros en el entrepiso representativo

Para esta sección se escogerá el entrepiso crítico que, en general será la planta baja, (Figura 3.18). En este apartado se anotará la suma de las longitudes de todos los muros en cada dirección por separado, así como su espesor. Estas mediciones se solicitan del entrepiso representativo. Las longitudes deben anotarse en metros y los espesores de muro en centímetros.

Para estructuras a base de muros, estos datos son, por mucho, los más importantes para realizar la evaluación de las características de resistencia ante carga vertical y ante sismo. Para ello se debe elaborar los croquis o esquemas y hacer un levantamiento tomando dimensiones de los muros. En la longitud de los muros se deberá restar el ancho de huecos como puertas y ventanas.

#### Dimensiones

Concr.  $\Sigma L_x =$  \_\_\_ m  $\Sigma L_y =$  \_\_\_ m  $t =$  \_\_\_ cm

Mamp.  $\Sigma L_x =$  \_\_\_ m  $\Sigma L_y =$  \_\_\_ m  $t =$  \_\_\_ cm

$t =$  espesor sin recubrimiento,  $\Sigma L =$  longitud total

**Figura 3.18 Longitud de muros en el entrepiso representativo**

# CAPÍTULO 1

## 3.2.2. Estructura principal horizontal

Además de soportar las cargas gravitatorias de mobiliario y personas, en el caso del comportamiento ante sismo, la función de una estructura principal horizontal (sistema de piso/techo) es conectar los elementos verticales y distribuir entre ellos las fuerzas horizontales generadas, para lo cual debe conformar un diafragma con alta rigidez en su plano.

### 3.2.2.1. Techos

La cubierta del último nivel, es decir la cubierta de techo de la vivienda en ocasiones presenta características diferentes a las del resto de los sistemas de piso de una estructura, principalmente en el tipo de material del que está constituida, así como en su configuración y aspecto. Por esta razón se realiza una sub-clasificación dependiendo si el sistema de techo es rígido o flexible, además de indicar su geometría, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

TECHOS	
<b>Flexible</b>	<b>Rigido</b>
<input type="checkbox"/> Material de desecho	<input type="checkbox"/> Vigas de acero con bóveda de tabique
<input type="checkbox"/> Enramado cubierto de palma	<input type="checkbox"/> Vigas con capa delgada de tabique (bóveda catalana)
<input type="checkbox"/> Madera	<input type="checkbox"/> Losa de concreto reforzado
<input type="checkbox"/> Lámina de cartón asfáltico	<input type="checkbox"/> Prefabricados (vigüeta-bovedilla u otros)
<input type="checkbox"/> Lámina de plásticos o fibra de vidrio	<b>Geometría</b>
<input type="checkbox"/> Lámina metálica (zinc)	<input type="checkbox"/> Plano (horizontal)
<input type="checkbox"/> Lámina de asbesto	<input type="checkbox"/> A una agua
<input type="checkbox"/> Teja de barro	<input type="checkbox"/> A dos aguas
	<input type="checkbox"/> Otro _____

Figura 3.19 Sistema de techo

**Techos flexibles:** Los techos flexibles son aquéllos hechos de los siguientes materiales: material de desecho, enramado cubierto de palma, madera, lámina de cartón asfáltico, lámina de plásticos o fibra de vidrio, lámina metálica (zinc), lámina de asbesto y Teja de barro.

## CAPÍTULO 2



*a) madera*



*b) lámina de asbesto*



*c) Teja de barro*



*d) lámina de cartón asfáltico*

**Figura 3.20 Ejemplos de techos flexibles**

**Techos Rígidos:** Los techos rígidos considerados son aquéllos hechos a base de: losas de concreto en cualquier modalidad (maciza, vigueta y bovedilla, etc.), y sistemas de piso tradicionales a base de tabique, ladrillo y terrado con vigueta y bóveda catalana, por ejemplo.

# CAPÍTULO 1

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA



a) losa de concreto reforzado



b) vigueta y bovedilla



c) vigueta y bovedilla

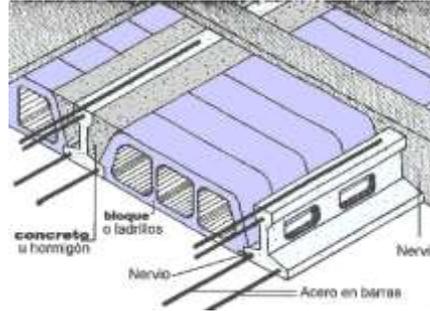


Figura 3.21 Ejemplos de techos rígidos

**Geometría:** La geometría de los techos ya sean rígidos o flexibles será considerada de una forma plana (horizontal), a una agua o a dos aguas, si no se encuentra dentro de estas opciones se especificará en la opción de “otro”.

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA



*a) plano horizontal*



*b) a un agua*



*c) a dos aguas*

**Figura 3.22 Ejemplos de geometría**

### **3.2.2.2. Sistema piso**

Se refiere propiamente a la combinación de elementos estructurales horizontales, losas y vigas, que contribuyen a la transmisión de las cargas a las columnas. Se deberá marcar el cuadro correspondiente al sistema de piso predominante en el inmueble objeto de la inspección. A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de los sistemas considerados.

**Losa maciza:** es una losa continua de concreto reforzado que cubre el claro entre los elementos portantes, se puede o no apoyar en travesaños en su perímetro, Figura 3.21a.

**Losa aligerada (reticular):** este tipo de losa se constituye de un sistema de pequeñas trabes cruzadas (nervios) que forman una retícula, cuyos espacios intermedios pueden ser ocupados por bloques huecos o materiales ligeros con el fin de reducir el peso de la estructura, el acero de refuerzo se concentra en los nervios y en la parte superior denominada losa o capa de compresión.

**Vigueta y bovedilla:** es un tipo de losa que cuenta en su parte inferior con viguetas de concreto reforzado, parcial o totalmente prefabricadas y presforzadas, sobre las cuales se coloca una malla de acero de refuerzo y una capa de concreto que trabajará en compresión. Entre cada vigueta se coloca una pequeña bóveda formada de bloques de concreto vibrocomprimido, ladrillos de arcilla o de poliestireno (unicel) que sirve de aislante y soporte provisional durante la etapa de construcción, Figura 3.21c.

# CAPÍTULO 1

**No se sabe:** Se llenará esta casilla cuando no se pueda observar el sistema de piso o no se pueda clasificar como uno de los anteriores sistemas.

## 3.2.3. Cimentación

Se deberá de especificar el tipo de cimentación sobre la cual se desplanta la estructura. El tipo de cimentaciones empleadas en la construcción de viviendas se encuentran en el grupo de cimentaciones superficiales, cuya profundidad de desplante es relativamente pequeña, en proporción con el ancho de la base de apoyo (losa o zapata), generalmente se halla entre 0.5 y 4 m de profundidad, (ver Figura 3.23); entre éstas se consideran los siguientes casos:

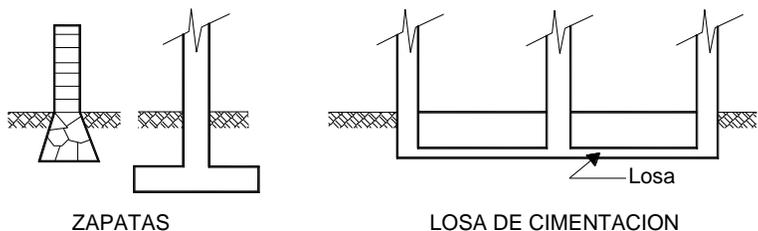
**Zapatas aisladas:** es una losa de concreto sobre la que se apoya una sola columna, consisten en una ampliación de la base de la columna para distribuir de manera adecuada los esfuerzos que se transmiten al suelo.

**Zapatas corridas:** losa de concreto alargada empleada como apoyo para varias columnas a la vez o para el apoyo de muros.

**Cimientos de piedra:** cimentación formada a base de mampostería irregular, generalmente piedra. Este tipo de cimentación puede presentar la configuración de zapata corrida, pero se deberá clasificar como cimientos de piedra.

**Losa de cimentación:** es una placa extensa de concreto reforzado que se apoya directamente sobre el terreno, y permite repartir el peso y las cargas del edificio sobre toda su superficie de construcción.

**No se sabe:** generalmente no es posible observar el tipo de cimentación que se empleó en una vivienda, es recurrente preguntarle al propietario si tiene conocimiento de este dato, si no se sabe o se tiene duda de que método se empleó se llenara esta casilla.



**Figura 3.23 Ejemplos de cimentaciones superficiales**

## 3.2.4. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad de daño que una estructura presenta frente a algún evento, sea este natural o antrópico, que lleve a la estructura a

# CAPÍTULO 2

cualquiera de sus límites de funcionamiento. El objetivo primario de este FORMATO de recopilación de información es el planteamiento de la vulnerabilidad de las viviendas principalmente ante la incidencia de sismos.

Para poder evaluar de manera sencilla, pronta y expedita la vulnerabilidad de las viviendas se requiere del conocimiento de ciertas características físicas de las estructuras que las componen, algunas de las cuales, de ser posible durante el trabajo de campo, se tratan de recabar por medio de este FORMATO.

Uno de los aspectos que influye en la vulnerabilidad de la estructura es la configuración general de la misma, es decir si la estructura presenta irregularidades tanto en planta como en elevación, Figura 3.24.

VULNERABILIDAD		
Irregular en Elevación	<input type="checkbox"/>	Planta baja flexible
	<input type="checkbox"/>	Muros no llegan a la cimentación
	<input type="checkbox"/>	Losas no alineadas
	<input type="checkbox"/>	Muros huecos (celosías o ventilas en la parte superior)
Irregular en Planta	<input type="checkbox"/>	Mala distribución de muros de carga
	<input type="checkbox"/>	Grandes aberturas, entrantes/salientes
	<input type="checkbox"/>	Geometría irregular en planta "L", "T", "H"...
	<input type="checkbox"/>	
Posición de la vivienda en la manzana:		<input type="checkbox"/> Esquina <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Aislado
Posición cubo escalera:		<input type="checkbox"/> Esquina <input type="checkbox"/> Borde <input type="checkbox"/> Centro
<input type="checkbox"/>		Grandes masas o aumento en pisos superiores
<input type="checkbox"/>		Reducción trunca de pisos superiores
		Separación edificio vecino: _____ cm

Figura 3.24 Vulnerabilidad

### 3.2.4.1. Posición en manzana (o cuadra)

Esta clasificación permite identificar ciertas características de posible vulnerabilidad, considerando que en las colindancias con predios vecinos normalmente se tienen fachadas “cerradas” con muros, y no hay aberturas para ventanas, por lo que estos elementos son muy rígidos ante desplazamientos horizontales. En cambio, en colindancias que dan a la vialidad o a terrenos libres alrededor de la vivienda es común contar fachadas “abiertas” mediante ventanas y marcos libres de muros, mismos que son mucho más flexibles que las colindancias cerradas con muros.

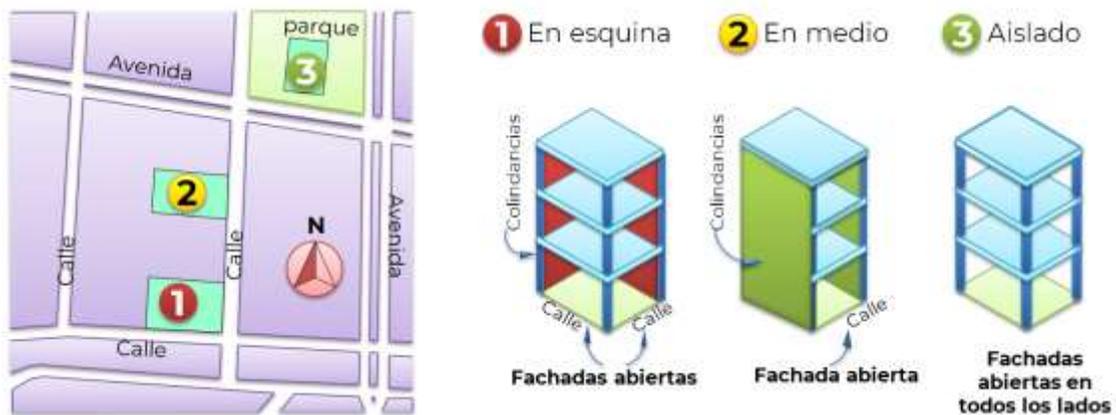


Figura 3.25 Posición de la estructura en la manzana

# CAPÍTULO 1

## 3.2.4.2. Irregularidades en elevación

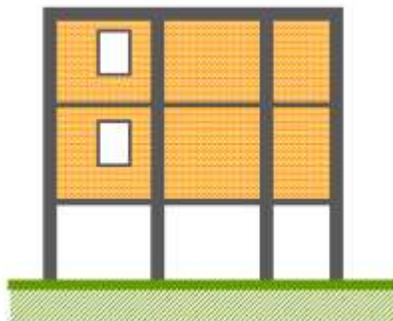
Aquí se debe señalar si existen cambios bruscos en la geometría, en las cargas o en la disposición de los elementos resistentes verticales a lo largo de la altura de la estructura. Las irregularidades en elevación enlistadas en el formato son:

**Planta baja flexible:** es la condición en la cual el arreglo de elementos que le dan resistencia y rigidez a la estructura cambia radicalmente en la Planta Baja (N1). Por lo general se forma cuando los muros de carga de niveles superiores no llegan hasta la planta baja de la vivienda, teniéndose en ésta solamente marcos o un reducido número de muros para dar lugar a espacios o marcos abiertos para comercios o su uso como estacionamiento, Figura 3.26.



*Figura 3.26 Planta baja flexible*

**Muros no llegan a la cimentación:** estructuras en las cuales se trunca la continuidad de los muros, sobre todo en la planta baja, con la suspensión de muros de pisos superiores, ver esquema de la Figura 3.27. El caso de la planta baja flexible por lo general se forma por esta misma característica por lo que estaría indicado también.



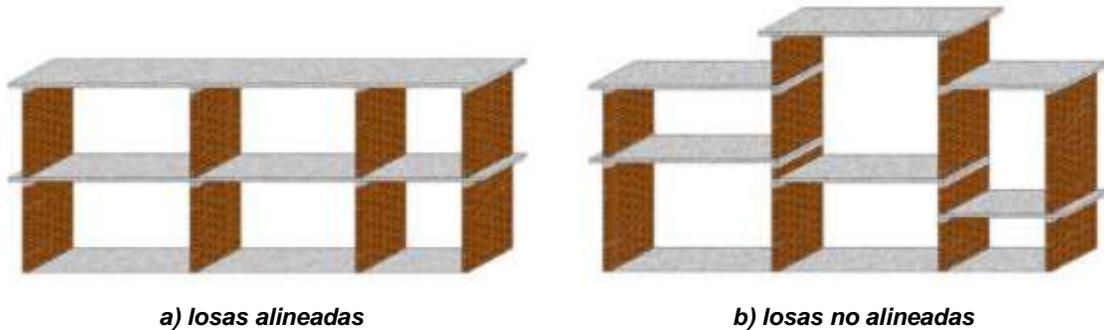
*Figura 3.27 Marcos o muros que no llegan a la cimentación*

**Losas no alineadas:** entran en esta categoría todas aquellas viviendas en donde la losa no es continua, además de no tener el mismo espesor. En la Figura 3.28 se ejemplifica

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

esta condición, en donde las losas están a diferentes niveles, lo que le genera una gran vulnerabilidad a la vivienda la cual tendrá un mayor riesgo de daño severo ante un sismo.



**Figura 3.28** Distribución de las losas

**Muros huecos (celosías o ventilas en la parte superior):** es un caso muy común en la práctica constructiva de viviendas en algunas entidades el dejar espacios huecos a manera de ventilas en la parte superior de los muros, esto como una alternativa a las grandes temperaturas que aquejan algunas zonas del país y que contribuye a generar una mayor vulnerabilidad a la estructura, Figura 3.29.

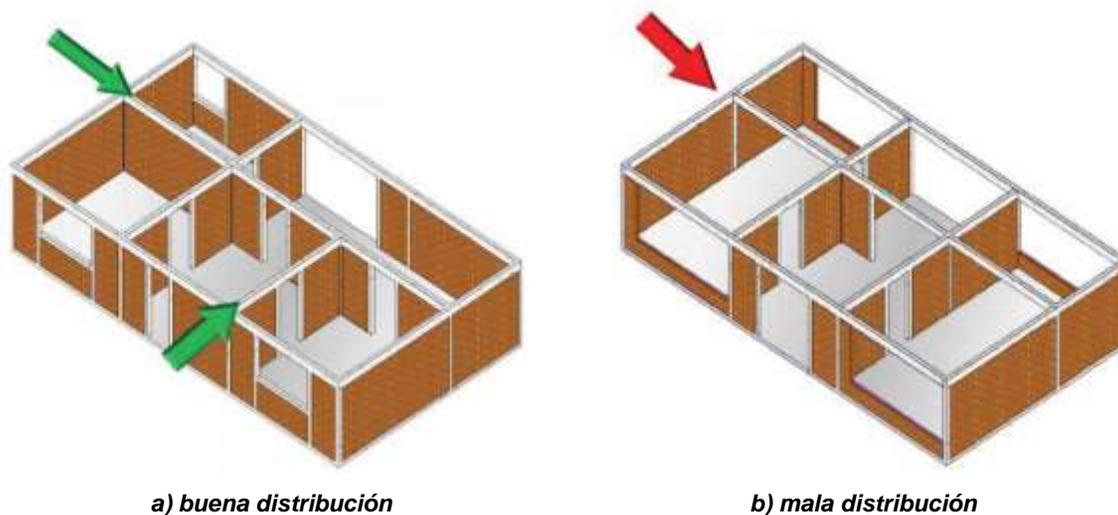


**Figura 3.29** Muros con ventilas en la parte superior

### 3.2.4.3. Irregularidades en planta

**Mala distribución en muros de carga:** se debe considerar como una mala distribución en planta de los muros de carga cuando una vivienda no cuente con una cantidad suficiente de muros a lo largo y a lo ancho de la edificación. De esta forma, ante la ocurrencia un sismo los muros no resistirán las fuerzas extraordinarias que se produzcan en todas direcciones, Figura 3.30.

# CAPÍTULO 1



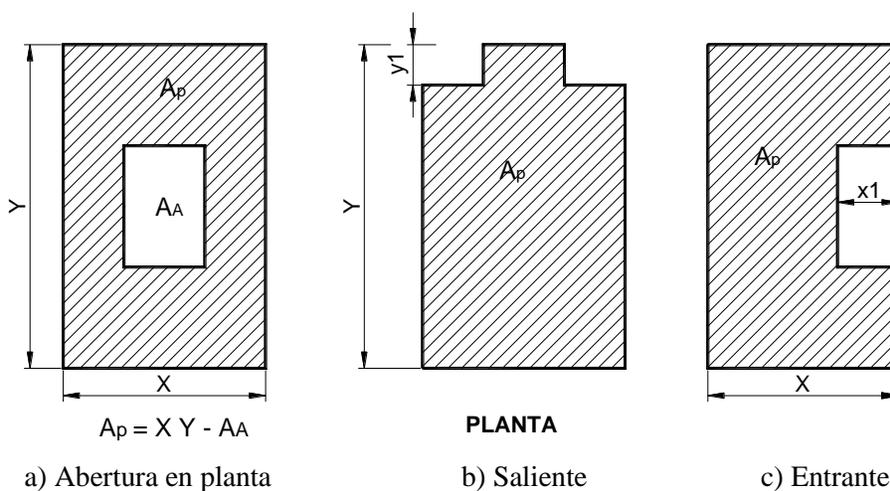
**Figura 3.30** Distribución de muros de carga

**Grandes aberturas, entrantes/salientes:** Abertura en planta > 20%: cuando existan patios interiores o cubos de escaleras al interior de la vivienda, que representen una discontinuidad en el sistema de piso donde la suma de las áreas de dichas aberturas ( $A_A$ ) sea de 20 % o más del área de la planta del edificio ( $A_p$ ), Figura 3.31 a.

$$A_p > 0.2 A_T$$

Longitud entrantes/salientes > 20 %: cuando en la planta de la estructura existan salientes o entrantes cuya longitud sobrepase el 20% de la longitud total de la vivienda en la dirección de la entrante o saliente, Figura 3.31 b y c.

$$y_1 > 0.2 Y \quad \text{ó} \quad x_1 > 0.2 X$$

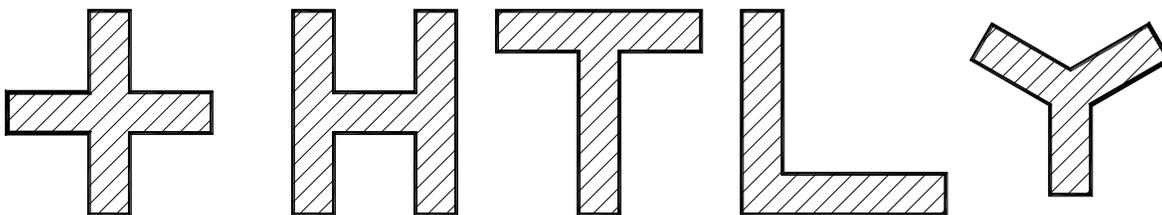


**Figura 3.31** Irregularidades en planta

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

**Geometría irregular en planta “L”, “T”, “H”:** cuando la planta de la estructura tenga una forma con salientes importantes que le confieren forma de letras “L”, “H”, “T”, “Y”, “+”, “X” o cualquier otra figura irregular, Figura 3.32.



*Figura 3.32 Plantas de geometría irregular*

**Grandes masas en pisos superiores:** la concentración de cargas grandes (almacenamiento de materias primas, maquinaria, etc.) en los niveles superiores de una estructura pueden ocasionar un comportamiento no deseado poniendo en riesgo a sus ocupantes.

**Reducción brusca o aumento de la planta en pisos superiores,** cambio abrupto en la planta de la vivienda de un nivel al inmediato superior, ya sea una reducción o ampliación. Para una estimación más detallada se puede considerar irregular si el área de un piso superior aumenta más de un 10% de la del inferior o si se reduce más del 30% (sin contar el caso de apéndices de azotea).

**Separación del edificio vecino:** las estructuras que rodean a la vivienda en evaluación pueden tener influencia en su comportamiento o en algunos casos afectar directamente de manera desfavorable en su vulnerabilidad, por ello es necesario conocer de manera muy general las estructuras colindantes que se consideren de mayor relevancia para el comportamiento o la seguridad de la estructura en observación. En este sentido se tomará la distancia, medida en centímetros, entre el edificio en evaluación y el edificio vecino considerado como crítico.

### 3.3. EVALUACIÓN DE DAÑOS

El daño de un elemento puede considerarse como la condición y grado de deterioro que presenta el mismo después de algún evento o a causa del uso propio del inmueble. La presencia de daño en una estructura siempre involucra un riesgo para sus ocupantes, por lo tanto, es necesario evaluar este riesgo a fin de tomar las medidas necesarias para evitar o reducir la probabilidad de ocurrencia de esta situación.

Para determinar el nivel de seguridad existente en una estructura dañada, el inspector debe ser capaz de reconocer aquellos daños que puedan poner en riesgo la estabilidad de la estructura.

# CAPÍTULO 1

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

En esta sección del FORMATO se registrarán los daños evidentes que se detecten durante el recorrido. Estos daños pueden ser principalmente geotécnicos y de la estructura propiamente, como se puede ver en la Figura 3.33.

EVALUACIÓN DE DAÑOS																																					
<b>Geotécnicos:</b> <input type="checkbox"/> Grietas en el terreno <input type="checkbox"/> Hundimientos: _____ cm <input type="checkbox"/> Inclinación de la vivienda: _____ %  <b>Techos/Losas:</b> <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Grietas máx: _____ mm <input type="checkbox"/> Flecha máx: _____ cm	<b>Muros:</b>  <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">           Colapso            Grietas cortante            Grietas flexión            Aplastamiento            Pandeo barras            Grietas en uniones         </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> <table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> </table> </td> <td style="vertical-align: top;">           Ancho máximo de grieta (mm)            _____ mm            _____ mm            _____ mm            _____ mm            _____ mm         </td> </tr> </table>	Colapso Grietas cortante Grietas flexión Aplastamiento Pandeo barras Grietas en uniones	<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> </table>																																	Ancho máximo de grieta (mm) _____ mm _____ mm _____ mm _____ mm _____ mm	<b>Entrepiso crítico (más débil y/o más dañado):</b> No. de muros daño ligero (grietas $\leq 1$ mm) = _____ No. de muros daño medio (1 mm < grietas < 5 mm) = _____ No. de muros daño severo (grietas $\geq 5$ mm) = _____ Total de muros en el entrepiso = _____ % de muros daño ligero = _____ % de muros daño medio = _____ % de muros daño severo = _____
Colapso Grietas cortante Grietas flexión Aplastamiento Pandeo barras Grietas en uniones	<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td><td style="width: 25px; height: 20px;"></td></tr> </table>																																	Ancho máximo de grieta (mm) _____ mm _____ mm _____ mm _____ mm _____ mm			
<b>NIVEL DE DAÑO DE LA ESTRUCTURA</b> <input type="checkbox"/> Colapso total <input type="checkbox"/> Daño severo <input type="checkbox"/> Colapso parcial <input type="checkbox"/> Daño medio <input type="checkbox"/> Daño ligero																																					
<b>Otros daños:</b> <input type="checkbox"/> Vidrios <input type="checkbox"/> Acabados <input type="checkbox"/> Plafones <input type="checkbox"/> Fachadas <input type="checkbox"/> Bardas y pretilas <input type="checkbox"/> Cubos de escalera <input type="checkbox"/> Instalaciones																																					

Figura 3.33 Evaluación de los daños generales de la estructura

### 3.3.1. Daños Geotécnicos

Cuando en el recorrido por el exterior de la estructura se detecte la presencia de cualquiera de los siguientes eventos, se deberá indicar marcando la casilla correspondiente.

**Grietas en el terreno circundante:** cuando existan fisuras o agrietamientos del suelo, es signo de problemas geotécnicos, como se ejemplifica en la Figura 3.34.



Figura 3.34 Grietas en el terreno

**Hundimiento diferenciales,** movimientos descendentes de la superficie del suelo y que tienen lugar de manera diferente en áreas relativamente planas, Figura 3.35. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas, naturales o antrópicas, y se puede

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

desarrollar con velocidades variables dependiendo del mecanismo que da lugar a tal fenómeno.



*Figura 3.35 Hundimientos diferenciales*

**Inclinación de la vivienda (o desplomo)**, es la pérdida de verticalidad general de una estructura debida principalmente a hundimientos diferenciales en el terreno o a la falla parcial de la cimentación; puede también deberse al daño en algunos elementos estructurales. El cálculo de la inclinación se realiza dividiendo el desplazamiento horizontal en la azotea entre la altura de la estructura y se multiplica por 100 para tener porcentaje.

### 3.3.2. Daños en Techos / Losas

En estos campos se registrarán aquellos daños presentes en la losa de entresuelo o en la de azotea.

**Colapso:** destrucción y caída de toda o alguna sección de la losa de entresuelo o el techo de una vivienda, (ver Figura 0.36).



*Figura 0.36 Colapso de techos o losas*

# CAPÍTULO 1

**Grietas:** Se deberá registrar el ancho máximo de las grietas en milímetros que se presenten en la losa de entresuelo o en la de la azotea, estas grietas pueden ser generadas por los siguientes fenómenos.

**Grietas de flexión en losas (al centro del claro):** grietas que se desarrollan por la carga vertical en losas. En el caso de losas rectangulares se prolongan de las esquinas hacia el centro formando aproximadamente un ángulo de 45° con los bordes y se unen por otras grietas al centro del tablero dividiendo la losa en triángulos y trapecios (constituyen las conocidas como líneas de fluencia de un tablero), Figura 0.37.

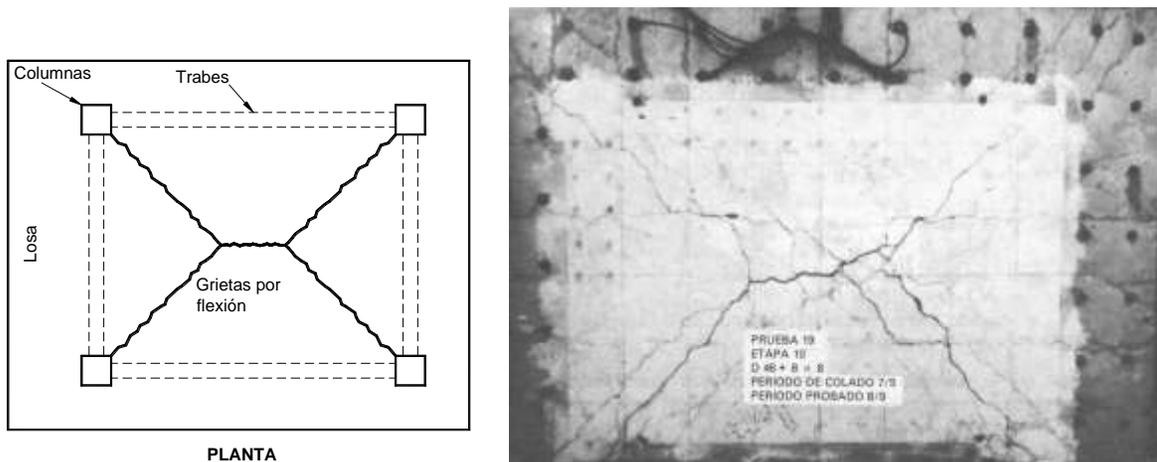


Figura 0.37 Grietas de flexión en losas (líneas de fluencia)

**Grietas sobre las trabes:** grietas que se manifiestan en la losa que se encuentran sobre la ubicación de las trabes de soporte.

**Grietas en las esquinas del tablero:** grietas en la esquina de la losa que siguen el contorno del tablero.

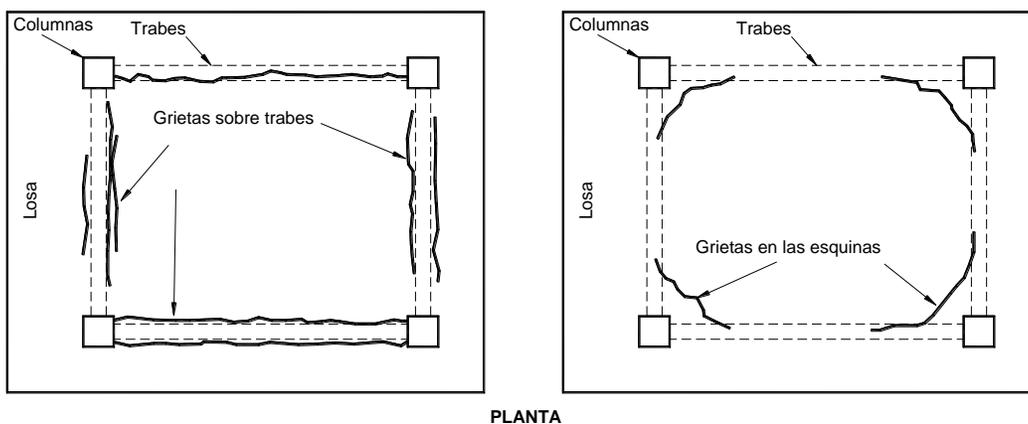


Figura 0.38 Grietas en losas sobre trabes perimetrales y en esquinas

## CAPÍTULO 2

**Flecha máxima:** Se deberá registrar la flecha máxima en centímetros que se presente en la losa de entrepiso o en la de la azotea.

### 3.3.3. Daños en la estructura

En esta sección se presenta un registro a manera de tabla que se irá llenando de acuerdo a los daños observados en el inmueble.

La Figura 0.39 muestra la tabla, la cual presenta en la columna de su extremo izquierdo un listado de los elementos estructurales verticales que más comúnmente pueden conformar una vivienda, estos son: muros de mampostería (simple, confinada o con refuerzo interior), muros de concreto y muros de adobe. Cuenta además con seis columnas que corresponden a los posibles tipos de daño observables

El registro de daños se hará señalando en la casilla el tipo o tipos de daño observado en cada elemento estructural, además se deberá anotar en la línea adyacente, el ancho máximo de grieta que se presenta en el muro al que hace referencia como el elemento con daño de mayor severidad.

Muros:	Colapso	Grietas cortante	Grietas flexión	Aplacamiento	Pandeo barras	Grietas en uniones	Ancho máximo de grieta (mm)
Concreto	<input type="checkbox"/>	_____ mm					
Adobe	<input type="checkbox"/>	_____ mm					
Mampost. simple	<input type="checkbox"/>	_____ mm					
Mampost. conf.	<input type="checkbox"/>	_____ mm					
Mampost. Ref. int.	<input type="checkbox"/>	_____ mm					

Figura 0.39 Registro de daños

### Tipos de daño y características

A continuación, se hace una breve descripción de cada uno de los tipos de daño que corresponden al listado del formato:

- 1) **Colapso / daño generalizado:** daño general de la estructura, los muros de carga presentan daños tan severos que no son capaces de soportar el peso propio del sistema de piso, en casos extremos la estructura del inmueble se encuentra colapsada, Figura 0.45.

# CAPÍTULO 1



*Figura 0.40 Ejemplos de colapso de muros*

- 2) **Grietas a cortante:** agrietamientos que se presenta por lo general atravesando toda la dimensión del muro estructural con una inclinación bastante perceptible formando ángulos de aproximadamente 45 grados con respecto al eje del elemento, Figura 0.41, cuya presencia indica que la estructura está o estuvo sometida a la acción de fuerzas de cortante importantes.



*Figura 0.41 Ejemplos de agrietamiento a cortante*

- 3) **Grietas por Flexión** (normales al eje del elemento): aparición de grietas por lo general horizontales en muros, se desarrollan del paño o lecho en tensión del elemento, y progresan hacia el eje del mismo y más allá de él.

## CAPÍTULO 2

- 4) **Aplastamiento del concreto en castillos y barras expuestas:** se manifiesta agrietamiento severo, desprendimiento del recubrimiento de concreto en castillos con exposición del acero de refuerzo, un ejemplo claro se presenta en la Figura 0.42. Una cantidad importante de los casos este desprendimiento se debe a problemas de adherencia entre concreto y acero, así como a la expansión de acero por oxidación. En otros casos se manifiesta por el aplastamiento por compresión del concreto con la posible contribución del pandeo de las barras de refuerzo que desprende la capa de recubrimiento.



*Figura 0.42 Desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto*

- 5) **Pandeo de barras de refuerzo longitudinal a compresión:** falla generalizada por aplastamiento de concreto en castillos, agrietamiento severo con desprendimiento importante del concreto, en donde el refuerzo longitudinal se pandea, es decir, se deforma lateralmente plegándose fuera de su posición recta original debido a fuerzas de compresión, Figura 0.43.



*Figura 0.43 Pandeo del refuerzo longitudinal en castillos*

# CAPÍTULO 1

- 6) **Grietas en uniones de muros:** agrietamiento vertical en uniones de muros que carecen de elementos de confinamiento, este tipo de daño se presenta principalmente en muros de mampostería simple o muros de adobe, Figura 0.43.



*Figura 0.44 Agrietamiento en uniones de muros*

### 3.3.4. Entrepiso crítico (más débil y/o más dañado)

Durante el recorrido realizado por el inmueble el inspector debe detectar cual es el entrepiso más dañado, tomando en cuenta especialmente los daños en elementos verticales (muros) ya que éste es el que implica el mayor riesgo para la seguridad estructural. En caso de que el daño en elementos verticales sea nulo o mínimo, comparado con el daño en elementos horizontales (losas) se seleccionará el entrepiso con daño en dichos elementos. Este entrepiso se le denominará “entrepiso crítico”.

Generalmente el entrepiso crítico será la planta baja, debido principalmente a que ésta recibe las cargas verticales de toda la estructura, así como la suma de todas las fuerzas horizontales por sismo o viento, aunado a la alta probabilidad de tener cambios drásticos en estructuración o condiciones geométricas que le confieren más vulnerabilidad: planta baja flexible, suspensión de muros que bajan de pisos superiores, etc. Sin embargo, puede existir otro entrepiso que pudiera tener mayor daño y por lo tanto se calificará como el crítico. Esto sucede con pisos intermedios cuando hay una notoria discontinuidad de elementos estructurales, cambio de sección o del material de muros o suspensión de éstos, reducciones brucas del área de pisos o cambio notorio de la geometría de la vivienda, choque con construcciones vecinas cuya altura coincide con la del entrepiso en cuestión, etc.

Una vez identificado el entrepiso crítico en cuanto a nivel y densidad de daño, se deberá anotar el número de muros que sufrieron daño severo (colapso, grietas de 5 mm o mayores), el número de muros con daño medio (grietas entre 1 y 5 mm) y el número de muros con daño ligero (grietas de 1 mm o menores), esta medición para determinar el nivel de daño de cada elemento se realizara sobre el agrietamiento diagonal o de cortante.

## CAPÍTULO 2

Una vez teniendo esta relación de los muros con daño ligero medio o severo se deberá anotar el total de muros en el entrepiso en cuestión, esto con el fin de estimar el porcentaje de muros que se tiene con cada nivel de daño y poder así identificar el nivel de daño de dicho entrepiso crítico, Figura 0.43.

Entrepiso crítico (más débil y/o más dañado):	
No. de muros daño ligero ( grietas $\leq 1 \text{ mm}$ ) =	_____
No. de muros daño medio ( $1 \text{ mm} < \text{grietas} < 5 \text{ mm}$ ) =	_____
No. de muros daño severo ( grietas $\geq 5 \text{ mm}$ ) =	_____
Total de muros en el entrepiso =	_____
% de muros daño ligero =	_____
% de muros daño medio =	_____
% de muros daño severo =	_____

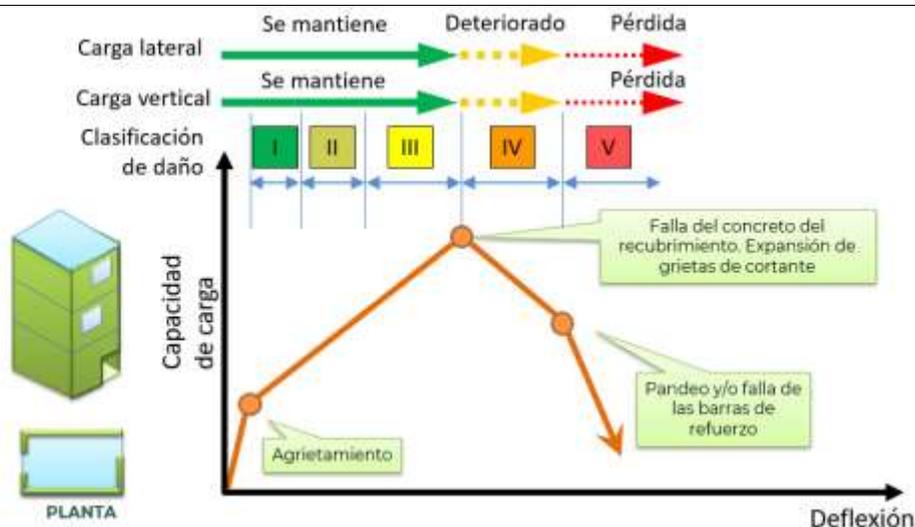
**Figura 0.46 Entrepiso crítico (más débil y/o más dañado)**

### 3.3.5. Nivel de daño de la estructura

Una vez realizado el levantamiento de daños observados durante la inspección visual de la vivienda es necesario caracterizar el tipo de daño que se presenta con el fin de establecer la condición y el grado de deterioro de la misma, de esta forma el inspector deberá ser capaz de conocer aquellos daños que pongan en riesgo la estabilidad de la estructura y la de sus ocupantes.

Estos daños antes mencionados han sido posibles de clasificar derivado de diferentes estudios experimentales a lo largo de muchos años en los cuales se realizaron ensayos a muros estructurales a los que se les aplicaba una serie de cargas cíclicas reversibles en donde se obtenían datos de resistencia, deformación y patrón de grietas. De estas pruebas experimentales se pudo observar en los elementos un comportamiento como el mostrado en la Figura 0.43, en donde los elementos tienen una condición frágil donde predomina un comportamiento a cortante además de contar con poca capacidad de deformación. Se observa también las diferentes etapas en donde con forme se va incrementando la carga va apareciendo un primer agrietamiento, una expansión de grietas a cortante en donde alcanza su carga máxima y finalmente el colapso del elemento.

# CAPÍTULO 1



**Figura 0.47 Niveles de daño de elementos de comportamiento frágil (por cortante)**

Dicho lo anterior se puede realizar una clasificación de daño como se muestra en la Tabla , la cual va del uno al cinco en números romanos y de menor a mayor daño respectivamente. De esta manera resulta de gran importancia la medición de las grietas a cortante en los muros del entrepiso más crítico ya que es el parámetro que más se utiliza para realizar esta clasificación.

**Tabla 3.2 Clasificación del daño**

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 $\geq$ 3 mm Inicio de grieta en muro con refuerzo interior
V	Aplastamiento local de mampostería. Desprendimiento de piezas Agrietamiento diagonal > 5 mm La grieta inclinada penetra castillos, ancho > 1 mm. Agrietamiento diagonal en muros con refuerzo interior. Deformación o inclinación del muro

## CAPÍTULO 2

En este FORMATO se establecen cuatro niveles de daño que puede presentar una vivienda y que dependen principalmente de la clasificación en los muros realizada anteriormente y del porcentaje de estos con respecto al total de muros. Los niveles de daño son los siguientes:

### 3.3.5.1. *Colapso*

**Colapso total:** Se presenta un daño que puede considerarse equivalente al 100% de la estructura (Figura 0.45), no existe posibilidad de reparación y no es utilizable; debe restringirse el acceso al área. La resistencia de la estructura fue rebasada por las solicitaciones producto de algún evento extraordinario, ya sea un terremoto, ciclón, incendio o cualquier otro de índole natural o antrópico.



*Figura 0.45 Colapso total*

**Colapso parcial:** daño severo localizado en algunas áreas de la estructura, aunque el daño es severo no pone en peligro la estabilidad global del edificio, se deberá identificar lo que ocasionó la falla parcial del sistema estructural la vivienda, se debe distinguir si el daño se concentra en la planta baja, en el último piso (colapso del techo o azotea) o en algún nivel intermedio, esto resulta importante por el nivel de impacto en la estabilidad global de la vivienda.

# CAPÍTULO 1



**Figura 0.49 Colapso parcial**

### 3.3.5.2. Daño severo

El daño grave o severo se define como la situación en que la estructura presenta alguna inestabilidad o daño tan severo que pone en riesgo la vida de los ocupantes. Se considera que la vivienda presenta daño grave cuando se identifique cualquiera de las siguientes condiciones dependiendo principalmente de la clasificación de daño en los muros realizada anteriormente (ver Tabla 3.2) y del porcentaje de estos con respecto al total.

**Tabla 3.3 Daño severo**

Daño nivel <b>IV</b> en más del 25%	Vivienda con daño alto, insegura, aunque posiblemente reparable
Daño nivel <b>IV</b> en más del 50%	Vivienda con daño alto, insegura, posiblemente requiera de ser demolida
Daño nivel <b>V</b> en más del 10%	Vivienda con daño grave, insegura, estructura que requiere posiblemente de demolición

### 3.3.5.3. Daño medio

El daño medio es la condición en la que la estructura presenta daños que son reparables, además de que la estructura presenta una resistencia residual que le permite permanecer en pie, se puede ocupar el inmueble con precaución. Se considera como daño medio cuando se identifique cualquiera de las siguientes condiciones dependiendo de la clasificación de daño en los muros (ver Tabla 3.2) y del porcentaje de estos con respecto al total.

**Tabla 3.4 Daño medio**

Daño nivel <b>III</b> en menos del 50%	Edificación habitable con acceso con restricción en las zonas de la vecindad de los elementos dañados
---	---

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

Daño nivel III en más del 50%	Edificación con daño entre medio y alto, acceso con restricción
Daño nivel IV en menos del 25%	Edificación con daño entre medio y alto, acceso con restricción

### 3.3.5.4. Daño ligero

El daño ligero es la condición donde la estructura no presenta ningún daño que ponga en peligro la vida de los ocupantes. Es importante recalcar que estos daños, aunque sean ligeros, deberán ser reparados para garantizar el buen comportamiento de la estructura para futuros eventos de índole natural o antrópico. Se considerará como daño ligero cuando se identifique cualquiera de las siguientes condiciones.

**Tabla 3.5 Daño ligero**

Daño nivel I o II	Edificación habitable, grietas de cortante con ancho menores a 1 mm. Sin grietas inclinadas en castillos
-------------------	---

### 3.3.6. Daños en otros elementos

Estos otros elementos incluidos dentro de la cédula de recopilación de información para evaluar la seguridad de las viviendas, son los denominados como elementos no estructurales, que son todos aquellos que se apoyan en la estructura, en la mayoría de los casos sin contribuir a modificar las características de comportamiento del sistema estructural, entre los que se pueden identificar muros divisorios, ventanas, plafones, cornisas, etc., así como las instalaciones que desempeñan funciones esenciales como telecomunicaciones, electricidad, agua, gas, etc. En algunos casos se puede considerar dentro de este rubro al mobiliario existente en la vivienda.

Se debe registrar el daño en estos elementos debido a que comprometen la seguridad de los ocupantes de la vivienda, o incluso de la vivienda misma, por la posible caída de objetos. Se distingue entre daños no estructurales exteriores e interiores únicamente por la ubicación del objeto.

#### 3.3.6.1. Daños en elementos exteriores

Todos aquellos observados en elementos no estructurales ubicados en el exterior de la vivienda, incluyendo las fachadas, debe marcarse en el listado correspondiente la presencia de daño en:

**Vidrios:** ruptura de vidrios, deformación de marcos de ventanas, etc.

**Acabados:** mosaico, repellido, cornisas, dinteles exteriores.

# CAPÍTULO 1

**Fachadas:** agrietamiento, inclinación, desprendimiento de material, daños a la estructura de soporte.

**Bardas y pretilos:** agrietamiento, inclinación, desprendimiento de material.

### 3.3.6.2. *Daños en elementos interiores*

Todos aquellos daños concentrados en los elementos no estructurales del interior del inmueble. Se debe señalar las casillas correspondientes de detectarse la existencia de los siguientes daños.

**Instalaciones** (gas, eléctrica, agua potable, etc.): malfuncionamiento o cortos circuitos en la eléctrica, ruptura de tuberías o ductos en cualquier caso con fugas para el caso de instalaciones de gas o agua.

**Escaleras:** agrietamiento en escalones, desprendimiento de material, agrietamiento en elementos de soporte de escaleras, presencia de obstrucciones.

## 3.4. CROQUIS DEL INMUEBLE

A continuación, se presentan algunas sugerencias para la elaboración de los esquemas que se deben incluir en el formato de inspección, entre los cuales se encuentran:

Croquis general del predio con la ubicación de calles o principales rasgos urbanos, y la ubicación de la vivienda dentro del predio.

Croquis de la planta tipo de la vivienda, cuerpo o área inspeccionada.

Elevación de la vivienda, cuerpo o área inspeccionada.

Figuras auxiliares.

Todos ellos deben estar elaborados de una forma que resulte clara para cualquier persona, deberán mostrar las características relevantes de la estructura en forma muy simplificada como son: dimensiones, ubicación de accesos, escaleras o elevadores, muros y estructuras especiales.

Además, deberán estar orientados según el sistema de referencia que se defina para el edificio, el cual deberá estar dibujado en cada uno de los esquemas para una mejor referencia. Conviene ubicar el norte geográfico (al menos aproximadamente) y señalarlo en cada nuevo esquema en planta que se elabore.

En la Tabla 5 se hacen algunas sugerencias de la representación de algunos elementos comunes dentro de los esquemas, esto con el fin de tratar de homogeneizar los croquis entre uno y otro inspector de inmuebles.

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

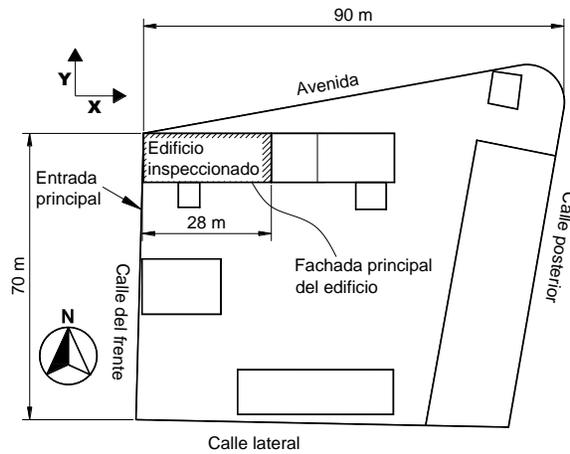
**Tabla 3.5 Simbología sugerida para la elaboración de los croquis de la estructura**

Planta	Elevación	Elemento
		<b>Muro divisorio</b> Muros de mampostería o de paneles recubiertos, desligados de la estructura principal de soporte.
		<b>Muro de carga de mampostería</b> Muros de mampostería o concreto, que tienen función estructural, es decir que soportan alguna parte de la estructura.
		<b>Muros de concreto</b> Muros construidos de concreto reforzado, que pueden o no tener función estructural.
		<b>Puerta</b> Además de dibujar la trayectoria de la puerta, se anotará el ancho del vano de la puerta, dato que irá encerrado en un pequeño rectángulo. Las líneas inclinadas en el esquema en elevación indican el “abatimiento”, en este caso la puerta tendría bisagras del lado izquierdo abriéndose como se muestra en el dibujo en planta.
		<b>Ventana</b> Se anotarán las dimensiones de la ventana medidas en centímetros, comenzando por el ancho.
		<b>Escalera</b> En la representación de una escalera, se anotará el número de peldaños con que cuente la escalera.
		<b>Losa</b> Sólo tiene representación en elevación al ser un elemento horizontal, de ser posible se deberá registrar su espesor dentro del croquis correspondiente.
		<b>Acotaciones</b> Todas las medidas tomadas en campo se registrarán sobre una línea que indique la longitud a que se refieren. Hay muchos estilos para marcar los extremos de la línea de medición, pero se recomienda la flecha triangular. Se sugiere rellenar las flechas cuando las medidas que se realicen sean al eje del elemento, y dejarlas flechas vacías en el caso de que la medición se haga a los paños de los elementos
		<b>Sistema de referencia</b> Se fijará un sistema de referencia orientado según se indica: el eje X paralelo a la dirección de la fachada donde se encuentre el acceso al edificio, y el eje Y perpendicular a la misma.
		<b>Norte geográfico</b> Existen varios estilos, lo importante es que quede perfectamente identificado evitando confusiones y que no falte en todos los esquemas.

En el **croquis general del inmueble** se debe ubicar a la vivienda, cuerpo o área objeto de la inspección, indicando las principales colindancias del mismo. Aunque el croquis deberá estar orientado respecto al norte geográfico, deberá incluirse el sistema

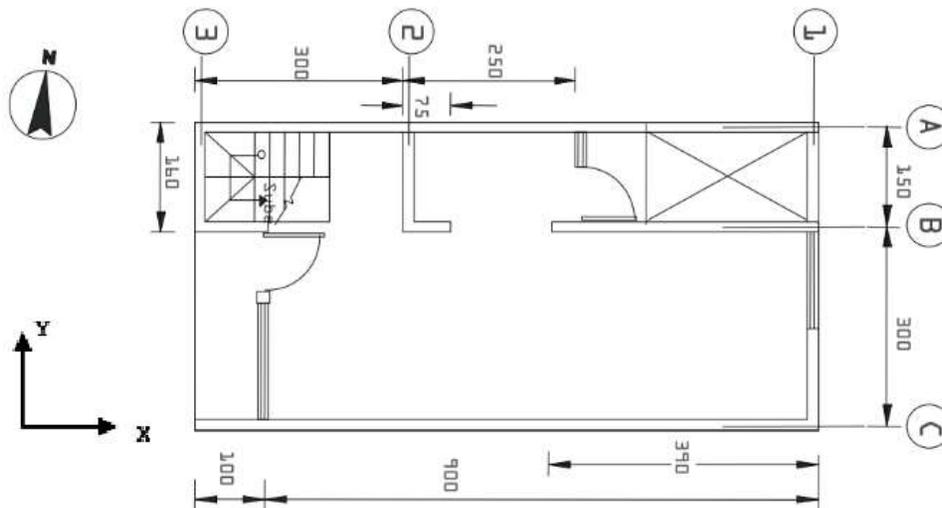
# CAPÍTULO 1

coordinado de referencia (X, Y). Además, se registrarán de manera aproximada, las dimensiones generales del terreno y del edificio inspeccionado, así como la ubicación de los accesos al edificio, ver Figura 0.46.



**Figura 0.460** Ejemplo de croquis general del inmueble (el eje X se tomó como la fachada principal de la vivienda inspeccionada, no se orientó con la calle)

El **croquis de la planta** de la vivienda, cuerpo o área inspeccionada, es el esquema más importante y del cual se obtendrá más información para la correcta ubicación de los elementos y la localización del daño de la estructura, en él se ubicarán los elementos estructurales como, muros de carga, muros divisorios, debe estar dibujado según el sistema de referencia elegido previamente. Este esquema debe incluir las medidas de las secciones de los elementos estructurales, así como de la longitud de los muros, ver Figura 0.471.



**Figura 0.471** Ejemplo de croquis planta

En el **croquis de elevación** de la vivienda se dibujará de manera clara la configuración de los muros de la estructura, registrando su altura y distancia entre cada uno,

## CAPÍTULO 2

MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA

---

además se puede detallar la ubicación de las aberturas como puertas y ventanas y sus características geométricas.

**Figuras auxiliares**, se elaborarán los esquemas de los detalles que se crean necesarios para representar de forma clara la configuración de la estructura de la vivienda, estos esquemas presentarán de manera clara las estructuras especiales o detalles que se quieran resaltar dentro de la estructura y se considere resultan importantes desde el punto de vista de la seguridad estructural de la vivienda y de la seguridad física de los ocupantes.

## APÉNDICE A

### FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA



# Formato de captura de datos para evaluación estructural de vivienda hasta tres niveles

actualización del formato: septiembre 2021

Nombre del evaluador:

Ingeniero civil o arquitecto

Estudiante Ing/Arq.

Otro

## INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: \_\_\_\_\_

Coordenadas: ( \_\_\_\_\_ N, \_\_\_\_\_ O, \_\_\_\_\_ msnm)

Propietario: \_\_\_\_\_ Teléfono: +( \_\_\_\_\_ )

Calle y número: \_\_\_\_\_ Colonia: \_\_\_\_\_ Código postal: \_\_\_\_\_

Pueblo o ciudad: \_\_\_\_\_ Municipio/Alcaldía: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

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

**Dimensiones:** Frente X = \_\_\_\_\_ m Año de construcción: \_\_\_\_\_ Número total de niveles, n = \_\_\_\_\_  
 Fondo Y = \_\_\_\_\_ m de daño severo: \_\_\_\_\_ Número de sótanos: \_\_\_\_\_  
 Altura Planta Baja = \_\_\_\_\_ m de rehabilitación: \_\_\_\_\_ Número ocupantes: \_\_\_\_\_  
 Altura Planta Alta = \_\_\_\_\_ m

**Topografía:**  
 Planicie  Fondo de valle  
 Ladera (inclinado)  Depósitos lacustres  
 Ribera de río/lago  Costa

**Características hidráulicas:**  Alcantarilla pluvial, distancia: \_\_\_\_\_ m Año inundación más severa: \_\_\_\_\_ Altura inundación sobre el nivel de piso: \_\_\_\_\_ m

## SISTEMA ESTRUCTURAL

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

### MUROS

#### Mampostería

- Simple (sin elementos de refuerzo)
- Con refuerzo interior dudoso y sin supervisión profesional
- Deficientemente confinada con castillos (aberturas sin refuerzo)
- Reforzada interiormente (hay supervisión profesional)
- Adecuadamente confinada con castillos (refuerzo en aberturas)

#### Concreto

- Concreto colado en el lugar
- Paneles prefabricados

#### Dimensiones

Concr.  $\Sigma Lx =$  \_\_\_\_\_ m  $\Sigma Ly =$  \_\_\_\_\_ m  $t =$  \_\_\_\_\_ cm  
 Mamp.  $\Sigma Lx =$  \_\_\_\_\_ m  $\Sigma Ly =$  \_\_\_\_\_ m  $t =$  \_\_\_\_\_ cm

t = espesor sin recubrimiento,  $\Sigma L =$  longitud total

#### Ligeros o débiles

- Enramado cubierto de palma o fibra vegetal
- Enramado cubierto de lodo (embarro o bajareque)
- De madera de materiales precarios
- De madera con diagonales
- De madera contrachapada (triplay) y diagonales

#### Adobe

- Simple (sin elementos de refuerzo)
- Confinado con castillos y dalas o malla y mortero

#### Piezas de mampostería

- Tabique macizo de barro recocido
- Tabique hueco de barro recocido (extruido "tabique aparente")
- Tabique multiperforado de barro recocido
- Tabique macizo de concreto (tabicón de cemento-arena)
- Bloque hueco de concreto (20x40 cm)
- Piedras naturales

### TECHOS

#### Flexible

- Material de desecho
- Enramado cubierto de palma
- Madera
- Lámina de cartón asfáltico
- Lámina de plásticos o fibra de vidrio
- Lámina metálica (zinc)
- Lámina de asbesto
- Teja de barro

#### Rígido

- Vigas de acero con bóveda de tabique
- Vigas con capa delgada de tabique (bóveda catalana)
- Losa de concreto reforzado
- Prefabricados (viguetas-bovedilla u otros)

#### Geometría

- Plano (horizontal)
- A una agua
- A dos aguas
- Otro: \_\_\_\_\_

#### Sistema de piso

- Losa maciza  Viguetas y bovedilla
- Losa reticular  No se sabe

#### Cimentación

- Zapatas aisladas  Losa de cimentación
- Zapatas corridas  No se sabe
- Cimiento de piedra

Irregular en Elevación

- Planta baja flexible
- Muros no llegan a la cimentación
- Losas no alineadas
- Muros huecos (celosías o ventilas en la parte superior)

### VULNERABILIDAD

Irregular en Planta

- Mala distribución de muros de carga
- Grandes aberturas, entranes/salientes
- Geometría irregular en planta "L", "T", "H"...

Posición de la vivienda en la manzana:  Esquina  Medio  Aislado

Posición cubo escalera:  Esquina  Borde  Centro

- Grandes masas en pisos superiores
- Reducción brusca o aumento de pisos superiores
- Separación edificio vecino: \_\_\_\_\_ cm

## EVALUACIÓN DE DAÑOS

### Geotécnicos:

- Grietas en el terreno
- Hundimientos: \_\_\_\_\_ cm
- Inclinación de la vivienda: \_\_\_\_\_ %

### Techos/Losas:

- Colapso
- Grietas máx.: \_\_\_\_\_ mm
- Flecha máx.: \_\_\_\_\_ cm

### Muros:

	Colapso	Grietas cortante	Grietas flexión	Aplastamiento	Pandeo barras	Grietas en uniones	Ancho máximo de grieta (mm)
Concreto	<input type="checkbox"/>	_____ mm					
Adobe	<input type="checkbox"/>	_____ mm					
Mampost. simple	<input type="checkbox"/>	_____ mm					
Mampost. conf.	<input type="checkbox"/>	_____ mm					
Mampost. Ref. int.	<input type="checkbox"/>	_____ mm					

### Entrepiso crítico (más débil y/o más dañado):

No. de muros daño ligero (grietas 1 mm) = \_\_\_\_\_  
 No. de muros daño medio (1 mm < grietas < 3 mm) = \_\_\_\_\_  
 No. de muros daño severo (grietas 3 mm) = \_\_\_\_\_  
 Total de muros en el entrepiso = \_\_\_\_\_  
 % de muros daño ligero = \_\_\_\_\_  
 % de muros daño medio = \_\_\_\_\_  
 % de muros daño severo = \_\_\_\_\_

### NIVEL DE DAÑO DE LA ESTRUCTURA

- Colapso total  Daño severo
- Colapso parcial  Daño medio
- Daño ligero

Otros daños:  Vidrios  Acabados  Fachadas  Bardas y pretilas  Cubos de escalera  Instalaciones



Flores L.E. (1999), “Comentarios sobre la realización de visitas para revisión estructural”, Informe Interno, Centro nacional de Prevención de Desastres, agosto de 1999, 9 pp.

Flores L.E, López O., Pacheco M.A., Reyes C. y Rivera D. (2006), “Evaluación de la vulnerabilidad de la vivienda ante sismo y viento”, Capítulo I de la “Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Evaluación de la vulnerabilidad física y social”, Serie Atlas Nacional de Riesgos, Centro Nacional de Prevención de Desastres, ISBN 970-628-906-2, noviembre de 2006, pp. 11-74.

Gobierno del Distrito Federal (GDF, 2004-a), “Reglamento de construcciones para el Distrito Federal”, Gaceta Oficial del Distrito Federal, No. 8-TER, 29 de enero, pp. 56-115.

Gobierno del Distrito Federal (GDF, 2004-b), “Normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de mampostería”, Gaceta Oficial del Distrito Federal, Tomo I, No. 103-Bis, 6 de octubre, pp. 4-53.

Gobierno del Distrito Federal (GDF, 2004-c), “Normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de concreto”, Gaceta Oficial del Distrito Federal, Tomo I, No. 103-Bis, 6 de octubre, pp. 88-194.

Gobierno del Distrito Federal (GDF, 2004-d), “Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones”, Gaceta Oficial del Distrito Federal, Tomo II, No. 103-Bis, 6 de octubre, pp. 2-10.

Gobierno del Distrito Federal (GDF, 2004-e), “Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones”, Gaceta Oficial del Distrito Federal, Tomo II, No. 103-Bis, 6 de octubre, pp. 11-39.

Gobierno del Distrito Federal (GDF, 2004-f), “Normas técnicas complementarias para diseño por sismo”, Gaceta Oficial del Distrito Federal, Tomo II, No. 103-Bis, 6 de octubre, pp. 55-77.

Gobierno del Distrito Federal (GDF, 2004-g), “Normas técnicas complementarias para el proyecto arquitectónico”, Gaceta Oficial del Distrito Federal, Tomo II, No. 103-Bis, 6 de octubre, pp. 232-300.

Jumonji T. (2001), “Norma para la evaluación del nivel de daño por sismo en estructuras y guía técnica de rehabilitación (Estructuras de concreto reforzado)”. Cuaderno de Investigación no. 37, Centro Nacional de Prevención de Desastres y Ministerio de Construcción del Japón, ISBN 970-628-598-9, diciembre de 2001, 137 pp.

Láminas y Acanalados Monterrey (2011), “Catálogo de productos, Láminas y Acanalados Monterrey, S.A. de C.V.

PAHO/OPS (1997), “Lecciones Aprendidas en América Latina de Mitigación de Desastres en Instalaciones de la Salud”, Pan American Health Organization (PAHO) y Organización Panamericana de la Salud (OPS), 1997, 116 pp.