

---

**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES**

**MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS  
PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.  
RED NACIONAL DE EVALUADORES**

(Versión Febrero de 2011)

Joel Aragón Cárdenas  
Leonardo E. Flores Corona  
Óscar A. López Bátiz

**Dirección de Investigación**  
Subdirección de Riesgos Estructurales

Febrero de 2011

---

# 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. RED NACIONAL DE EVALUADORES (RNE)	6
2.2.1. Protocolo para la conformación de la Red Nacional de Evaluadores	7
2.3. PREPARATIVOS PARA LA INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS DAÑADAS	8
<b>CAPÍTULO 3 MANUAL DEL FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL</b>	<b>11</b>
3.1. DATOS GENERALES	11
3.1.1. Datos de la visita de inspección al inmueble	11
3.1.2. Información general del inmueble	12
3.1.3. Uso del inmueble	15
3.1.3.1. Importancia de la estructura	18
3.1.3.2. Estado de ocupación del inmueble	19
3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA	19
3.2.1. Terreno y cimentación	19
3.2.1.1. Topografía	20
3.2.1.2. Tipo de suelo	22
3.2.1.3. Suelo	23
3.2.1.4. Cimentación	23
3.2.2. Características generales de la estructura	25
3.2.3. Vulnerabilidad	30
3.2.3.1. Posición en manzana (o cuadra)	30
3.2.3.2. Irregularidades en planta	31
3.2.3.3. Irregularidades en elevación	33
3.2.3.4. Otras fuentes de vulnerabilidad	37
3.2.3.5. Edificio vecino crítico	39
3.2.4. Características del sistema estructural	40
3.2.4.1. Material en muros	41
3.2.4.2. Sección de elementos predominante	43
3.2.4.3. Estructura principal vertical	45
3.2.4.4. Sistema piso / techo	51
3.2.4.5. Planos	60
3.2.5. Rehabilitación	60
3.2.5.1. Tipo	61
3.2.5.2. Técnicas empleadas	61
3.3. EVALUACIÓN DE DAÑOS	65
3.3.1. Daños generales del inmueble	65
3.3.1.1. Problemas geotécnicos	65
3.3.1.2. Daños a la estructura	68
3.3.2. Daños máximos observables	70
3.3.2.1. Tipos de daño y características	71
3.3.2.2. Sistema de piso / techo	77
3.3.2.3. Porcentaje de elementos dañados en el entrepiso crítico	79
3.3.3. Daños en otros elementos	81
3.3.3.1. Daños en elementos exteriores	82
3.3.3.2. Daños en elementos interiores	82
3.4. CROQUIS DEL INMUEBLE	84
<b>APÉNDICE A FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL</b>	<b>89</b>
<b>APÉNDICE B FORMATO EN INGLÉS</b>	<b>94</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>99</b>

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

Durante la segunda parte del siglo XX y este primer decenio del siglo XXI, con el propósito de poder responder de manera rápida, eficiente y segura después de la incidencia de un evento perturbador importante, en este caso del tipo sísmico, se han propuesto diversos procedimientos para evaluación del nivel de seguridad de las edificaciones. De manera similar a como ocurre en el caso de los reglamentos de diseño y construcción, posterior a la ocurrencia y enseñanzas que deja un sismo, los planteamientos de revisión de la seguridad de las edificaciones se ha ido modificando a partir de las primeras propuestas surgidas en la década de 1960. Aunado al estudio y revisión de edificaciones dañadas por la incidencia de sismo, considerando el estado del conocimiento surgido a partir de resultados de investigación analítica, pero sobre todo experimental en laboratorios, también se han planteado diversos procedimientos para evaluar el nivel de seguridad de las edificaciones existentes, independientemente de que no se haya presentado un evento perturbador; estos últimos procedimientos permiten determinar el nivel de vulnerabilidad que presenta una estructura ante el sismo máximo probable.

En este trabajo se consideran las diferentes propuestas de evaluación de edificaciones, tanto para edificaciones existentes, como para cuando han sido sujetas a los efectos del movimiento del terreno.

### **1.1. OBJETIVO**

Contar con un FORMATO único que se adapte a las necesidades generales de evaluación ante una contingencia. Lo que involucra la conciliación de criterios con la finalidad de enfrentar el mayor número de casos posibles que se pudieran presentar en la realidad y con personal con diferentes tipos y niveles de formación.

El presente instructivo, tiene el objetivo de ser un marco de referencia, así como una herramienta de consulta para el inspector (evaluador) encargado de realizar, en primera instancia, la recopilación de la información mínima, para que después se realice la evaluación de la seguridad de los inmuebles con un procedimiento sistematizado y uniforme.

## **CAPÍTULO 2**

### **ANTECEDENTES**

En el pasado se han desarrollado muchas propuestas, estudios, formatos de evaluación, manuales de evaluación y artículos técnicos sobre la inspección y determinación de las condiciones de seguridad estructural de edificaciones, en especial ante la ocurrencia de eventos sísmicos. Normalmente las autoridades y los grupos de profesionistas de las poblaciones que han sufrido algún desastre organizan y diseñan, adaptan o adoptan una serie de formatos o cédulas de evaluación de daños y condición de la seguridad estructural de las edificaciones. Estos datos sirven en primera instancia para catalogar las edificaciones con daño severo para ser desalojadas y prohibir o restringir su uso, y también para conformar bases de datos para la estimación de las pérdidas globales y la planeación de los recursos

Si bien existen ya muchas propuesta, manuales y las correspondientes Cédulas o Formatos de evaluación, no todas contienen toda la información necesaria siendo la mayoría de ellas demasiado breves (media página), o por el contrario, en muy pocos casos, 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.

Por su parte, en ciudades o en entidades del país, como en el Distrito Federal, se han venido preparando planes y procedimientos para reaccionar coordinadamente ante la eventual ocurrencia de algún desastre.

Existen cuestionarios muy bien diseñados, sin embargo siempre es deseable incluir cierta información adicional. Por lo tanto el CENAPRED, como institución técnica de la Secretaría de Gobernación, se dio a la tarea de coordinar el desarrollo de la parte técnica para la evaluación de la seguridad de edificaciones en el plan general en caso de ocurrencia de desastres sísmicos, “Plan Sismo”, instruido por el Ejecutivo Federal en el año 2010. Una iniciativa similar ya había sido propuesta, meses antes, por un grupo de organizaciones civiles como la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (SMIE), la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS), la Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica (SMIG), la Sociedad Mexicana de Ingenieros Municipales, entre otras, que se acercaron al CENAPRED para proponer la coordinación de las acciones de los profesionistas agremiados en dichas asociaciones.

#### **2.1. DISEÑO DEL FORMATO**

Para el diseño del FORMATO de captura de datos para la evaluación estructural se revisaron primeramente una serie de documentos, manuales y formatos varios. En especial se tomó el esquema general del trabajo de Rodríguez (1995) y de la SMIS (1998), así como los siguientes documentos y formatos:

- *Manual de Evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones*, Informe 569 del instituto de Ingeniería de la UNAM (Rodríguez y Castellón, 1995), y la versión posterior de la SMIS (1998).
- *Norma para la evaluación del nivel de daño por sismo en estructuras y guía técnica de rehabilitación*, (Jumonji, 2001), Centro Nacional de Prevención de Desastres.

- *Formato para inspección de estructuras*, Centro Nacional de Prevención de Desastres, agosto de 2007, 1 p.
- *Formato para tipología de vivienda*, (Flores y otros, 2006), Centro Nacional de Prevención de Desastres, 1 p.
- *Cuestionario sobre edificios dañados*, Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2 pp.
- *Formato para evaluación del comportamiento ante sismo de hospitales existentes. Acta Acapulco (Hospitales)*, Centro Nacional de Prevención de Desastres, 3 pp.
- *Dictamen técnico para evaluación de edificios*, Secretaría General de Obras del Departamento del Distrito Federal, 17 pp.
- *Formato de inspección de daños*, Instituto de Ingeniería de la UNAM, 1 p.
- *Forma para inspección postsísmica. Evaluación Rápida*, 1 p. y *Evaluación detallada*, 2 pp., Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de Colima A.C., 2003.
- *Evaluación de daños post sismo a la infraestructura física*, Dirección General de Protección Civil, sistema Nacional de Protección Civil, marzo de 2010, (formato 1 p., manual 11 pp.)
- *Protocolo de inspección de departamento*, Levantamiento de la Alcaldía de Ñuñoa, Santiago de Chile, 1 p.
- *Ficha de evaluación de daños*, Dirección de Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas de Chile, febrero de 2010, Santiago de Chile, 2 pp.
- *Inspección y verificación de edificaciones para conocer su respuesta estructural y su capacidad bajo acciones sísmicas*, Óscar de la Torre Rangel, 5 pp.
- *Ficha de evaluación de daños constructivos*, AIC Consultores, 2 pp.
- *Cartilla breve para refuerzo de la vivienda rural de autoconstrucción contra sismo y viento*, (Pacheco y otros, 2005), Centro Nacional de Prevención de Desastres, 23 pp.

Se decidió incluir la mayor cantidad de información en el menor espacio posible, aprovechando todas las áreas de las páginas. Una consideración en la decisión del tamaño final del FORMATO, fue la de la fácil y económica reproducción en papel. Se planteó que el tamaño adecuado sería tamaño carta (21.6×28 cm), que es el tipo de papel más usado en México y por tanto fácil de imprimir de archivo digital o fotocopiar en comercios comunes, además de resultar más manejable que el tamaño oficio; y con una extensión de una, dos o cuatro páginas, con lo cual la reproducción, usando ambas caras de la hoja, se puede hacer con dos formatos por hoja, un formato por hoja o un formato en dos hojas, respectivamente. En dado caso se podrían imprimir volúmenes importantes de la versión de cuatro páginas en hojas “doble carta” (28×43.2 cm).

La versión del FORMATO “completo” para inspección detallada o de Nivel 2 (ver sección 2.2) quedó establecida en tres páginas más una página libre con una cuadrícula de línea delgada para los croquis o esquemas del edificio, de detalles o notas adicionales.

El tamaño y estilo del texto se mantuvo sencillo y suficientemente legible considerando la posible reproducción en fotocopias de no muy buena calidad. Por lo mismo las figuras incluidas para aclarar conceptos importantes se diseñaron muy simples como esquemas con espesor de línea y textos de tamaño adecuado para reproducción en fotocopias o impresiones en blanco y negro.

Un aspecto importante del diseño del FORMATO fue mantener la recolección de datos lo más concisa posible, es decir, en vez de solicitar que el inspector anote libremente el texto descriptivo de los datos en la mayoría de los campos de dato se pide que se marque una o varias casillas, o que se anoten datos numéricos concisos (número de pisos, distancia entre columnas, etc.).

El objetivo de recabar en forma más objetiva los datos es para alimentar posteriormente una base de datos computarizada, ya sea que cada inspector al final de la jornada capture los datos en una computadora y los lleve o envíe por correo electrónico al centro de acopio de datos, o que se entreguen todas las hojas en papel y exista un grupo de capturistas que alimente el sistema de cómputo con los datos. 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 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.

En el aspecto de la automatización del FORMATO de captura de datos, se ha hecho ya una primera propuesta usando un archivo de hoja electrónica en Microsoft Excel®, como se muestra en la Figura 2.1. También se puede desarrollar el FORMATO en un manejador de base de datos como el Microsoft Access® o similar, o bien desarrollar una aplicación o programa de cómputo específicamente para la captura y mantenimiento de una base de datos en formato compatible entre diversas aplicaciones. La ventaja de realizarlo primeramente en una hoja de cálculo como la mencionada es que está tan utilizada que prácticamente cualquier computadora personal en nuestros días cuenta con el sistema operativo Windows® y los paquetes de Office® de Microsoft.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a form titled "FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL". The form is organized into several sections:

- Header:** "FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL".
- General Information:** Includes fields for "Registro no.", "Fecha", "Hora", "Duración visita", "Clave", "Nombre del evaluador", "Nombre del inmueble", "Nombre del edificio/cuerpo/área", "Calle y número", "Colonia/Barrio", "Localidad", "Delegación/Municipio", "Estado", "Referencias", "Persona contactada", "Teléfono", "Fax", "Correo electrónico", "Carga o función", and "Código Postal".
- USO (Use):** A section with multiple choice options for building types, such as "Vivienda", "Hotel", "Oficinas / Comercio", "Educación", "Social", "Industrial", "Centro Social", "Templo religioso", "Gimnasio", "Salón de baile/juego", "Cine / Teatro / Auditorio", "Estadio", "Terminal de pasajeros", "Terminal de carga", "Estacionamiento", "Aeropuerto/Puerto", "Correo / Telégrafo / Teléfono", "Radio / Televisión", "Antena transmisora", "Laboratorio de estructuras", "Fábrica", "Taller", "Bodega", "Generación eléctrica", and "De combustibles".
- TERRENO Y CIMENTACIÓN (Terrain and Foundation):** Includes options for "Topografía" (Topography) and "Tipo suelo" (Soil type), with sub-sections for "SUELO" (Soil) and "Cim. Superficial" (Surface Foundation) and "Cimentación Profunda" (Deep Foundation).
- Estructura GRUPO (Structure Group):** A section with radio button options A, B1, B2, and C.

Figura 2.1 Pantalla del archivo de hoja electrónica para captura y proceso de los datos

Finalmente, resulta preciso comentar sobre el hecho de que el formato de recopilación de evaluación, de la misma manera que el algoritmo elaborado para la realización del análisis cuantitativo de la seguridad estructural de las edificaciones, incluye la mayoría de los tipos de sistemas y materiales estructurales más comúnmente empleados en México.

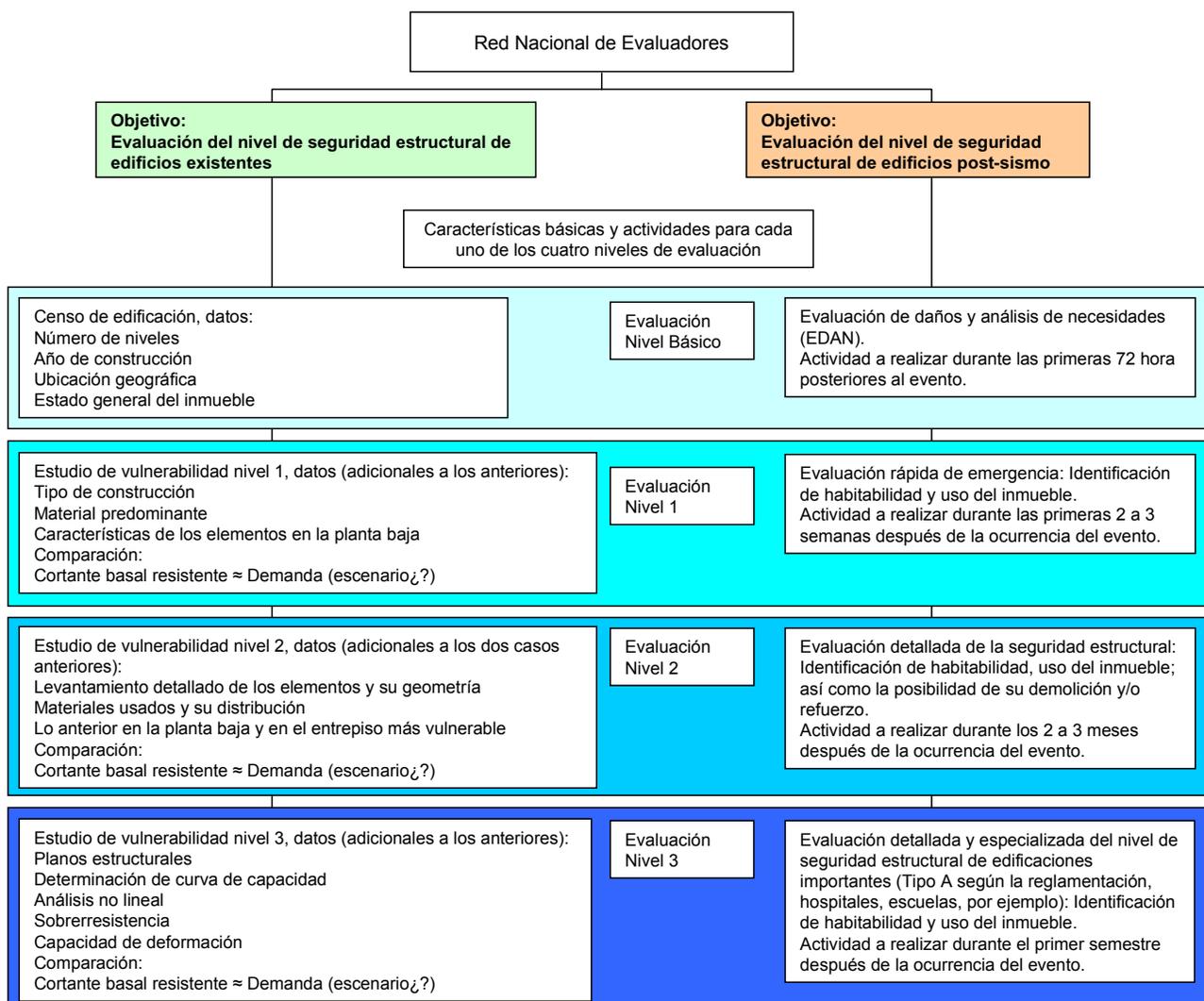
## 2.2. RED NACIONAL DE EVALUADORES (RNE)

Como parte fundamental del “Plan Sismo” se inició la creación de una base de datos de profesionistas en las ramas de ingeniería civil y arquitectura que tengan los conocimientos técnicos y que puedan incorporarse a un grupo de inspectores para ser llamados en caso de un desastre de grandes proporciones. Dichos integrantes deberán conocer a profundidad el uso y los alcances del *FORMATO de Captura de Información para Evaluación Estructural*, para lo cual se ha elaborado el presente Manual. Además, los inspectores deberán cubrir procesos de capacitación mediante cursos que se han diseñado con distinto alcance por su duración (de una o dos horas hasta 20 horas) y el nivel de inspección (Nivel 0, 1 ó 2), dependiendo de qué tan especializados se requieran los instructores, siendo función del nivel de detalle y aproximación que se requiera en la evaluación de la seguridad estructural de las edificaciones. Para estos cursos se cuenta con material gráfico en forma de presentaciones en computadora en formato Power Point® (para ser proyectadas durante el curso).

En este sentido, se ha propuesto realizar los levantamientos en uno de cuatro niveles de inspección, dependiendo de la profundidad y nivel de detalle requerido para las evaluaciones, tres Niveles numerados del 1 al 3, más un nivel adicional, que se denomina como Nivel 0 o Nivel Básico. En la Figura 2.2 se muestra el esquema de los distintos niveles de evaluación para dos objetivos básicos: 1) atención de la emergencia después de la ocurrencia de un sismo de gran magnitud y capacidad de daño, denominado como análisis post-sismo; y 2) análisis de la vulnerabilidad de edificaciones existentes ante la posible incidencia de un sismo de gran magnitud. En la Tabla 2.1 se indican los perfiles deseados para los participantes para cada Nivel.

**Tabla 2.1 Perfiles recomendados de los participantes para cada nivel de evaluación**

Nivel	Formación	Requisito	Observaciones	
			Evaluación de edificación existente	Post-sismo
Básico	Formación técnica	Sin título profesional	Se requiere de remuneración, viáticos y transporte	Colaboración honoraria
1	Profesionales de la construcción	Título profesional	Se requiere de remuneración, viáticos y transporte	Es posible la participación considerando únicamente viáticos y transporte
2	Profesionales con especialización y/o experiencia en estructuras	Título profesional y de Grado/Especialidad, o Currículo de experiencia en cálculo y diseño estructural	Se requiere de remuneración del orden de 20 \$/m <sup>2</sup> mínimo	Se requiere de remuneración del orden de 20 \$/m <sup>2</sup> mínimo
3	Especialistas reconocidos por la autoridad	Licencia vigentes de DRO, CSE y/o perito estructural. Consultores de reconocido prestigio	Se requiere de remuneración del orden de 50 \$/m <sup>2</sup> mínimo	Se requiere de remuneración del orden de 50 \$/m <sup>2</sup> mínimo



**Figura 2.2 Esquema global de respuesta técnica ante eventos perturbadores de origen natural**

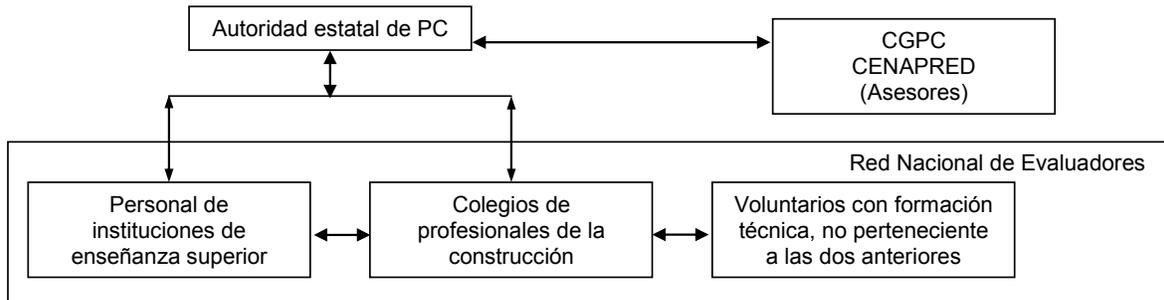
### 2.2.1. Protocolo para la conformación de la Red Nacional de Evaluadores

El procedimiento de convocatoria propuesto es el siguiente:

1. La Coordinación General de Protección Civil, por medio de un documento de invitación enviado a las instituciones de enseñanza superior y a los colegios de profesionales (ingenieros y arquitectos), enterando o conjuntamente con las direcciones locales de Protección Civil, convocará a los profesionales de la construcción a formar parte de la Red Nacional de Evaluadores (RNE), conforme a los requisitos que se establecen para cada uno de los niveles de atención del problema (ver Figura 2.2 y Tabla 2.1).
2. Una vez definidos los participantes dentro de la RNE, personal del CENAPRED llevará a cabo un curso de capacitación por localidad (Estado o región). Al término del curso se entregará el material didáctico necesario para que el curso se replique entre participantes de la RNE de otras localidades y/o municipios dentro del mismo estado. Aunque las réplicas de curso las harán los

participantes del primer curso desarrollado por el CENAPRED; el personal de la CGPC–CENAPRED estará en la disponibilidad de asesorar en el momento y temas que se requieran.

3. Ante la necesidad de identificar el nivel de seguridad estructural de las edificaciones existentes, o bien ante la incidencia de un fenómeno perturbador que genere daño y que obligue a una evaluación de la infraestructura urbana, se propone el protocolo de la Figura 2.3.



**Figura 2.3 Protocolo de respuesta ante un fenómeno perturbador**

4. Con base en la información recopilada con la cédula de levantamiento de información, la CGPC–CENAPRED ha elaborado el algoritmo y hoja de cálculo básica (Excel) para obtener el resultado de la primera aproximación sobre el nivel de seguridad estructural para los procesos o niveles de evaluación Básica y de Nivel 1. Estos procesos de evaluación (semaforización) se podrán llevar a cabo en las mismas localidades.

### 2.3. PREPARATIVOS PARA LA INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS 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 ocupantes del lugar, 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 los encargados o 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.

Los puntos a observar se resumen en el Capítulo 3 de este manual. Respecto a las medidas y al equipo del que se debe disponer permanentemente se hace mención de los siguientes:

- Contar con el personal técnico así como de apoyo (como estudiantes por ejemplo), que pueden llevar a cargo las revisiones, así como la designación del jefe de brigada o responsable (generalmente sería un miembro de la RNE) y acompañantes.
- El personal mencionado en el punto anterior deberá conocer este manual y otros documentos convenientes con anterioridad a la ocurrencia de la emergencia.
- Se deberá contar con el apoyo administrativo para la rápida designación de vehículo, viáticos y otros apoyos para poder realizar viajes ante emergencias.
- En cuanto a equipo y material, se deberá tener disponible el *FORMATO de Captura de Información para Evaluación Estructural*, con suficiente número de ejemplares (fotocopias) para cubrir la posible demanda de inspecciones en cada jornada. Normalmente cada edificación puede ser revisada en un tiempo entre media hora y dos horas, según el tamaño, complejidad y nivel de daño presentado, por lo que un número de formatos entre diez y 20 puede ser suficiente en cada jornada.
- Se deberá contar con cascos, lámparas de mano, calzado adecuado para andar sobre escombros, brújula, cintas de medir y grietómetros, así como una colección de mapas del país y planos urbanos de las principales ciudades.
- Para registrar las imágenes se requieren cámaras fotográficas digitales con buena resolución (mínimo 2 megapíxeles) y en algunos casos cámara de video.

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

- 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 Captura de Información para Evaluación Estructural* 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.
- Mudras de ropa en caso necesario.

# CAPÍTULO 3

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

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 revisión de edificaciones.

En el Anexo se incluye el FORMATO completo (en tres páginas y una más para esquemas y notas). En las figuras siguientes se muestran secciones de dicho FORMATO.

### 3.1. DATOS GENERALES

El nombre y ubicación del inmueble, entre otros datos, que servirán para registro y control de los inmuebles con daño; además de formar una base de datos georeferenciada (con la ubicación exacta en coordenadas geográficas) con la cual se puedan identificar los inmuebles estudiados.

Fecha:	Hora:	Duración visita:	Clave:
Nombre del evaluador:		Ingeniero o arquitecto: <input type="checkbox"/> Estudiante <input type="checkbox"/> Titulado; <input type="checkbox"/> Otro	
<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE</b>			
Nombre del inmueble:			
Nombre del edificio/cuerpo/área: <i>(usar un formato por cada edificio/cuerpo/área)</i>		Coordenadas: ( _____ N, _____ O, _____ msnm)	
Calle y número:			
Colonia/Barrio:			Código postal:
Localidad (pueblo/ciudad):			
Deleg./Municipio:			Estado:
Referencias: <i>(entre calles "A" y "B", un sitio notable, etc.)</i>			
Nombre de persona contactada / propietario:			Cargo o función:
Teléfono: +(    )	Fax:	Correo electrónico:	

**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.

Fecha:	Hora:	Duración visita:	Clave:
--------	-------	------------------	--------

Nombre del evaluador: \_\_\_\_\_  Ingeniero o arquitecto  Estudiante Ing/Arq.

**Figura 3.2 Datos de la visita de inspección**

**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: 27/ene/2011.

**Hora:** hora del día en que se da inicio a la inspección, deberá anotarse en formato de 24 horas, es decir después del medio día se continuará con la cuenta de 13 horas en adelante hasta las 24 horas, ejemplo 16:30 h. Este dato servirá para fines estadísticos, además de ser un indicativo de las posibles dificultades por falta de luz natural durante la tarde o noche.

**Duración visita:** tiempo empleado durante la visita al inmueble, la cual debe contabilizar aproximadamente las horas y minutos que se requirió para la inspección, separados por dos puntos. Por ejemplo: 02:30, indicará que la inspección duró 2 horas con 30 minutos. El dato servirá para fines estadísticos y será también un indicador del posible detalle con que se llevó a cabo la revisión correlacionándolo con el tamaño y complejidad del inmueble.

**Clave:** este campo es para uso interno del órgano evaluador, para los fines que a la propia institución convengan, se debe dejar vacío. La institución evaluadora será la encargada de asignar las claves correspondientes para cada inmueble.

**Nombre del evaluador:** nombre(s) y apellidos de la persona (o personas) que realiza la visita al inmueble. Adicionalmente se deberá indicar en la casilla correspondiente si el evaluador tiene formación en ingeniería civil, arquitectura, ingeniería municipal, ingeniero militar constructor o ingeniero arquitecto. 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 y la información sobre titulación, aunque jerárquicamente no sea el líder del grupo.

### 3.1.2. Información general del inmueble

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

INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE		
Nombre del inmueble:		
Nombre del edificio/cuerpo/área: <i>(usar un formato por cada edificio/cuerpo/área)</i>	Coordenadas: ( _____ N, _____ O, _____ msnm)	
Calle y número:		
Colonia/Barrio:	Código postal:	
Localidad <i>(pueblo/ciudad)</i> :		
Delegación/Municipio:	Estado:	
Referencias: <i>(entre calles "A" y "B", un sitio notable, etc.)</i>		
Persona contactada/propietario:	Cargo o función:	
Teléfono: +(     )     )	Fax:	Correo electrónico:

**Figura 3.3 Información general del inmueble**

**Nombre del inmueble:** Denominación ya sea un edificio o un grupo de edificios en cuyo predio se ubica la edificación a evaluar; esto debido a que en muchas ocasiones bajo un mismo nombre se identifica un conjunto de estructuras que pertenecen al mismo organismo o institución. Por ejemplo: con el nombre de “Escuela Secundaria No. 111” se pueden agrupar varios edificios de aulas, algún gimnasio o cafetería, además de áreas verdes y patios.

**Nombre del edificio / cuerpo / área:** Nombre particular que identifica a la estructura específica a evaluar, para el caso de inmuebles de gran tamaño que estén divididos en varios cuerpos, o algún conjunto de edificios agrupados bajo un mismo nombre. Se deberá emplear un FORMATO de inspección para cada una de las edificaciones que conformen un inmueble. Los nombres deben ser sencillos y claros, además de que deben ayudar a una correcta y rápida identificación del edificio, cuerpo o área inspeccionada dentro del conjunto que conforma el inmueble. Por ejemplo, un edificio puede estar dividido en varios cuerpos (cuerpo A, B, C, etc.) o contar con varias edificaciones dentro de un mismo conjunto (Oficinas generales, Anexo, Bodegas, Gimnasio, etc.).

**Calle y número:** nombre completo de la calle donde se ubica el acceso principal del inmueble, 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.

**Coordenadas:** ubicación del inmueble 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 los edificios y sus diferentes niveles de vulnerabilidad e introducirlos así en una base de datos georeferenciada para uso general.

**Colonia/barrio:** anotar el nombre completo de la colonia, barrio o alguna referencia equivalente en donde se ubica el inmueble a evaluar. En algunas ciudades se maneja el término súper-manzana.

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

**Localidad (pueblo / ciudad):** nombre completo de la ciudad, poblado, villa, comunidad o congregación en que se encuentra el inmueble.

**Delegación / municipio:** anotar el nombre completo del municipio o la delegación en que se ubicada el inmueble a inspeccionar. En el caso del Distrito Federal corresponde anotar el nombre de la delegación política correspondiente.

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

**Referencias:** en este espacio se dará información adicional para la fácil ubicación del inmueble, una primera sugerencia es anotar el nombre de las calles entre las que se encuentra ubicado el edificio 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>”.

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

**Cargo:** se deberá anotar el puesto o cargo de la persona que recibe al evaluador, en su defecto relación que guarda con el propietario. En algunos casos se tendrá al dueño o algún familiar, en otros será el director, administrador, jefe de mantenimiento, intendente, representante de vecinos, etc.

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

**Correo electrónico:** dirección de correo electrónico del contacto para su posterior localización en caso de requerirse información adicional o una visita a futuro.

### 3.1.3. Uso del inmueble

Indicar el o los usos a que esté dedicado el inmueble (o la edificación correspondiente) en inspección. En caso de que el inmueble tenga varios usos se deben de anotar los porcentajes estimados de cada uno de ellos en el cuadro correspondiente; la suma de estos porcentajes debe ser igual a 100 %.

USO		(Anotar % de área para cada uso, debe sumar 100%)	
<b>1- Habitacional</b> <input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Dormitorio	<b>3- Educativo</b> <input type="checkbox"/> Preescolar <input type="checkbox"/> Primaria <input type="checkbox"/> Secundaria <input type="checkbox"/> Superior <input type="checkbox"/> Biblioteca <input type="checkbox"/> Museo	<b>5- Reunión</b> <input type="checkbox"/> Centro social <input type="checkbox"/> Templo religioso <input type="checkbox"/> Gimnasio <input type="checkbox"/> Salón baile/juego <input type="checkbox"/> Cine/Teatro/Auditorio <input type="checkbox"/> Estadio	<b>7- Comunicaciones y transportes</b> <input type="checkbox"/> Terminal de pasajeros <input type="checkbox"/> Terminal de carga <input type="checkbox"/> Estacionamiento <input type="checkbox"/> Aeropuerto/Puerto <input type="checkbox"/> Correo / Telégrafo / Teléfono <input type="checkbox"/> Radio / Televisión <input type="checkbox"/> Antena transmisora
<b>2- Oficinas / Comercio</b> <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Tienda <input type="checkbox"/> Mercado <input type="checkbox"/> Restaurante	<b>4- Salud / Social</b> <input type="checkbox"/> Hospital <input type="checkbox"/> Clínica <input type="checkbox"/> Asilo <input type="checkbox"/> Estancia infantil	<b>6- Industrial</b> <input type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Taller <input type="checkbox"/> Bodega <input type="checkbox"/> Generac. eléctrica <input type="checkbox"/> De combustibles	<b>Estructura GRUPO:</b> <input type="radio"/> A <input type="radio"/> B1 <input type="radio"/> B2 <input type="radio"/> C
<b>Ocupación:</b> <input type="checkbox"/> Habitada/en uso <input type="checkbox"/> Abandonada/desocupada <input type="checkbox"/> Desalojada por daños			Otro <input type="checkbox"/> _____ Número de ocupantes o capacidad de personas: _____

Figura 3.4 Uso del inmueble

Estos porcentajes deberán ser ponderados por la persona que realiza la visita, por ejemplo se podría presentar el caso de un edificio de departamentos de 5 niveles el cual en planta baja cuenta con locales comerciales: se podrá anotar en el apartado correspondiente a vivienda 80% y en el correspondiente a oficinas / comercio en tienda el restante 20%. Una forma fácil de estimar estos porcentajes es poner una fracción, por ejemplo, si se usa uno de cinco niveles para estacionamiento entonces se puede anotar 1/5, o si se usan tres niveles para comercio en un edificio mayormente de oficinas y de siete pisos de altura se puede anotar 3/7 en “comercio” y 4/7 en “oficinas”.

Los usos presentados en el FORMATO se han ordenado en siete grandes grupos, los cuales se muestran a continuación, indicando para cada subgrupo algunos de los tipos de inmuebles más comunes que pueden estar incluidos en cada uno de ellos. Se deja un caso general anotado como **otro** pero se recomienda sólo usarse en caso muy especial que no se ajuste a ninguno de los incluidos.

Se recomienda que en el nombre del inmueble se incluya información que permita identificar en caso necesario el uso más detallado, por ejemplo: “Escuela Secundaria Técnica 123”, “Museo de Historia del Estado”, “Presidencia Municipal”, “Estadio de Béisbol Fulano”, “Hospital de Especialidades Dr. Fulano”, etc.

#### 1.- Habitacional

Estructuras para albergar personas donde hacen sus actividades cotidianas y de convivencia familiar y lugares donde esta población pernocta.

*Vivienda:* casa habitación, vivienda unifamiliar. En caso de conjunto habitacional horizontal, si cada vivienda posee una estructura separada de las demás, debe clasificarse en este campo.

<i>Multifamiliar:</i>	edificio de departamentos, condominio, privada o vecindad. Se clasifica en este punto si dos o más viviendas comparten la misma estructura (edificio, muro común, etc).
<i>Hotel</i>	hotel, motel, hostelería, casa de huéspedes, etc.
<i>Dormitorio:</i>	todo tipo de edificación para albergue y pernocta de personas incluyendo barracas de cuarteles, conventos, reclusorios, etc.

## 2.- Oficinas / Comercio

Edificaciones destinadas a uso comercial, donde se cuente con el tipo de cargas debidas a mobiliario de oficina o disposición de productos para venta al público.

<i>Oficinas:</i>	oficina, despacho, banco, casa de cambio. En general se debe identificar aquí los edificios para uso de personas y con mobiliario de oficina como escritorios, sillas, archiveros, libreros, etc.
<i>Tienda:</i>	tienda de productos básicos (abarrotes, recaudería, mini súper, miscelánea, etc.) y de especialidades (farmacia, ferretería, vidriería, etc.), tienda de autoservicio, tienda departamental, centro comercial, local de servicios (tintorería, lavandería, sala de belleza, estudio fotográfico, etc.).
<i>Mercado:</i>	mercado popular, central de abastos.
<i>Restaurantes:</i>	restaurante, cafetería, fonda, bar, cantina. Edificio dedicado exclusivamente a preparar y servir alimentos. Los casos en que se disponga de un área de comedor de pequeña dimensión comparada con el resto del inmueble se pueden considerar incluidas en el mismo y no anotarse en este campo. Ejemplo: un convento se clasificaría en Habitacional/dormitorio, aunque tenga área de comedor.

## 3.- Educativo

Edificaciones para la reunión en aulas de grupos de personas de diferentes edades según el nivel.

<i>Preescolar:</i>	jardín de niños (kínder garden) o escuela preescolar, centros de educación especial para niños de seis años o menos.
<i>Primaria:</i>	escuela primaria, colegio o liceo de nivel básico.
<i>Secundaria:</i>	escuela secundaria, escuela secundaria técnica, telesecundaria, colegio de nivel medio básico.
<i>Superior:</i>	abarca todo tipo de edificación para enseñanza a nivel medio superior (bachillerato), profesional, posgrado y de educación para profesionistas o para adultos. En México los bachilleratos se estudian en: Preparatoria, Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), Colegio de Bachilleres, Vocacional; Otros estudios: Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP), escuelas técnicas, escuelas normales, facultades y escuela superior, instituto técnico, universidad. También se incluyen academias de todo tipo como escuelas de computación, de idiomas, de actividades productivas (cocina, mecánica automotriz, electricidad y electrónica, estética, etc.). En el caso de centro de investigación se considerarán si cuentan con aulas para grupos de alumnos.
<i>Biblioteca:</i>	biblioteca, archivo de documentos de interes nacional, acervo bibliográfico o hemerográfico.
<i>Museo:</i>	museo, sala de exposiciones, galería de arte.

#### 4.- Salud/social

Edificaciones del sector salud o instituciones para asistencia social con alojamiento de personas con dificultades para su movilidad en caso de una evacuación (enfermos, ancianos, bebés o niños pequeños).

<i>Hospital:</i>	hospital de urgencias, de especialidades, general y centro médico. En general edificaciones en los que se internan y alojan enfermos en cama y que cuenta con salas de espera, consultorios, laboratorios y quirófanos.
<i>Clínica:</i>	centros de salud, clínicas de urgencias, clínicas en general, laboratorios dentales, de análisis clínicos y radiografías, consultorios. En general edificaciones en los que no se tiene la pernocta de los enfermos.
<i>Asilo:</i>	asilos de anciano, orfanatos y otras instituciones de asistencia.
<i>Estancia Infantil:</i>	casas cuna, guarderías, centros de desarrollo integral para niños, estancias infantiles.

#### 5.- Reunión

Estructuras destinadas a reunir grandes concentraciones de personas (200 personas o más) para eventos de duración específica (eventos o espectáculos).

<i>Centro social:</i>	centros de convenciones, centros culturales, centros sociales, centros comunitarios, clubes sociales, asociaciones civiles.
<i>Templo religioso:</i>	Iglesias, templos, sinagogas, mezquitas y otros edificios de culto.
<i>Gimnasio:</i>	salones de pesas, spa, albercas, canchas deportivas, centros deportivos, clubes deportivos.
<i>Salón de baile / juego:</i>	centros nocturnos, discotecas, casinos, salones de fiestas y banquetes, billares, boliches, salones de juegos electrónicos y de mesa.
<i>Cine / teatro / auditorio:</i>	además de los indicados, salas de concierto y salones de eventos masivos.
<i>Estadio:</i>	estadios deportivos, palenques, plazas taurinas, lienzos charros, hipódromos, velódromos, autódromos y todo tipo de estructuras con gradas para la concentración de personas.

#### 6.- Industrial

<i>Fábrica:</i>	fábricas, naves industriales de cualquier tipo.
<i>Taller:</i>	agencias y talleres de reparación automotriz, llanteras, talleres de reparación de electrodomésticos, talleres de reparación de maquinaria.
<i>Bodega:</i>	bodegas de tipo industrial o comercial.
<i>Generación eléctrica:</i>	plantas generadoras de electricidad, estaciones y subestaciones eléctricas, torres de alta tensión.
<i>De combustibles:</i>	gasolineras, estaciones de gas carburante, estaciones de combustible en general.

#### 7.- Comunicaciones y transportes

<i>Terminal de pasajeros:</i>	terminales de autotransporte urbano y foráneo, estaciones de metro, metrobús, paraderos de transporte terrestre en general.
-------------------------------	---

<i>Terminal de carga:</i>	terminales de autotransportes de carga, terminal ferroviaria de carga, patios de contenedores, zonas de carga y descarga en puertos y aeropuertos.
<i>Estacionamiento:</i>	rampas, edificios y sótanos de estacionamientos. Esencialmente se refiere a entresijos dentro de edificios con almacenamiento y circulación de automóviles. No se deben considerar los espacios al aire libre sobre el terreno.
<i>Puerto / Aeropuerto:</i>	torre de mando, faro, muelles, terminales aéreas, torres de control, helipuertos.
<i>Correo / Telégrafo / Teléfono:</i>	agencia de correos, teléfono o telégrafo, centrales telefónicas y de correos. En este rubro se incluirán las edificaciones que contienen equipo e instalaciones de telecomunicación.
<i>Radio / Televisión:</i>	estaciones de radio, televisión, estudios cinematográficos.
<i>Antena transmisora:</i>	antenas de transmisión de radio, teléfono, televisión, estaciones repetidoras de comunicación telefónica móvil.

**Otro:** en este rubro se incluirán a todos aquellos distintos de los anteriores, o que se tenga duda de su clasificación, estructuras especiales.

### 3.1.3.1. **Importancia de la estructura**

Grupo al que pertenece el inmueble según la clasificación de la importancia de las edificaciones. Esta clasificación puede hacerse posteriormente a la evaluación en el lugar, partiendo de la información recabada.

La referencia es la clasificación que se hace en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (GDF, 2004-a), el cual es congruente con el Manual de Diseño Sísmico de Edificios para Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). De acuerdo con estos documentos existen los siguientes grupos:



**Figura 3.5 Grupo de importancia de la estructura**

**Grupo A:** edificaciones cuya falla estructural podría constituir un peligro significativo por contener sustancia tóxicas o explosivas, así como edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana como: hospitales, terminales de transporte, estaciones de bomberos, centrales eléctricas y de telecomunicaciones, estadios, depósitos de sustancias flamables o tóxicas, museos y edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia. En este mismo rubro se incluirían las edificaciones de los centros escolares debido a la importancia social de sus ocupantes; así mismo, se considerarán a los edificios públicos que alberguen a las autoridades responsables de la atención de una emergencia, independientemente del tipo de la misma, y edificaciones que estén consideradas para su uso como albergue durante la ocurrencia de una emergencia.

**Grupo B:** edificaciones comunes destinadas a viviendas, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales no incluidas en el grupo A, las que se subdividen en:

**Grupo B1:** edificaciones de más de 30 m de altura o con más de 6000 m<sup>2</sup> de área total construida, ubicadas en las zonas de lomas o de transición y construcciones de más de 15 m de altura o más de 3000 m<sup>2</sup> de área total construida en zona de lago; en ambos casos las áreas se refieren a un solo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo, como accesos y escaleras, incluyendo las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras de emergencia, por ejemplo. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje.

En esta misma clasificación se incluirían a edificios que tengan locales de reunión que pueden alojar más de 200 personas, templos, salas de espectáculos, así como anuncios autosoportados, anuncios de azotea y estaciones repetidoras de comunicación celular y/o inalámbrica.

**Grupo B2:** Las demás de este grupo.

**Grupo C:** estructuras temporales.

### 3.1.3.2. Estado de ocupación del inmueble

Estatus de ocupación del inmueble, se debe distinguir entre tres diferentes estados:

<b>Ocupación:</b> <input type="checkbox"/> Habitada/en uso <input type="checkbox"/> Abandonada/desocupada <input type="checkbox"/> Desalojada por daños	Número de ocupantes o capacidad de personas: _____
---	---

**Figura 3.6 Ocupación del inmueble**

**Habitada / en uso:** cuando la estructura esté en plena ocupación y funcionando con normalidad.

**Abandonada / desocupada:** cuando el inmueble no se haya usado en mucho tiempo por causas ajenas al evento reciente (en caso de revisión debido a un desastre).

**Desalojada por daños:** cuando el inmueble haya sido puesto fuera de servicio por causa del evento antrópico o desastre natural reciente por el cual se realiza la inspección. Puede haber sido desalojada temporalmente para ser evaluada aunque no se manifiesten daños notorios.

Además, se debe de indicar el número de personas que normalmente utilizan el inmueble o la capacidad del mismo, sin importar si está en uso o desocupado.

## 3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

### 3.2.1. Terreno y cimentación

En esta sección se incluyen los datos fundamentales del terreno en donde se ubica el inmueble, tanto en sus características topográficas como de una breve descripción del tipo de suelo, así como el tipo de cimentación utilizado.

TERRENO Y CIMENTACIÓN				
<b>Topografía</b> <input type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Ladera de cerro <input type="checkbox"/> Rivera río/lago <input type="checkbox"/> Fondo de valle <input type="checkbox"/> Depósitos lacustres <input type="checkbox"/> Costa	<b>Tipo suelo</b> <input type="checkbox"/> Arcilla muy blanda <input type="checkbox"/> Limos o arcillas <input type="checkbox"/> Granular suelto <input type="checkbox"/> Granular compacto <input type="checkbox"/> Roca	<b>SUELO</b> <input type="radio"/> Blando <input type="radio"/> Transición <input type="radio"/> Firme	<b>Cim. Superficial</b> <input type="checkbox"/> Zapatas aisladas <input type="checkbox"/> Zapatas corridas <input type="checkbox"/> Cimiento de piedra <input type="checkbox"/> Losa <input type="checkbox"/> Cajón	<b>Cimentación Profunda</b> <input type="checkbox"/> Pilotes / pilas <input type="checkbox"/> Otro
Nivel freático: _____ m    Pendiente del terreno: _____ %    Distancia a río / lago / mar: _____ m				

**Figura 3.7 Información de terreno y cimentación**

### 3.2.1.1. Topografía

De acuerdo a las características que se presenten en los alrededores inmediatos del inmueble 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 ñas 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 3.8:

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

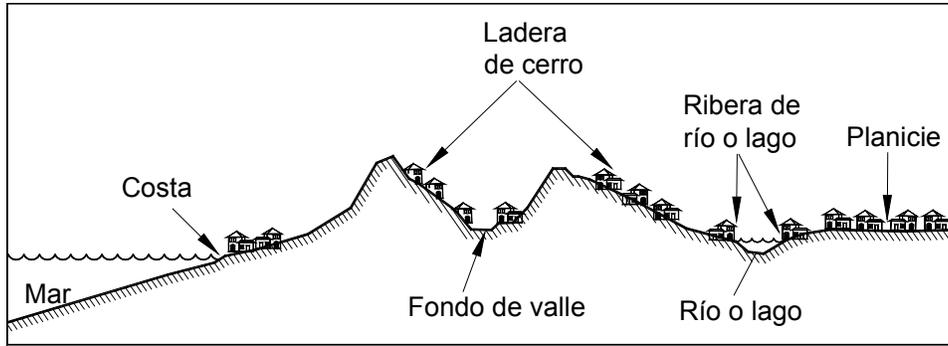
**Ladera de cerro:** Declive lateral de un cerro, monte o montaña, cuya pendiente deberá anotarse en porcentaje en el campo correspondiente.

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

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

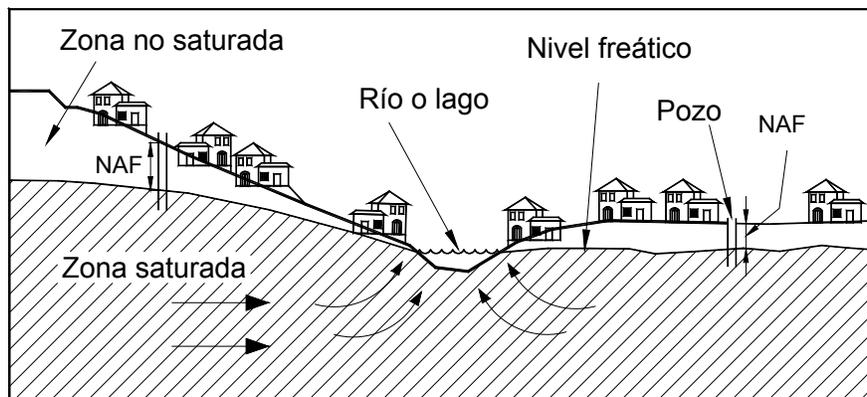
**Depósitos lacustres:** terreno llano formado por la desecación ya sea natural o el relleno de material sólido transportado y depositado por ríos a cuerpos de agua interiores; lechos secos de antiguos ríos y lagos.

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



**Figura 3.8 Topografía**

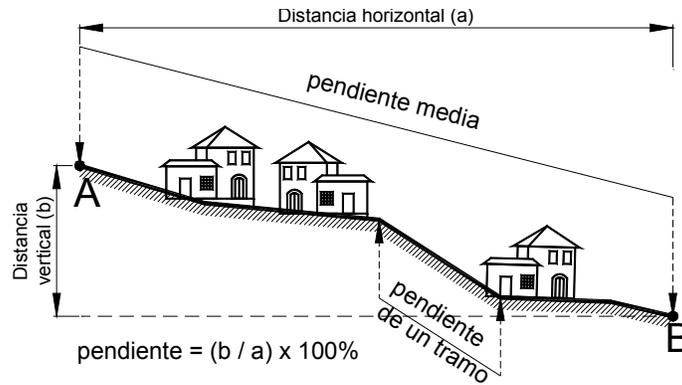
**Nivel freático:** profundidad del nivel en el subsuelo a partir del cual los materiales se encuentran saturados de agua. El nivel de aguas freáticas (NAF) se puede determinar localmente en un pozo o sondeo midiendo la profundidad desde el terreno hasta de la superficie de agua en reposo. Este nivel no necesariamente es horizontal ya que puede existir un lento flujo de agua que atraviesa los suelos de diferente permeabilidad (ver Figura 3.9).



**Figura 3.9 Nivel freático**

La **pendiente del terreno** indica la inclinación del terreno respecto al plano horizontal y se calcula como la distancia vertical entre dos puntos del terreno dividida entre la distancia horizontal que los separa, y se multiplica por 100 para representarla en porcentaje. Tomando por ejemplo la Figura 3.10, si desde el punto A sobre el terreno se ha descendido 13 m para llegar al punto B, separados horizontalmente una distancia de 50 m, entonces la pendiente media del terreno,  $m$ , se obtiene como:

$$m = (a/b) \times 100\% = (13/50) \times 100 = 26 \%$$



**Figura 3.10** Pendiente del terreno

### 3.2.1.2. Tipo de suelo

Clasificación del suelo sobre el que se desplanta el inmueble a evaluar, partiendo de los materiales de que esté conformado puede estar dentro de los cinco tipos que a continuación se enlistan.

**Arcilla muy blanda:** suelos finos no consolidados formados por el depósito de los materiales producto del desgaste y descomposición de los minerales de rocas y que son transportados por los ríos o el viento (son agregados de silicatos de aluminio hidratados). Algunos depósitos de arcillas con gran contenido de agua presentan grandes deformaciones por el proceso de consolidación bajo cargas sostenidas.

**Limos o arcillas:** suelo fino conformado por material con tamaño de partículas menores que la arena fina (0.074 mm); es un sedimento formado por diferentes materiales, transportado en suspensión por los ríos y/o por el viento. Descripciones coloquiales de este tipo de material son el lodo, barro, restos vegetales, polvo de rocas, entre otros.

**Granular suelto:** suelo de tamaño grueso desde 0.074 mm hasta 6 cm, formados por arenas y gravas sueltas sin consolidar, siendo la fricción la única fuerza de interacción entre ellas.

**Granular compacto:** suelos de tamaño grueso, arenas y gravas, compactadas ya sea de forma natural o por la acción del hombre.

**Roca:** estrato de suelo duro formado por mezclas heterogéneas de minerales y otros materiales, y que son resultado de diversos procesos geológicos. En estos casos se identifica la roca que sobresale del suelo (“aflora”) o bien en cortes hechos al terreno.

La identificación del tipo de suelo puede ser difícil si no se cuenta con la experiencia, así como la posibilidad de observar cortes o excavaciones, o de obtener información documental de estudios de suelos en el sitio del inmueble. Dada la descripción de las condiciones del subsuelo se puede clasificar en algunos de los tres tipos básicos de terreno. En el caso de poblaciones con reglamento de construcción o estudios de zonificación geotécnica, se puede identificar en mapas el tipo de terreno.

**3.2.1.3. Suelo**

En este recuadro se resume la consistencia del suelo sobre el que se desplanta el inmueble. Esta clasificación es de especial importancia para la determinación de las acciones sísmicas en la estructura y se maneja en reglamentos de construcción y manuales como son el del D.F. o el de CFE. Se debe marcar una de las tres opciones siguientes, dependiendo del suelo predominante:

**Suelo blando:** grandes depósitos de suelos compresibles o sueltos cuyo espesor puede ser superior a 50 m. Se puede considerar como tal al que tiene un número de golpes menor a 15 en la prueba de penetración estándar.

**Suelo de transición:** en el que los depósitos de terreno firme se encuentran a 20 m de profundidad, o menos. Número de golpes menor entre 15 y 50 en la prueba de penetración estándar.

**Suelo firme:** formado por rocas o suelos muy compactados. Pueden existir oquedades en roca, cavernas o túneles excavados. Número de golpes mayor que 50 en la prueba de penetración estándar o presencia de roca.

**3.2.1.4. Cimentación**

<p><b>SUELO</b></p> <p><input type="radio"/> Blando</p> <p><input type="radio"/> Transición</p> <p><input type="radio"/> Firme</p>	<p><b>Cim. Superficial</b></p> <p><input type="checkbox"/> Zapatas aisladas</p> <p><input type="checkbox"/> Zapatas corridas</p> <p><input type="checkbox"/> Cimiento de piedra</p> <p><input type="checkbox"/> Losa</p> <p><input type="checkbox"/> Cajón</p>	<p><b>Cimentación Profunda</b></p> <p><input type="checkbox"/> Pilotes / pilas</p> <p>_____</p> <p><input type="checkbox"/> Otro</p> <p>_____</p>
--	--	---

**Figura 3.11 a) Tipos de suelo y b) Cimentación**

Se deberá de especificar el tipo de cimentación sobre la cual se desplanta el edificio. Dentro del FORMATO los tipos de cimentación se encuentran clasificados en dos grandes grupos: cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas.

**Cimentaciones superficiales**

Aquellas cuya profundidad de desplante es relativamente pequeña, en proporción con el ancho de la base de apoyo (losa o zapata), se les puede considerar como tal cuando la profundidad de desplante es menor o igual al ancho de la base o zapata (Peck y otros, 1988); generalmente se halla entre 0.5 y 4 m de profundidad; entre éstas cuales se consideran los siguientes casos:

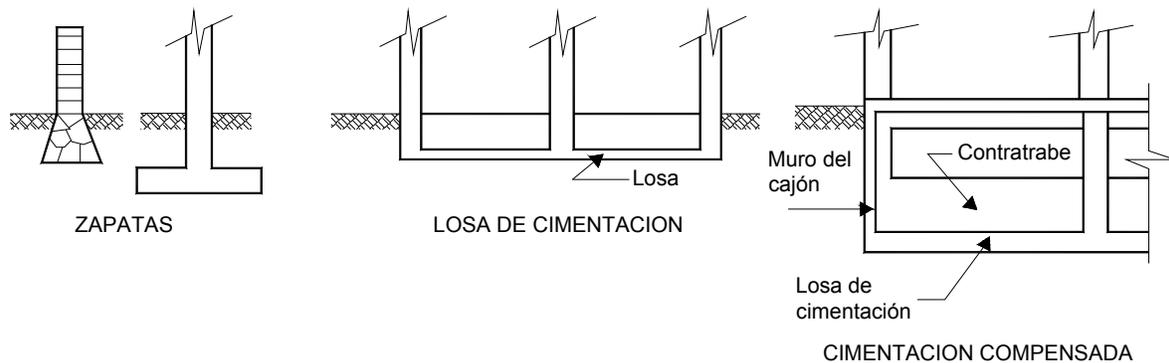
**Zapatas aisladas:** es una losa de concreto sobre la que se apoya una sola columna, consisten en una ampliación de la base de la columna para distribuir de manera adecuada los esfuerzos que se transmiten al suelo.

**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; se emplea comúnmente en vivienda. Este tipo de cimentación puede presentar la configuración de zapata corrida, pero se deberá clasificar como cimientos de piedra.

**Losa:** 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.

**Cajón,** cimentación constituida por cajones de concreto sobre los que se apoya la estructura. En algunos casos se identifica si la edificación cuenta con sótano para diversos usos (almacenaje, maquinaria, estacionamiento). El concepto de transmisión de carga de la estructura hacia el suelo de sustento es similar a la losa de cimentación, con la diferencia de que los niveles de esfuerzos transmitidos al suelo son menores por la eliminación de parte del peso del mismo suelo que fue removido para la construcción del cajón, por este motivo se le denomina cimentación compensada (cuando el peso del suelo removido es igual al peso total del edificio) o parcialmente compensada (cuando el peso del suelo removido es menor que el peso total del edificio).



**Figura 3.12 Cimentaciones superficiales**

### Cimentaciones profundas

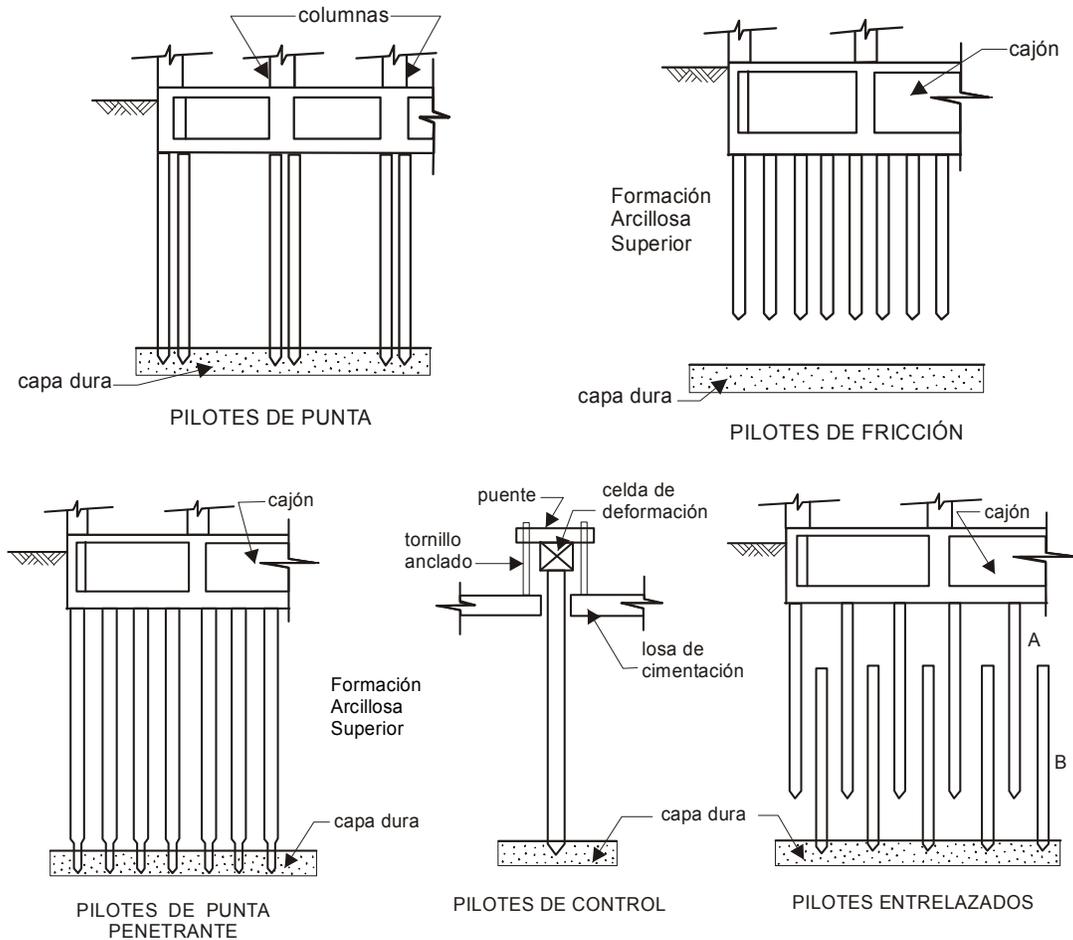
Aquellas cuya profundidad de desplante permite alcanzar capas resistentes profundas o distribuir la carga a lo largo del perímetro de la cimentación; y se pueden tomar como tales a aquellas en que la profundidad de desplante es igual o mayor que cuatro veces el ancho del elemento de apoyo (Peck y otros, 1988); por lo general están constituidas por pilas o pilotes de cimentación.

**Pilotes y pilas:** los pilotes son elementos esbeltos y alargados que trabajan esencialmente bajo carga axial transmitiendo el peso de la estructura a las capas inferiores del subsuelo; pueden ser de madera, acero o concreto (los de concreto por lo general son prefabricados) y se introducen en el terreno mediante impactos con un martillete o por vibración.

La diferencia con las pilas radica en su tamaño, así se puede considerar como pilote al elemento con sección de 60 cm o menor. Por su parte las pilas son elementos de mayor sección que los pilotes, con su sección transversal de dimensiones mayores a un metro. En general son fabricadas con concreto reforzado colado directamente en la perforación. Una variante de la cimentación profunda son los cilindros de concreto que son elementos de grandes dimensiones que se van construyendo como sección tubular hueca mientras se excava al centro para que se vayan hundiendo en el terreno. Éstos últimos pueden tener secciones de tres hasta 15 m o más de diámetro.

Además de indicar si la cimentación consiste de pilas o pilotes, se debe aclarar en el espacio correspondiente si la cimentación transmite la carga hasta su extremo, apoyado en un estrato duro

(pilote de punta) o si la transmisión de la carga es al terreno de alrededor, lo que se conoce como pilote de fricción. Algunos datos adicionales se pueden anotar, por ejemplo si fueron fabricados in situ o son prefabricados, o si son pilotes de control (ajustables).



**Figura 3.13 Cimentaciones profundas**

De ser el caso, se marcará en el espacio **Otro** cualquier tipo de cimentación no contemplado en los anteriores. Se deberá aclarar en el espacio indicado en que consiste la cimentación.

### 3.2.2. Características generales de la estructura

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

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA		
No. de niveles, n = _____	Año de construcción: _____	Área del terreno: _____ m <sup>2</sup>
No. de sótanos: _____	Año rehabilitación: _____	Recarga acuíferos: _____ %
<input type="checkbox"/> Apéndices en azotea (escaleras / elevador / cuarto azotea)		Área de la planta tipo: _____ m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Mezanine (losa intermedia que no cubre toda la planta)		
<input type="checkbox"/> Piso a media altura (de los entresijos tipo)		
<input type="checkbox"/> Escalera externa		
<input type="checkbox"/> Semisótano (primer sótano a medio nivel de calle)		
<b>Instalaciones</b>		<b>Dimensiones Generales:</b>
<input type="checkbox"/> Elevador	<input type="checkbox"/> Eléctrica	X = Frente: _____ m
<input type="checkbox"/> Agua potable	<input type="checkbox"/> Alcantarillado	Y = Fondo: _____ m
<input type="checkbox"/> Gas	<input type="checkbox"/> Otra: _____	Altura Planta baja: _____ m
		Altura entresijos: _____ m
		No. cajones estacionamiento: _____
		No. elevadores: _____
		No. escaleras independientes: _____

**PLANTA**

**ELEVACIÓN**

**Figura 3.14 Características generales de la estructura**

**Número de niveles:** número de pisos del inmueble 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 (ver la descripción de éstos más abajo).

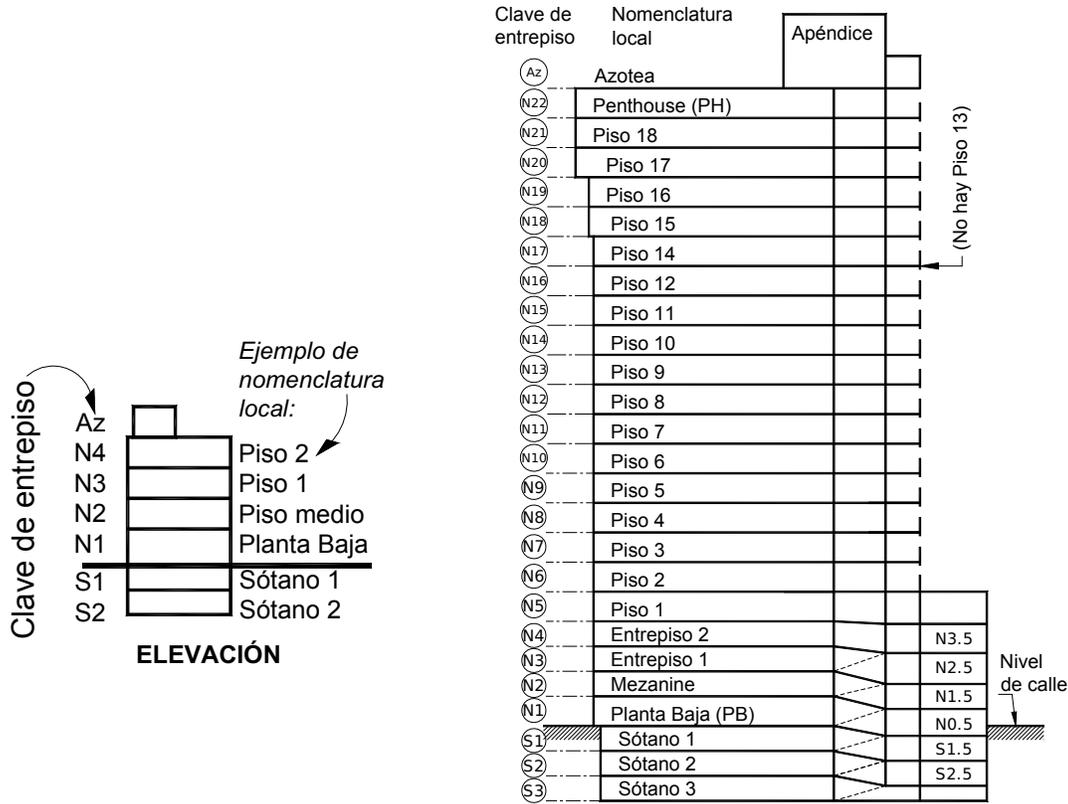
Se asignará una **clave de entresijo** para facilitar la identificación de cada uno de los niveles del edificio, identificando el “nombre local” al que corresponde, dado que es común que en cada caso se tenga una nomenclatura particular de los entresijos. Por ejemplo, en un cierto edificio los nombres pueden ser: “Planta Baja”, “Mezanine”, “Entresijo 1”, “Entresijo 2”, y luego “Primer Piso”, “Segundo Piso”,..., “Penthouse”, etc. y en muchas ocasiones se omite el piso 13. La nomenclatura será N1, N2, N3,... hacia arriba y S1, S2,... hacia abajo en los sótanos. En este caso para la planta baja la clave de entresijo será N1, para el mezanine N2 y así sucesivamente para los niveles superiores, hasta llegar a la azotea donde de, existir alguna estructura, se le asignará la clave Az. Dentro del FORMATO se encuentra una figura explicativa a este respecto (ver Figura 3.15), en la cual se muestran las claves de entresijo que se le dará a cada nivel y nomenclatura local utilizada generalmente por los usuarios del inmueble.

**Número de sótanos:** número de niveles del inmueble contados a partir del nivel de calle hacia abajo. La clave de entresijo para estos se asignará según corresponda como S1 a el nivel inmediato inferior a la planta baja, S2 a el sótano por debajo del anterior y así sucesivamente (ver Figura 3.15).

**Año de construcción:** año en que fue construido el inmueble, este dato es requerido para conocer, además de la edad del inmueble, algunas de las características de diseño del mismo por su asociación con el reglamento de construcción vigente.

**Año rehabilitación:** año de la última rehabilitación mayor a que se hubiera sometido el inmueble, entendiéndose por rehabilitación a alguna acción de reparación, refuerzo o reestructuración, que se detallarán mas adelante en el FORMATO.

Además, deben señalarse como parte de las características de la estructura la presencia de alguna de las siguientes condiciones, marcando en la casilla correspondiente, se mencionan cinco casos especiales:

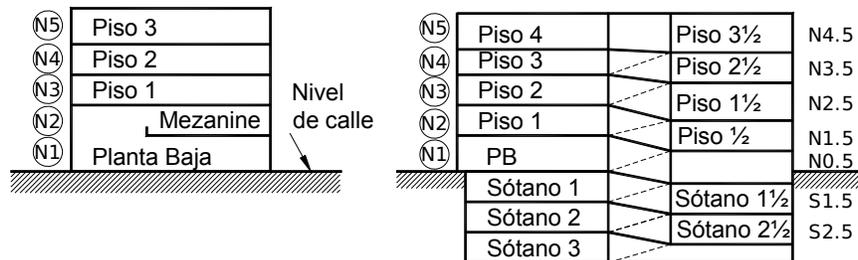


**Figura 3.15 Clave de entrespiso y de nivel**  
 a) Esquema simplificado en el FORMATO, b) Ejemplo de un caso real

**Apéndices en azotea:** Es una estructura de menores dimensiones que las plantas tipo y generalmente estructurados en forma diferente que el resto del edificio. Ejemplos de estos son el cuarto de máquinas de elevadores, cubo de elevador, cubo de escaleras que llega a la azotea, algún o algunos cuartos de azotea, estructura para tanques de agua, etc.

**Mezanine:** se refiere a la existencia de algún nivel intermedio cuya losa no cubra toda la planta del edificio, comúnmente se les encuentra en el nivel inmediato superior a la planta baja, pero pudiera ocurrir que existiera alguno o varios en niveles superiores (ver Figura 3.16).

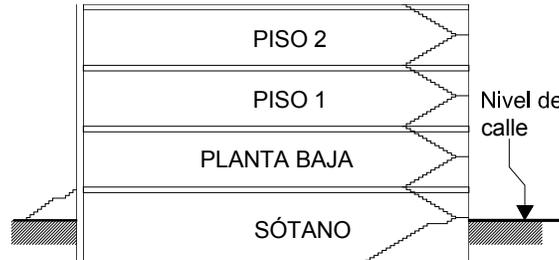
**Piso a media altura:** es el caso de que existan entrespisos cuya losa no coincida con la altura de las losas predominantes, ubicándose aproximadamente a media altura entre dos losas del resto del edificio, ver Figura 3.16. Si el desnivel no es muy significativo (menos de 1 m) no se debe marcar como este caso.



**Figura 3.16 a) Mezanine, b) Pisos a media altura y su nomenclatura**

**Escalera externa:** Cuando la escalera principal o una adicional estén construidas en la parte exterior del edificio con su propia estructura independiente o ligada a la del inmueble, como en el caso de escaleras de emergencia.

**Semisótano:** cuando el primer nivel de sótano se halle a media altura del entrepiso promedio respecto al nivel de calle (ver Figura 3.17).



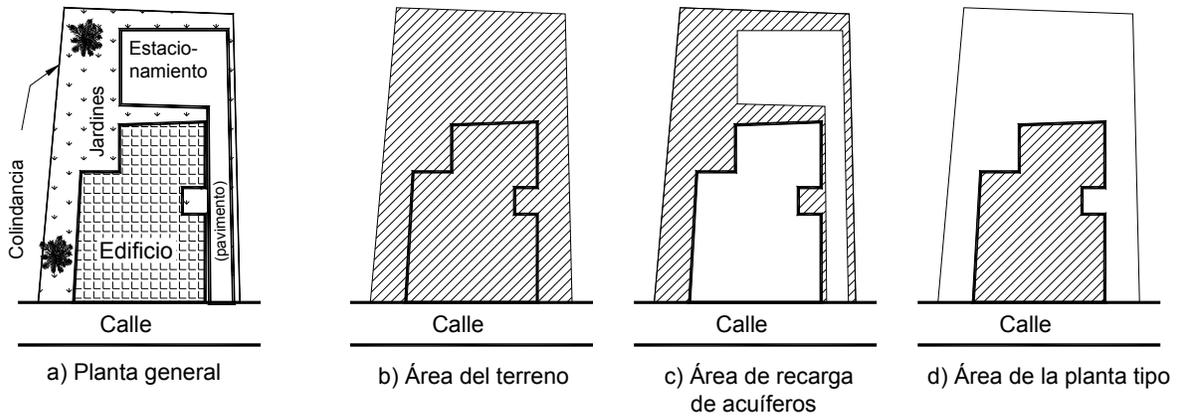
**Figura 3.17 Semisótano**

**Instalaciones:** cada una de las instalaciones de servicios con que puede contar el inmueble, se enlistan, las instalaciones de agua potable, gas, electricidad y alcantarillado; además, es recomendable indicar la existencia de elevadores de ser el caso y se deja abierto el rubro de **otra** para el caso en que se tenga alguna instalación especial, como en el caso de hospitales.

**Área del terreno:** área, en metros cuadrados, del terreno donde se desplanta el inmueble (ver Figura 3.18 a).

**Recarga acuíferos:** se pide en este rubro un estimado del porcentaje del área del terreno que está reservada a la recarga de acuíferos, es decir área libre de construcción o de capas impermeables considerada área verde, donde el agua de lluvia pueda infiltrarse al subsuelo (ver Figura 3.18 b).

**Área de la planta tipo:** ( $A_p$ ) área construida de la planta tipo del edificio en metros cuadrados (ver Figura 3.18 c). Si el edificio consta de una serie de niveles tipo que predominen pero difieran del área de algún nivel particular (por lo general la planta baja = N1), se debe anotar el área de dichos niveles tipo; por ejemplo: área de pisos 2 al 14 (es decir N6 a N17) del edificio de la Figura 3.15. Si hay importantes y complejos cambios de áreas en múltiples niveles se deberá anotar el promedio de área por piso, es decir, la suma del área construida de todos los pisos dividida entre en número de niveles.



**Figura 3.18 Definición de las áreas en un predio**

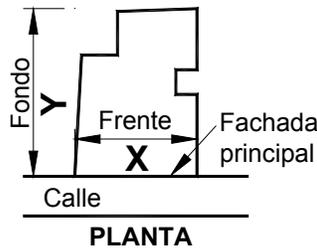
**Dimensiones generales**

En lo que se refiere a la **geometría del edificio**, se solicitan las dimensiones de frente y fondo del edificio, 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.

**X=Frente**: longitud total del edificio 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. En la Figura 3.19 se muestra un caso típico donde la fachada principal está alineada sobre la vialidad (calle o avenida), sin embargo, puede haber casos diferentes.

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

El FORMATO incluye la siguiente figura explicativa a manera de ejemplo para aclarar este punto.



**Figura 3.19 Sistema de referencia del edificio**

**Altura planta baja**: altura libre, en metros, del entrepiso de la planta baja del edificio. Es muy común que la altura de la Plantas Baja (N1) 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 entrepisos:** altura en metros del entrepiso tipo del edificio. Se dan las mismas recomendaciones que del párrafo anterior.

**No. cajones de estacionamiento:** número de lugares de estacionamiento existentes en el edificio, ya sea en sótanos y/o en patios de estacionamiento. Este dato es para fines estadísticos.

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

Para poder evaluar de manera sencilla, pronta y expedita la vulnerabilidad de edificaciones 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.

VULNERABILIDAD			
Posición en manzana: <input type="checkbox"/> Esquina <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Aislado			
<b>Irregularidad en planta</b> <input type="checkbox"/> Asimétrico (efectos de torsión) <input type="checkbox"/> Aberturas en planta > 20 % (área o longitud) <input type="checkbox"/> Longitud entrantes/salientes > 20 % <input type="checkbox"/> En "L" u otra geometría irregular		<b>Irregularidad en elevación</b> <input type="checkbox"/> Planta baja flexible <input type="checkbox"/> Marcos o muros no llegan a la cimentación <input type="checkbox"/> Columnas cortas <input type="checkbox"/> Reducción de la planta en pisos superiores <input type="checkbox"/> Apoyos a diferente nivel (laderas) <input type="checkbox"/> Sistemas de entripiso inclinados <input type="checkbox"/> Grandes masas en pisos superiores <input type="checkbox"/> Arreglo irregular de ventanas en fachada	
<b>Otras fuentes de vulnerabilidad</b> <input type="checkbox"/> Conexión excéntrica trabe-columna <input type="checkbox"/> Péndulo invertido/una sola hilera de columnas <input type="checkbox"/> Un elemento resiste más del 35% del sismo		<b>Edificio vecino crítico</b> No. de pisos: _____ Separación : _____ cm Uso no.: <input type="checkbox"/> : _____ <input type="checkbox"/> Columna débil-viga fuerte <input type="checkbox"/> Marcos <input type="checkbox"/> Sin daño <input type="checkbox"/> Muros <input type="checkbox"/> Daño medio <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Daño severo <input type="checkbox"/> Pisos a diferente altura	

Figura 3.20 Vulnerabilidad

#### 3.2.3.1. 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 estructurales o muros diafragma relleno de los marcos, 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 del edificio es común contar fachadas “abiertas” mediante ventanas y marcos libres de muros, mismos que son mucho más flexibles que las colindancias cerradas con muros.

Por lo tanto, los edificios en esquina pueden tener torsiones de entripiso importantes al contar con dos fachadas contiguas libres y las otras dos de colindancia. En el caso de la ubicación en medio de la cuadra se interpreta que debe tener colindancias cerradas en ambos lados con predios

vecinos y la fachada abierta hacia la vialidad. El tercer caso es un edificio aislado de edificaciones vecinas, que puede tener ventanas en las cuatro caras. En la Figura 3.21 se ejemplifican estos casos.

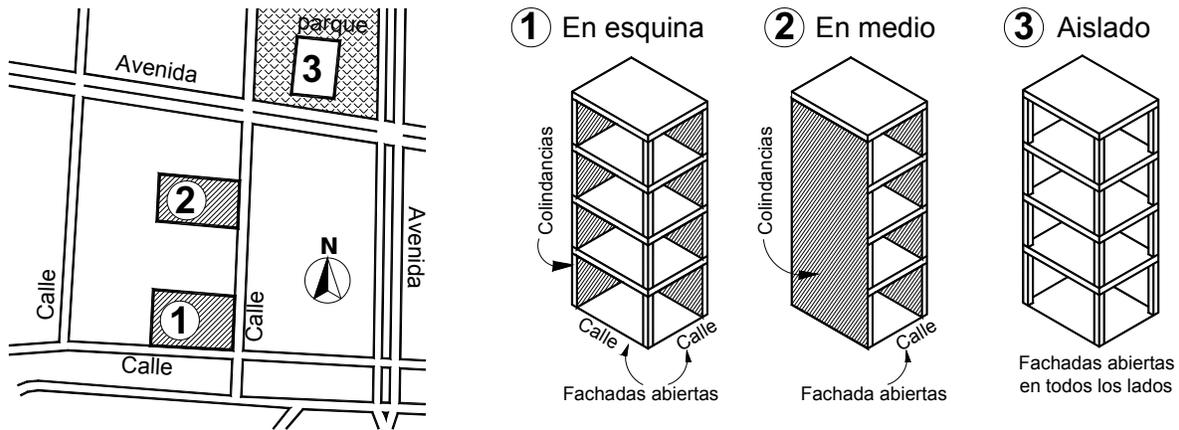


Figura 3.21 Posición del edificio en la manzana

### 3.2.3.2. Irregularidades en planta

**Asimétrico (efectos de torsión):** se debe considerar asimétrico a aquel edificio que por la ubicación de las masas o de los elementos que le dan rigidez lateral al edificio, se producen asimetrías en planta que pueden provocar torsiones respecto al eje vertical del edificio, ver Figura 3.22.

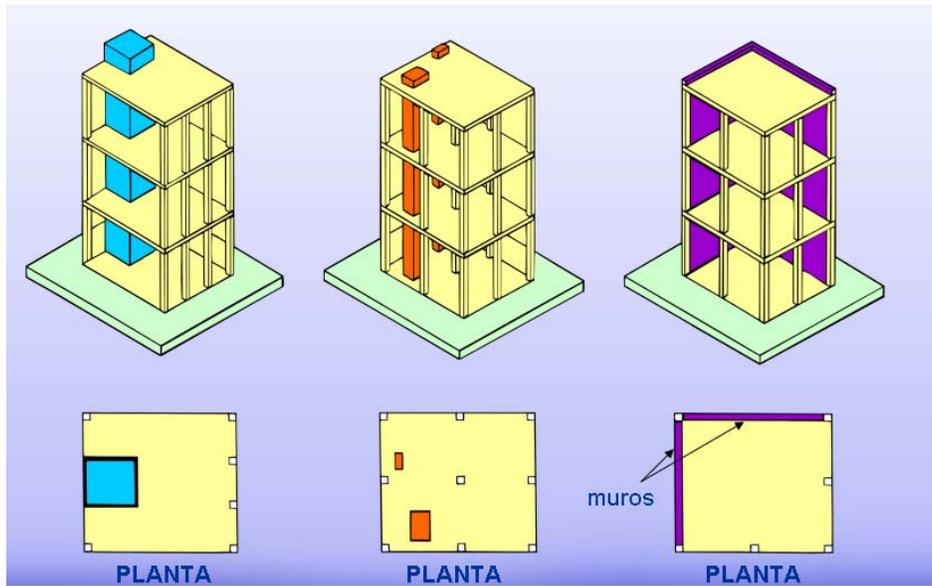
Se deberá realizar un croquis o esquema, o consultar un plano de la estructura, para identificar el tipo de figura que forma la planta, como puede ser: rectangular, en forma de letras “L”, “T”, “Y”, etc., y/o contar con huecos internos, entrantes y salientes, (ver más adelante). Se clasificará como asimétrico si la figura de la planta es asimétrica en una o dos direcciones ortogonales.

A continuación se identifica la posición de los elementos resistentes verticales como son columnas (que junto con las traveses formarán los marcos), y la de los muros. Los muros se deben clasificar respecto a su contribución estructural para saber si sólo son divisorios (no contribuyen a la resistencia de la estructura) muros diafragma en contacto con los marcos (muros de “relleno” dentro de los marcos), o muros de carga, ya sea de concreto o de mampostería o otros materiales (como muros de madera). Es de particular importancia ubicar los muros que confinan la zona de escaleras y elevadores ya que generalmente están ligados a la estructura (o a las losas) y por lo tanto modifican la respuesta del edificio.

Si la estructura tiene una planta simétrica, pero la distribución de los elementos verticales, en especial la de los muros, es asimétrica, entonces se clasificará como asimétrico.

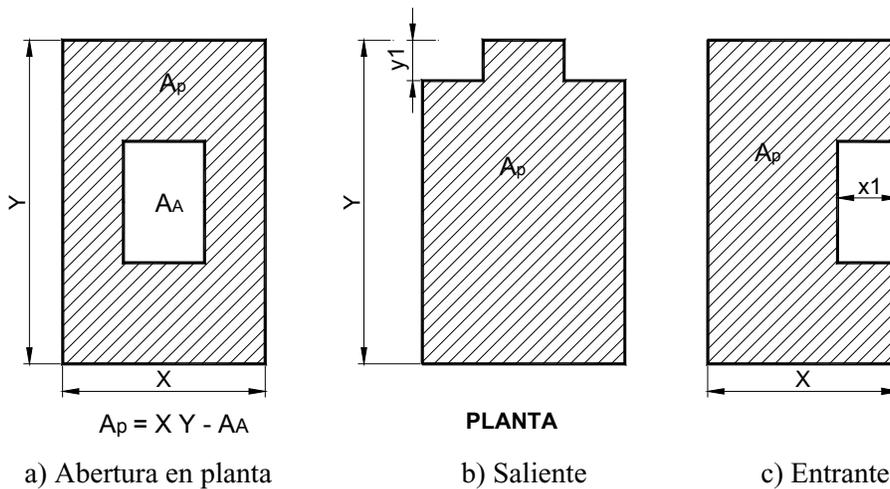
Finalmente, aunque la figura de la planta del edificio sea simétrica y los elementos verticales estén distribuidos simétricamente, si existen importantes pesos o cargas distribuidos irregularmente, entonces también se deberá clasificar como asimétrico.

En la Figura 3.22 se presentan como ejemplos de irregularidad la presencia de cubos de elevadores y de escaleras ubicados fuera del centro geométrico del edificio o de muros de colindancia colocados en forma asimétrica en cuanto a su ubicación en el edificio (edificio “de esquina”).



**Figura 3.22** Asimetría por disposición de elementos resistentes

Cabe hacer notar que esta clasificación cualitativa se recomienda para los fines de la evaluación visual de este FORMATO. Sin embargo, un estudio más detallado incluiría el modelado y análisis estructural del inmueble, en donde se calcularían numéricamente las posiciones del centro de masas y de torsión y por tanto las excentricidades calculadas de los entrepisos. En dicho estudio detallado, una excentricidad de hasta el 10% de la dimensión de la planta corresponde a una estructura regular, del 10 al 20% será una estructura irregular y de más del 20% se clasifica como altamente irregular (GDF, 2004-f).



**Figura 3.23** Irregularidades en planta

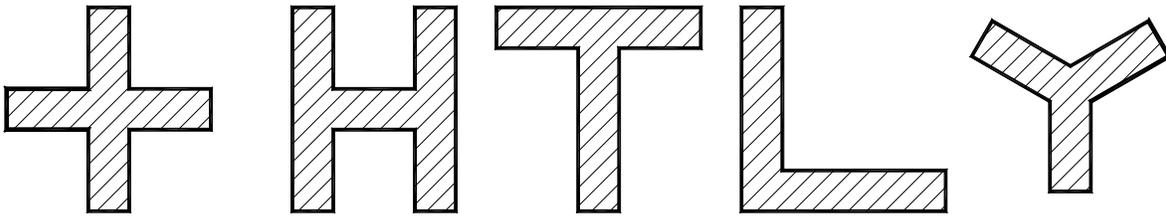
**Abertura en planta > 20%:** cuando existan patios interiores o cubos de escaleras y/o elevadores al interior del edificio, que representen una discontinuidad en el sistema de piso donde la suma de las áreas de dichas aberturas ( $A_A$ ) sea de 20 % o más del área de la planta del edificio ( $A_p$ ), ver Figura 3.23 a.

$$A_p > 0.2 A_T \quad (2.2)$$

**Longitud entrantes/salientes > 20 %:** cuando en la planta del edificio existan salientes o entrantes cuya longitud sobrepase el 20% de la longitud total del edificio en la dirección de la entrante o saliente, ver Figura 3.23 b y c.

$$y_1 > 0.2 Y \quad \text{ó} \quad x_1 > 0.2 X \quad (2.3)$$

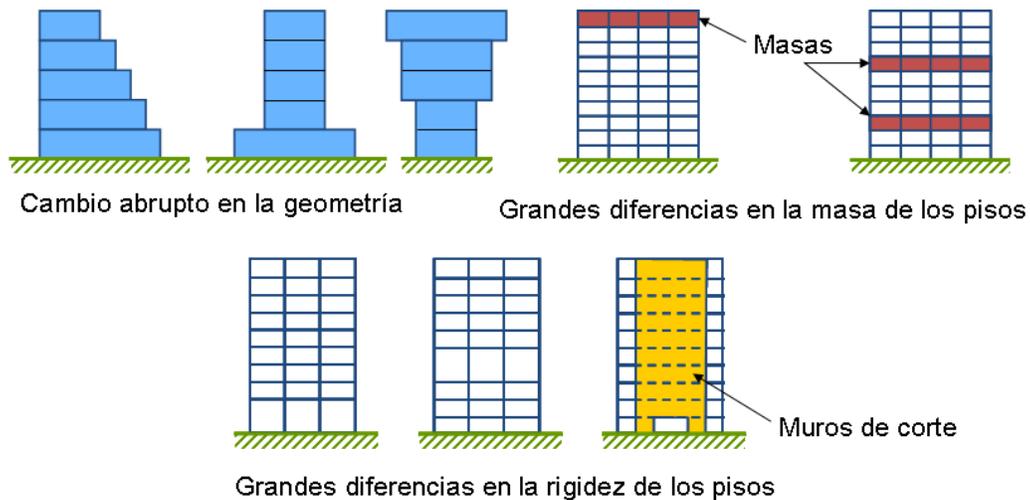
**En “L” u otra geometría irregular:** cuando la planta del edificio tenga una forma con salientes importantes que le confieren forma de letras “L”, “H”, “T”, “Y”, “+”, “X” o cualquier otra figura irregular, ver Figura 3.24.



**Figura 3.24 Plantas de geometría irregular**

### 3.2.3.3. 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 (ver la Figura 3.25).



**Figura 3.25 Irregularidades en elevación**

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 niveles superiores, ya sean de carga o diafragma, no llegan hasta la planta baja del edificio, 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. También se forma cuando se tiene una Planta Baja con altura de entepiso notablemente mayor que la de los pisos tipo (a veces se le conoce como planta de “doble altura”), nuevamente para fines arquitectónicos para obtener de grandes espacios o vestíbulos o bien para alojar comercios. Por lo tanto este nivel es mucho más flexible y generalmente más débil que los pisos superiores (ver Figura 3.26).



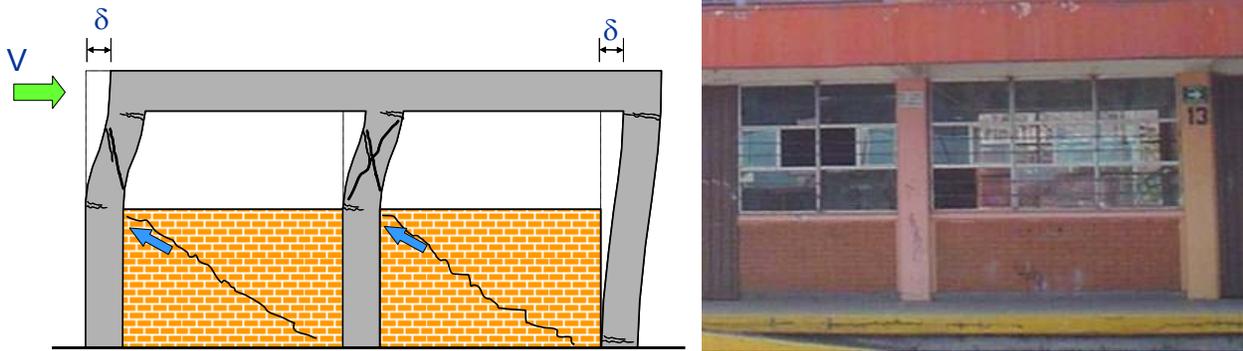
**Figura 3.26** *Planta baja flexible*

**Marcos o muros que no llegan a la cimentación**, estructura en las cuales se trunca la continuidad de los marcos, sobre todo en la planta baja, con la suspensión de columnas de pisos superiores, ver 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*

**Columnas cortas**, es un caso muy común en el cual se restringen lateralmente el desplazamiento de las columnas con pretilos o muros que no ocupan la altura total de la misma. Al ser más rígidos los tramos cortos de estas columnas, les corresponde una mayor demanda de fuerzas sísmicas pero además se cambia el mecanismo resistente de las columnas de un comportamiento a flexión (cuando están libres en toda su altura) a un mecanismo de cortante cuando son columnas cortas, con una falla frágil y difícil de controlar y que generalmente no fue considerada en el diseño (ver Figura 3.28).



**Figura 3.28 Columnas cortas: a) Mecanismo de falla, b) Ejemplo en edificio escolar**

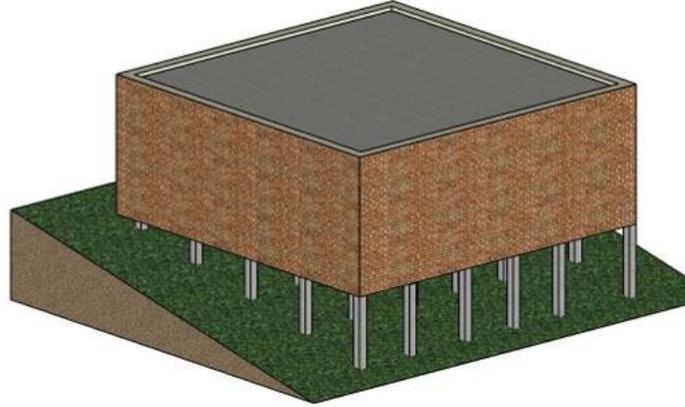
Se debe anotar la casilla de columna corta si se identifica que una parte predominante de la estructura o de un marco tiene pretilos o muros bajos que restringen a las columnas en el plano de los marcos que forman. La altura crítica de esta restricción puede ser variable; en general será columna corta si el muro restringe la mitad o más de la altura del entrepiso siendo más grave cuanto menor es el tramo libre de columna; sin embargo, se han visto problemas aún restringiendo sólo una tercera parte de la altura del entrepiso.

**Reducción o ampliación de la planta en pisos superiores**, cambio abrupto en la planta del edificio de un nivel al inmediato superior, ya sea una reducción o ampliación ver Figura 3.29. Para una estimación más detallada se puede considerar el requisito de irregularidad del reglamento del D.F. en donde se clasificará como 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).



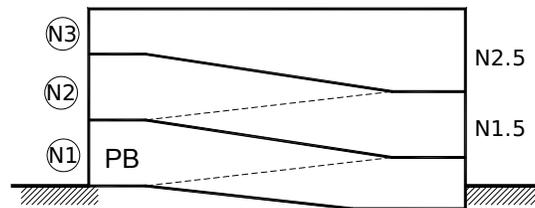
**Figura 3.29 Cambio abrupto de la planta en niveles superiores**

**Apoyos a diferente nivel (laderas),** como el caso de edificios construidos en terraza en los cuales se tienen apoyos a diferentes niveles, ver Figura 3.30. Esta situación provoca un comportamiento asimétrico ante los efectos de acciones sísmicas en la dirección de la pendiente, y efectos de torsión en la dirección ortogonal por la diferente rigidez de los marcos o muros debido al cambio de altura libre.



**Figura 3.30** Apoyos a diferente nivel

**Sistemas de entrepiso inclinados,** como en el caso de rampas de estacionamientos. Se debe de clasificar como tal si existen sistemas de piso inclinados que abarquen más del 50% del área de planta, es decir, no se deben tomar en cuenta cuando sean solamente rampas de pequeñas dimensiones. Ejemplos de estos casos son edificios de estacionamiento en donde toda la planta está inclinada para subir a niveles superiores (ver Figura 3.31).



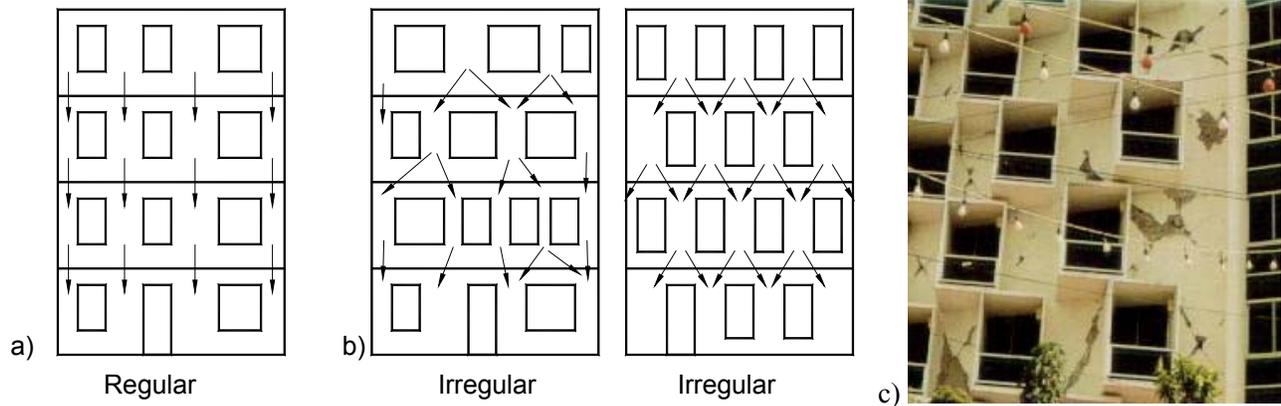
**Figura 3.31** Corte de un edificio con sistemas de piso inclinados

**Grandes masas en pisos superiores** la concentración de cargas grandes (archivo, almacenamiento de materias primas, maquinaria, etc.) en los niveles superiores de un edificio pueden ocasionar un comportamiento no deseado en la estructura poniendo en riesgo a sus ocupantes, ver Figura 3.32.

**Arreglo irregular de ventanas en fachada:** Se tendrá un arreglo regular de ventanas si éstas están distribuidas uniformemente y se encuentran alineadas unas sobre otras en sentido vertical. Esto permite que los segmentos de muro entre ventanas transmitan eficientemente las cargas verticales y las fuerzas horizontales a los muros de abajo. El caso contrario se clasificará como arreglo irregular. En la Figura 3.33 se muestra un ejemplo de este tipo de irregularidad.



**Figura 3.32** *Grandes masas en pisos superiores*

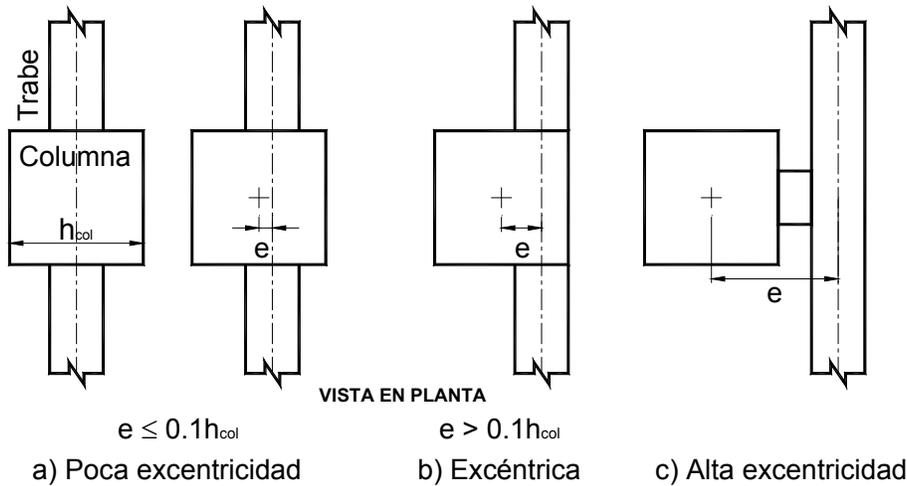


**Figura 3.33** *Arreglo irregular de ventanas en fachada*

#### 3.2.3.4. **Otras fuentes de vulnerabilidad**

Existen otras condiciones que le aportan alto grado de vulnerabilidad a la edificación, por ejemplo aquellas que proporcionan poca capacidad de deformación inelástica.

**Conexión excéntrica trabe-columna.** La configuración más conveniente es cuando los ejes de las trabes coinciden con los de las columnas en el plano del marco que se forma. Pero generalmente, y por motivos arquitectónicos, se construyen las trabes fuera del eje de columnas, especialmente en marcos de fachadas. Se considera baja excentricidad si la distancia entre eje de columna y trabe es menor del 10% de la dimensión de la columna medido normal a la viga. Si la excentricidad es mayor, pero el ancho de la trabe queda adentro del de la columna, se considerará excéntrica; y si la trabe queda parcial o totalmente fuera del ancho de la columna se considerará con alta excentricidad (ver Figura 3.34).



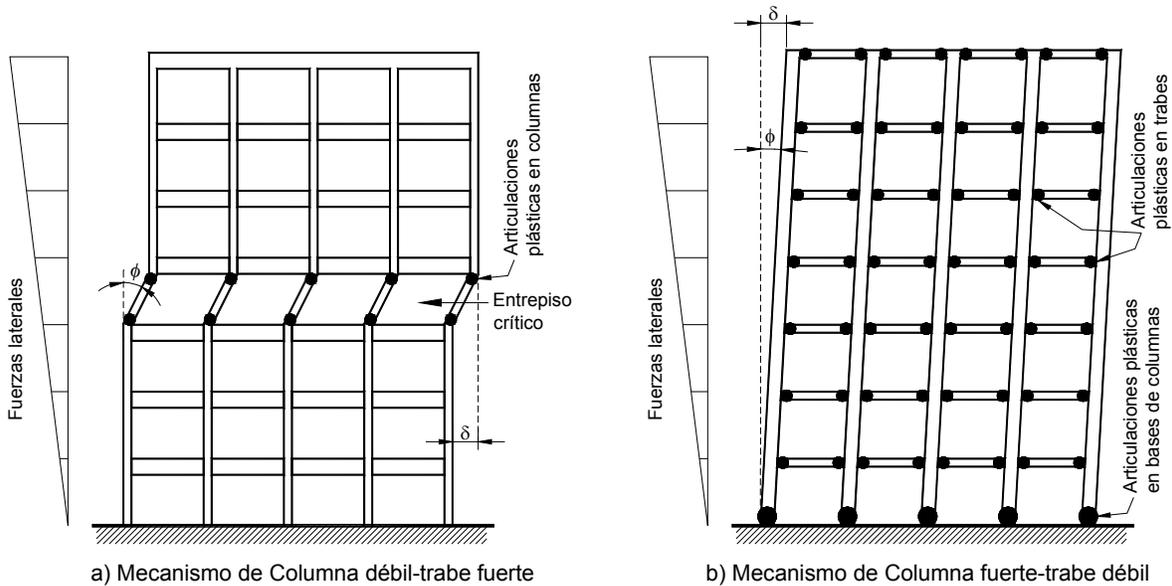
**Figura 3.34 Excentricidad en la conexión columna-trabe**

Se deberá marcar esta casilla si se cuenta con excentricidad o alta excentricidad.

**Péndulo invertido/una sola hilera de columnas:** Se marcará esta casilla cuando la estructura se apoye sobre una sola columna o muro o una serie de columnas alineadas. Este tipo de estructuras, tiene un comportamiento especial ya que además de los desplazamientos laterales por la inercia por traslación de sus masas pueden presentar aceleraciones angulares produciéndose una tendencia a que dichas masas superiores a girar alrededor de un eje horizontal perpendicular al desplazamiento, por lo que se producirían momentos flexionantes adicionales. Ejemplos comunes son los techados de estaciones de gasolina, algunos puentes vehiculares o vialidades elevadas, algunos soportes de tanques elevados, etc.

**Un elemento resiste más del 35% del sismo:** Este es el caso de estructuras con muy pocas columnas, muros o contravientos en una misma dirección en la planta crítica, donde la falla de dicho elemento podría un colapso. En esta condición se dice que la estructura posee poca redundancia que es la posibilidad de redistribución de las cargas entre otros elementos cuando uno de ellos falla. Como ejemplo de este caso (sin tener que realizar cálculos estructurales) se puede identificar el número de muros de concreto o mampostería en un entrepiso y en una misma dirección, y determinar si uno de ellos posee más del 35% de la longitud del total de muros. En forma similar, si hay sólo dos marcos con contravientos similares en un entrepiso y una misma dirección, cada uno tomará cerca del 50% de las fuerzas sísmicas (o cerca del 100% si es sólo uno).

**Columna fuerte-viga débil:** Es la condición estructural en la cual los elementos horizontales que forman los marcos (trabes) son más rígidos y resistentes a flexión que los verticales (columnas). Cuando el marco soporta fuerzas laterales (sismo, viento) se inicia el daño y la plastificación de las columnas antes que en las vigas provocando un posible mecanismo de falla de entrepiso, generándose las articulaciones plásticas en ambos extremos de las columnas de todo el nivel (ver Figura 3.35). Este mecanismo es muy desfavorable porque concentra grandes demandas de deformación en un solo piso aunado a la baja capacidad de defotrmación inelástica de columnas con alta carga vertical.



**Figura 3.35 Mecanismos de colapso**

**3.2.3.5. Edificio vecino crítico**

Los edificios que rodean a la estructura 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. Por lo anterior en este apartado se deben asentar los datos indicados obtenidos de una rápida inspección visual por el exterior del edificio en estudio. Los datos solicitados son:

**Número de pisos:** número de niveles a partir del nivel de calle

**Separación:** la distancia, medida en centímetros, entre el edificio en evaluación y el edificio vecino considerado como crítico.

**Uso:** se deberá anotar el número correspondiente al uso principal del edificio contiguo crítico de acuerdo al listado presentado con anterioridad, y que a continuación se repite brevemente, así mismo se debe especificar en la línea el tipo particular de estructura de que se trate.

- |                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 1.- Habitacional.        | 5.- Reunión.                      |
| 2.- Oficinas / Comercio. | 6.- Industrial.                   |
| 3.- Educativo.           | 7.- Comunicaciones y transportes. |
| 4.- Salud/social.        |                                   |

Por ejemplo: para un edificio de tiendas se anotará el número 2 correspondiente al uso oficinas/comercio y en la línea se anotará: Tienda.

Se deberá especificar si la estructura del edificio crítico contiguo está conformada por **marcos, muros** u **otro** tipo de estructuración; esto ayudará en conocer la posible vulnerabilidad de su sistema estructural. Además se deberá indicar si la estructura vecina tiene **pisos a diferente altura** en relación con el edificio en estudio. Este punto es básico en el caso del posible choque de

edificios ya que si las losas de piso no coinciden entre edificios, el choque de las losas puede presentarse a media altura de columnas o muros de carga produciendo su colapso.

De importancia crucial para la seguridad es conocer en forma muy general si la estructura contigua presenta daño, de este modo se debe elegir entre las opciones mostradas: **sin daño**, **daño medio** y **daño severo**.

### 3.2.4. Características del sistema estructural

<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>																																																																																																																																										
<p><b>Material en muros</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <input type="checkbox"/> Concreto reforzado  <input type="checkbox"/> Concreto prefabricado  <input type="checkbox"/> Tabicón de concreto (macizo)  <input type="checkbox"/> Bloque de concreto (20x40 cm)  <input type="checkbox"/> Ladrillo de barro macizo  <input type="checkbox"/> Tabique de arcilla hueco  <input type="checkbox"/> Paneles con capa de mortero                 </div> <div style="width: 48%;"> <input type="checkbox"/> Madera  <input type="checkbox"/> Piedra  <input type="checkbox"/> Adobe  <input type="checkbox"/> Bahareque (<i>ramas/lodo</i>)  <input type="checkbox"/> Material precario (<i>débil: lámina/cartón/desecho</i>)  <input type="checkbox"/> Otro: _____                 </div> </div> <p><b>Refuerzo en la mampostería</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <input type="checkbox"/> Sin refuerzo  <input type="checkbox"/> Mampostería confinada  <input type="checkbox"/> Mampostería mal confinada  <i>(sin refuerzo en puertas/ventanas)</i> </div> <div style="width: 48%;"> <input type="checkbox"/> Con refuerzo interior  <input type="checkbox"/> Otro: _____                 </div> </div>					<p><b>Sección de elementos predominantes</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Forma</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Rectangular</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Circular</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Tubo circular</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Secc H / I</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Cajón</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Secc L</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Armadura</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Material</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Concreto</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Acero</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Prefabricado</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Madera</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Sección</th> </tr> <tr> <td>Columnas</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Trabes Principales</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Trabes Secundarias</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Diagonales</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Ejemplo: <math>b \times h</math></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><math>\text{Ø}=D</math></p> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>					Forma	Rectangular	Circular	Tubo circular	Secc H / I	Cajón	Secc L	Armadura	Material	Concreto	Acero	Prefabricado	Madera	Sección	Columnas	<input type="checkbox"/>	_____	Trabes Principales	<input type="checkbox"/>	_____	Trabes Secundarias	<input type="checkbox"/>	_____	Diagonales	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																							
Forma	Rectangular	Circular	Tubo circular	Secc H / I	Cajón	Secc L	Armadura	Material	Concreto	Acero	Prefabricado	Madera	Sección																																																																																																																													
Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																													
Trabes Principales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																													
Trabes Secundarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																													
Diagonales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																													
<p><b>ESTRUCTURA PRINCIPAL VERTICAL</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="3"></th> <th colspan="2">Planta Baja</th> <th colspan="2">Niveles Tipo</th> <th rowspan="3">Sótano</th> <th rowspan="3">Apéndice</th> <th rowspan="3">Cubos <small>(escaleras / elevador)</small></th> </tr> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Marcos</b></td> <td colspan="6"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Acero</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Concreto</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Conc. prefabricado</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Cols. y losa plana</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Madera</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Contrav.</b></td> <td colspan="6"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Acero</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Concreto</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Cubre varios pisos</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Cables</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Muros</b></td> <td colspan="6"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">De carga mampostería</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Diagrama mampost.</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>De concreto</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> <p style="margin-left: 20px;">con vigas de acoplamiento: <input type="checkbox"/></p> </td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Marcos en el entrepiso representativo</b></p> <p>Número de marcos paralelos: a X: _____ a Y: _____      Claro promedio: X = _____ m Y = _____ m      Número total de columnas: _____ <i>(en todo el entrepiso)</i>      No. crujías con contraviento: en X: _____ en Y: _____      No. crujías con muro diafragma: en X: _____ en Y: _____</p> <p><b>Muros en el entrepiso representativo</b></p> <p>Suma de longitudes de muros y espesor (t):      De concreto: <math>\Sigma Lx =</math> _____ m, <math>\Sigma Ly =</math> _____ m, <math>t =</math> _____ cm      De mampostería: <math>\Sigma Lx =</math> _____ m, <math>\Sigma Ly =</math> _____ m, <math>t =</math> _____ cm</p>						Planta Baja		Niveles Tipo		Sótano	Apéndice	Cubos <small>(escaleras / elevador)</small>	X	Y	X	Y	<b>Marcos</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Acero</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Concreto</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Conc. prefabricado</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Cols. y losa plana</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Madera</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>						Acero	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>	Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>	Madera	<input type="checkbox"/>	<b>Contrav.</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Acero</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Concreto</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Cubre varios pisos</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Cables</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>						Acero	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>	Cables	<input type="checkbox"/>	<b>Muros</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">De carga mampostería</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Diagrama mampost.</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>De concreto</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> <p style="margin-left: 20px;">con vigas de acoplamiento: <input type="checkbox"/></p>						De carga mampostería	<input type="checkbox"/>	Diagrama mampost.	<input type="checkbox"/>	De concreto	<input type="checkbox"/>	<p><b>SISTEMA DE PISO / TECHO</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><b>Sistema de piso</b></p> <input type="checkbox"/> Losa apoyada en trabes  <input type="checkbox"/> Losa plana (<i>sin trabes</i>)  <input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera  <input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado (<i>bóveda catalana</i>)  <input type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta  <input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta  <input type="checkbox"/> Armaduras 3D  <input type="checkbox"/> Arcos de mampostería                 </div> <div style="width: 48%;"> <p><b>Losa de concreto</b></p> <input type="checkbox"/> Maciza  <input type="checkbox"/> Aligerada (<i>reticular</i>)  <input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto  <input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla  <input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto (<i>Losa-acero</i>)                      Espesor total: _____ cm                      Capa compresión: _____ cm                 </div> </div> <p>Distancia a ejes de:      Trabes secundarias: _____ cm      Vigas, viguetas o nervaduras: _____ cm      Largueros: _____ cm</p> <p><b>Armaduras</b></p> <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Peralte variable Claro: _____ m, Peralte: _____ m Separación armaduras: _____ m Sección cuerdas: _____ Secc. diagonales: _____ <p><b>Cubierta de techo</b></p> <input type="checkbox"/> Igual a sistema de piso <input type="checkbox"/> Lámina metálica <input type="checkbox"/> Lámina de asbesto/plástico <input type="checkbox"/> Cartón o desecho <input type="checkbox"/> Paneles <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Paja <input type="checkbox"/> Teja Tipo de anclaje y separación: _____ <p><b>Forma de la cubierta</b></p> <input type="checkbox"/> Techo plano horizontal <input type="checkbox"/> Inclinado pendiente: _____ % <input type="checkbox"/> Bóveda cilíndrica $\text{Ø} =$ _____ m <input type="checkbox"/> Cúpula $\text{Ø} =$ _____ m																																																																												
	Planta Baja		Niveles Tipo			Sótano	Apéndice	Cubos <small>(escaleras / elevador)</small>																																																																																																																																		
	X	Y	X	Y																																																																																																																																						
	<b>Marcos</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Acero</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Concreto</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Conc. prefabricado</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Cols. y losa plana</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Madera</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>							Acero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>	Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>	Madera	<input type="checkbox"/>																																																																																																												
Acero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
Concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
Madera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
<b>Contrav.</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Acero</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Concreto</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Cubre varios pisos</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Cables</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>						Acero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>	Cables	<input type="checkbox"/>																																																																																																																
Acero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
Concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
Cables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
<b>Muros</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">De carga mampostería</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Diagrama mampost.</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>De concreto</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> <p style="margin-left: 20px;">con vigas de acoplamiento: <input type="checkbox"/></p>						De carga mampostería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Diagrama mampost.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	De concreto	<input type="checkbox"/>																																																																																																																		
De carga mampostería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
Diagrama mampost.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
De concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																			
<p><b>Planos:</b> <input type="checkbox"/> Arquitectónico <input type="checkbox"/> Estructural <input type="checkbox"/> Memoria de cálculo <input type="checkbox"/> Autoconstrucción (<i>sin cálculo</i>) Especificar: _____</p>																																																																																																																																										

Figura 3.36 Características del sistema estructural

El sistema estructural se define como el conjunto de todos los elementos estructurales (vigas, columnas, losas, armaduras, 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 cubiertas debido a la necesidad de realizar, en algunos casos, pruebas a los materiales en sitio o es materia de especialistas.

En los siguientes apartados se mencionará sobre la información referente a las características del sistema estructural del inmueble.

### 3.2.4.1. **Material en muros**

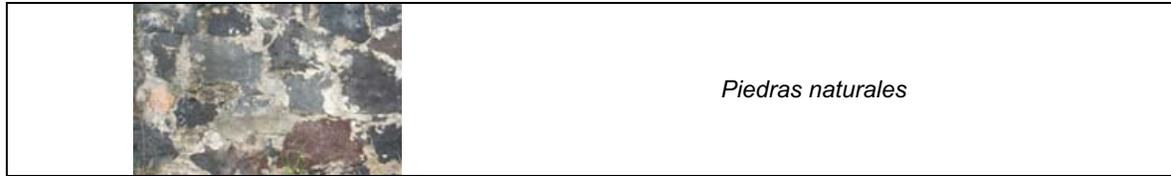
En el caso de que el sistema estructural esté conformado predominantemente por muros, se deberá elegir de la lista el tipo de material del que se encuentren fabricados los muros. A continuación se proporciona una breve información de algunos materiales que aparecen en el listado del formato.

#### **Concreto reforzado**

**Concreto prefabricado:** muros fabricados de concreto reforzado fabricados fuera del sitio de la obra, generalmente son elaborados en condiciones controladas por lo que se puede esperar una mejor calidad con respecto a los fabricados en sitio.

**Tabla 3.1 Tipos de mampostería**

	<p><i>Tabicón de concreto:</i> Bloques sólidos de cemento-arena con tamaños mayores que los ladrillos comunes, pueden variar de 10x14x28 cm hasta 20x20x40 cm.</p>
	<p><i>Bloque de concreto:</i> Pieza de concreto, generalmente hueca, con secciones modulares de 20x40 cm y anchos de 10, 15, 20, 25 y 30 cm</p>
	<p><i>Ladrillo de barro macizo:</i> Pieza de mampostería de arcilla recocida, de fabricación artesanal, cuyas dimensiones mínimas de 5x12x24 cm (antiguamente 7x14x28 cm)</p>
	<p><i>Tabique de arcilla hueco:</i> Pieza hueca de arcilla cuyas dimensiones suelen variar de 7x12x24 cm a 10x14x24 cm</p>
	<p><i>Tabique hueco de arcilla multiperforado</i> Es un tabique hueco con siete o más perforaciones uniformemente repartidas. Se registrará en el formato como ladrillo de barro hueco.</p>



**Paneles con capa de mortero:** son paneles generalmente formados por yeso y cartón, con espesores que varían de 3/8” a 1”, generalmente con dimensiones estándar de 1.22 ×2.44 m.

**Bahareque:** los muros de bahareque 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 Figura 3.37.



**Figura 3.37** *Fabricación de bahareque*

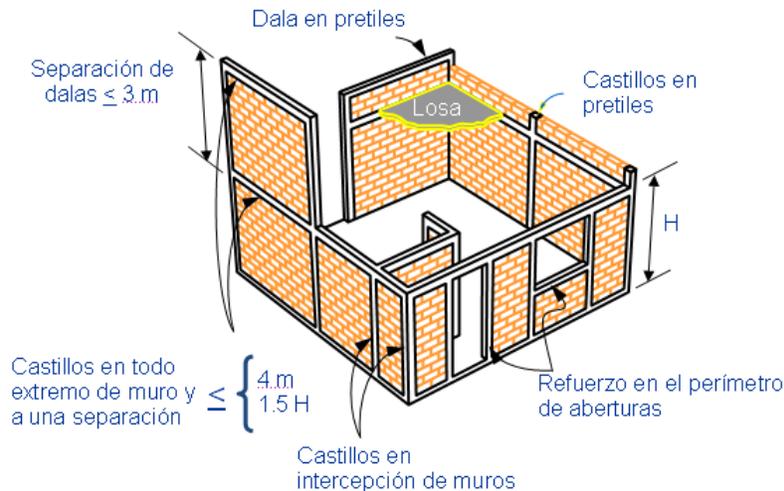
**Material precario:** en este grupo se encuentra todos aquellos materiales de baja resistencia o que se emplean en construcciones provisionales, tales como lámina, cartón, materiales de desecho como cascajo o desperdicio de ladrillo, ramas, etc.

**Otro:** empleo otro material distinto a los listados, como en el caso de bloques plásticos, llantas, botellas de plástico, etc.

Por otro lado se debe especificar el tipo de **refuerzo** que presentan los **muros** del inmueble, entre las posibles opciones que se tiene están las siguientes:

**Sin refuerzo:** cuando se tenga la certeza que el muro fue construido sin ningún tipo de refuerzo ni horizontal, ni vertical.

**Mampostería confinada:** es aquella que esta reforzada con elementos de concreto reforzado verticales y horizontales, denominados como castillos y dalas respectivamente. En la Figura 3.38 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).



**Figura 3.38 Mampostería confinada**

**Mampostería mal confinada:** se define a este tipo de mampostería cuando a pesar de estar reforzada con castillos y dalas no reúna los requisitos solicitados por las NTC de Mampostería, en especial por la falta de refuerzo en el perímetro de todas la aberturas mayores a 60 cm.

**Con refuerzo interior:** 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 edificios de varios niveles), se puede suponer que los muros cuentan con refuerzo interior, aspecto que tendrá que verificarse. En caso de duda, en especial si se identifica como vivienda de autoconstrucción se tendría que calificar como mampostería sin refuerzo.

**Otro:** cualquier otro caso de refuerzo en la mampostería, por ejemplo mallas de alambre electrosoldadas y cubierta de mortero.

#### 3.2.4.2. Sección de elementos predominante

En esta apartado se registrarán las características geométricas de las secciones transversales predominantes en la mayoría de los elementos de la estructura: columnas, traveses y diagonales.

El registro de las secciones de los elementos estructurales se hace a través de una tabla, ver Figura 3.39. En la tabla indicada en la figura, en la columna de la izquierda, aparece un listado de los elementos estructurales: columnas, traveses (principales y secundarias) y diagonales; en la parte superior se encuentran ordenadas las formas geométricas típicas que pueden presentar los elementos; así como el material de que pueden estar constituidos.

Sección de elementos predominantes													
	Forma						Material				Sección		
	Rectangular	Circular	Tubo circular	Secc H / I	Cajón	Secc L	Armadura	Concreto	Acero	Prefabricado		Madera	
Columnas	<input type="checkbox"/>	_____											
Trabes Principales	<input type="checkbox"/>	_____											
Trabes Secundarias	<input type="checkbox"/>	_____											
Diagonales	<input type="checkbox"/>	_____											

<p>Ejemplo: <math>b \times h</math></p>	<p><math>\varnothing = D</math></p>				<p>2L bxt</p>
---	-------------------------------------	--	--	--	---------------

Figura 3.39 Formato de captura de secciones de elementos

En la columna de la derecha de la misma tabla en la figura, se anotarán las dimensiones geométricas de cada elemento de acuerdo a las siguientes sugerencias (ver Tabla 3.2).

**Secciones rectangulares:** se registrarán las dimensiones de la sección en centímetros como una multiplicación de longitudes, iniciando por el ancho  $b$  o dimensión menor de la sección transversal del elemento, multiplicado por la altura  $h$  o dimensión mayor de la sección, ejemplo:  $40 \times 50$  cm.

En el caso de trabes  $h$  corresponderá al peralte del elemento sin incluir la losa, es decir, lo que se puede medir físicamente, ya que posteriormente, para los cálculos simplificados de evaluación del inmueble, se adicionará el espesor del sistema de piso. Cuando se trate de columnas siempre se deberá comenzar con la dimensión paralela al eje X. En el croquis correspondiente se debe indicar la orientación de la sección respecto al sistema de referencia XY global antes establecido o en su defecto hacer referencia al norte geográfico.

**Secciones circulares:** se usa ocasionalmente en columnas y diagonales (difícilmente se encontrará en trabes), la única dimensión por conocer en este caso es el diámetro ( $D$ ) de la sección en centímetros.

**Tubo circular:** igualmente se usará en columnas y diagonales; para este caso se registrará el diámetro de la sección, así como el espesor de pared de la misma, se anotará en primer lugar el diámetro en centímetros y enseguida separado por una coma el espesor de pared en centímetros.

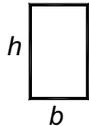
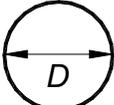
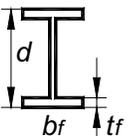
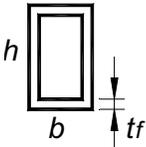
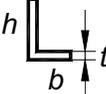
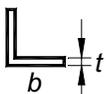
**Secciones H / I:** generalmente de acero; para el caso de estas secciones las medidas requeridas son: el peralte total de la sección ( $d$ ), el ancho ( $b_f$ ) y el espesor ( $t_f$ ) de los patines, y el espesor del alma ( $t_w$ ). Se anotará, primero el ancho de patín ( $b_f$ ) y el peralte de la sección ( $d$ ), y después, separado por una coma, el espesor de los patines  $t_f$  y el alma  $t_w$  en cm en ese orden (ver Tabla 3.2).

**Secciones cajón:** son secciones de forma rectangular hueca de acero, ya sea que se constituyan por 2 ángulos metálicos, por cuatro placas soldadas o por dos secciones canal unidas para formar el cajón. Las dimensiones necesarias son: ancho de la sección ( $b$ ), altura o peralte de la

sección ( $h$ ) y espesor de la pared del cajón ( $t_f$ ), todas en centímetros. Generalmente el espesor de las placas en este tipo de sección resulta difícil de identificar.

**Celosía:** para este caso se debe especificar la sección de acero de que se constituyen cada uno de los elementos que forman la armadura, en el formato se contemplan además de las secciones I o H, las secciones ángulo y ángulo doble, cuyas dimensiones se expresarán en centímetro (ver Tabla 3.2)

**Tabla 3.2 Secciones típicas de elementos estructurales**

Secciones de concreto	Anotación	Unidades
	base x altura ( $b \times h$ ) <i>(en columnas la base será paralela al eje X)</i>	cm x cm
	Diámetro (D)	cm
	Ancho patín x peralte, espesor patín, espesor del alma ( $b_f, x, d, t_f, t_w$ )	cm x cm, cm, cm
	Ancho x peralte, espesor de pared ( $b \times h, t_f$ ) <i>(en columnas la base será paralela al eje X)</i>	cm x cm, cm
	Lado x lado, espesor (L $b \times h, t$ )	cm x cm, cm (acero)
	Lado, espesor (lados iguales) (L $b, t$ )	cm, cm (acero)
	Lado, espesor (lados iguales) (2L $b, t$ )	cm, cm (acero)

**3.2.4.3. Estructura principal vertical**

En la mayoría de las construcciones, y principalmente en los edificios, 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, se hace la distinción entre las direcciones X y Y según el sistema de referencia establecido con anterioridad, además de manejar por separado la información correspondiente a los niveles superiores y aquella de los sótanos, planta baja, apéndices y cubos de servicio (elevadores y/o escaleras), esto debido a que por lo general todos estos últimos tienen una disposición distinta a la de los niveles tipo, esta información irá de acuerdo a la tabla que se muestra en la Figura 3.40.

		Planta Baja		Niveles Tipo		Sótano	Apéndice	Cubos (escaleras / elevador)
		X	Y	X	Y			
<b>Marcos</b>	Acero	<input type="checkbox"/>						
	Concreto	<input type="checkbox"/>						
	Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>						
	Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>						
	Madera	<input type="checkbox"/>						
<b>Contrav.</b>	Acero	<input type="checkbox"/>						
	Concreto	<input type="checkbox"/>						
	Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>						
	Cables	<input type="checkbox"/>						
<b>Muros</b>	De carga mampostería	<input type="checkbox"/>						
	Diafragma mampost.	<input type="checkbox"/>						
	De concreto	<input type="checkbox"/>						
	con vigas de acoplamiento:	<input type="checkbox"/>						

**Figura 3.40 Características de la estructura principal**

En la tabla de la Figura 3.40 se irá marcando, según corresponda, el tipo de estructuración con que cuente el edificio inspeccionado; seleccionando las características que se presenten en campo, dependiendo de si se trata de un marco, un muro o un contraviento. Cabe la mención de que es posible la coexistencia de los sistemas estructurales anteriores, incluso una misma edificación puede contar con los tres tipos.

Se debe de poner especial atención con la planta baja, que por lo general presenta características diferentes a las de otros niveles, es por ello que se presenta en esta tabla de forma separada, al igual que los sótanos, los apéndices y los cubos de servicios como escaleras o elevadores, cada uno de los cuales tiene su propio espacio de registro de información.

Para la planta baja y el nivel tipo de la estructura deberá hacerse la distinción entre las direcciones X y Y previamente establecidas, lo anterior con la finalidad de poder elaborar en gabinete un modelo del edificio y realizar un análisis teórico del mismo que pudiera proporcionar más información acerca del nivel de seguridad de la estructura.

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

## Marcos

Son sistemas estructurales formados por la conexión de elementos verticales (columnas) y horizontales (trabes). Dentro de este grupo de estructuración se consideran principalmente los siguientes materiales: acero estructural, concreto reforzado, concreto prefabricado y madera. Además, dentro del grupo de marcos se incluyen aquellas estructuras conformadas por **columnas y losas planas**.

**Sistema de losa plana:** es un sistema estructural donde no existen trabes, por lo que las losas (macizas o aligeradas) se apoyan directamente en las columnas.

## Contravientos

Son estructuras de refuerzo que aumentan la rigidez de un marco estructural al restringir sus deformaciones laterales trabajando esencialmente ante fuerzas axiales; por lo general consisten en barras colocadas a lo largo de las diagonales de un marco, uniendo las conexiones de vigas y columnas, aunque existen otras configuraciones pero siempre con el eje del elemento inclinado respecto al plano horizontal, ver Figura 3.41. Estos pueden ser de acero, concreto o tensores formados por cables. Por lo general forman una figura en “X”, pero pueden formar una Se deberá indicar si las diagonales de contravientos individuales cubren varios niveles (Figura 3.41 d). Al igual que en el caso anterior se debe de registrar la diferencia entre las configuraciones de las direcciones X y Y.

## Muros

**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, ver Figura 3.42.

**Muros diafragma** (conocidos comúnmente como muros de relleno), son aquellos construidos dentro de los marcos, ya sean marcos de concreto o de acero, y que están en contacto con dichos elemento del marco por lo que lo restringen ante desplazamientos horizontales en cuyo caso el marco se apoyará contra el muro (Figura 3.43).



**a) acero**



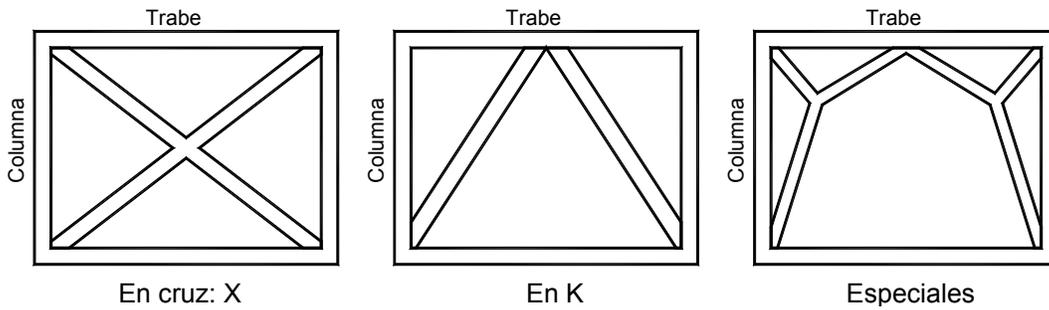
**b) concreto**



**c) cables**



**d) cubre varios niveles**



**e) tipos de contravientos usuales**

**Figura 3.41 Contravientos**



**Figura 3.42 Muros de carga de mampostería**



**Figura 3.43 Muros diafragma de mampostería**

**Muros de concreto:** se considerará siempre como elemento estructural. En este caso se deberá indicar si el muro cuenta con vigas de acoplamiento que son trabes relativamente peraltadas (comparadas con su longitud) que unen entre sí a dos muros de concreto, ver Figura 3.44.



Figura 3.44 Vigas de acoplamiento para muros de concreto

### Marcos en el entrepiso representativo

En esta sección se solicita la información adicional de la distribución de los elementos estructurales para lograr una mejor caracterización en planta del inmueble en inspección y para poder formular modelos simplificados de la estructura para su evaluación rápida.

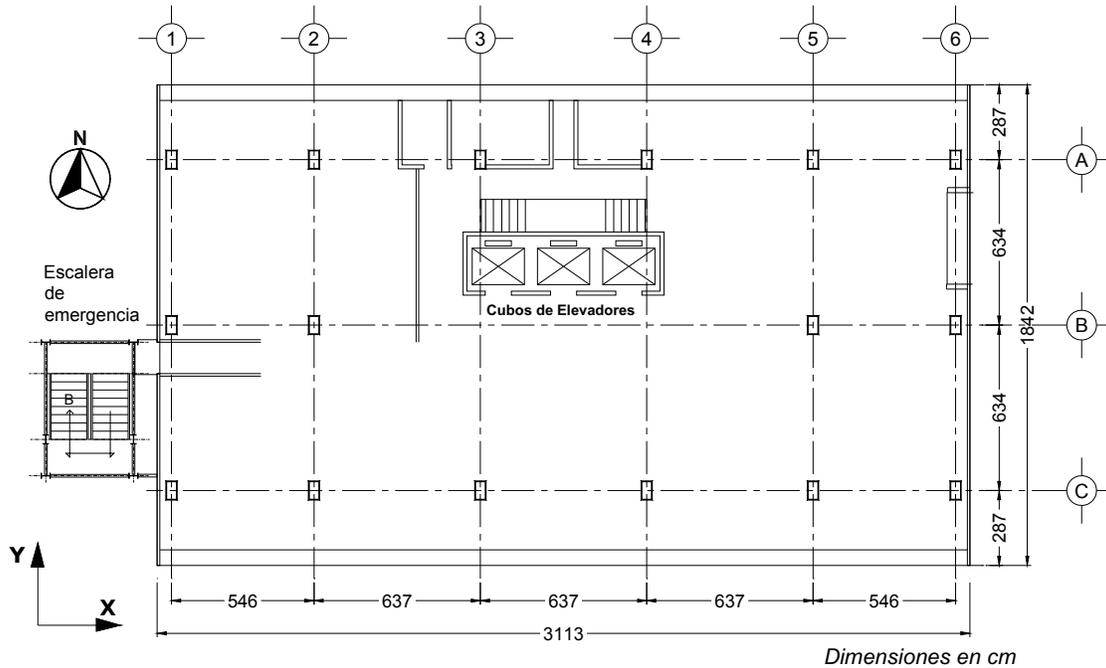
Entre las características que se solicitan está el **número de marcos paralelos** a cada una de las direcciones, X y Y por separado. Esto permitirá contar con información del arreglo de las columnas y vigas, ayudando a ubicar cada columna dentro del modelo en planta del edificio.

También se pide la medida de la distancia promedio entre columnas (**claro promedio**), medida de eje a eje entre dos columnas contiguas. Se requiere también el número total de columnas existentes en un solo nivel.

Por último, se anotará el número de crujías que cuenten con contravientos, igualmente en los sentidos paralelos a las direcciones X y Y.

Como ejemplo en la Figura 3.45 se muestra el plano de un edificio, con lo que se hace el siguiente llenado de esta sección.

<b>Marcos en el entrepiso representativo</b> (ejemplo con la Figura 3.45)			
Número de marcos paralelos	a X: <u>3</u>	a Y: <u>6</u>	
Claro promedio:	X = <u>6.0</u> m	Y = <u>6.34</u> m	
Número total de columnas:	<u>16</u> (en todo el entrepiso)		
No. crujías con contraviento:	en X: <u>0</u>	en Y: <u>0</u>	
No. Crujías con muro diafragma:	en X: <u>0</u>	en Y: <u>0</u>	



**Figura 3.45** Ejemplo de planta de edificio para tomar datos de marcos

### Muros en el entrepiso representativo

Para esta sección se escogerá el entrepiso crítico que, en general será la planta baja.

Lo anterior, debido a que 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.

#### 3.2.4.4. Sistema piso / techo

Además de soportar las cargas gravitatorias de mobiliario y personas, en el caso del comportamiento ante sismo, la función estructural de un sistema de piso 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. Para identificar correctamente las características del sistema de piso se ha subdivido este apartado en cinco grupos, que son: solución estructural del sistema de piso, detalles de losa de concreto, cubierta de techo, armaduras y forma de la cubierta, ver la Figura 3.46.

SISTEMA DE PISO / TECHO	
<p><b>Sistema de piso</b></p> <input type="checkbox"/> Losa apoyada en traves <input type="checkbox"/> Losa plana ( <i>sin traves</i> ) <input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera <input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado <i>(bóveda catalana)</i> <input type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras 3D <input type="checkbox"/> Arcos de mampostería	<p><b>Losa de concreto</b></p> <input type="checkbox"/> Maciza <input type="checkbox"/> Aligerada ( <i>reticular</i> ) <input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto <input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla <input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto ( <i>Losa-acero</i> ) Espesor total: _____ cm Capa compresión: _____ cm
Distancia a ejes de: Traves secundarias: _____ cm Vigas, viguetas o nervaduras: _____ cm Largueros: _____ cm	<p><b>Armaduras</b></p> <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Peralte variable Claro: _____ m, Peralte: _____ m Separación armaduras: _____ m Sección cuerdas: _____ Secc. diagonales: _____
<p><b>Cubierta de techo</b></p> <input type="checkbox"/> Igual a sistema de piso <input type="checkbox"/> Lámina metálica <input type="checkbox"/> Lámina de asbesto/plástico <input type="checkbox"/> Cartón o desecho <input type="checkbox"/> Paneles <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Paja <input type="checkbox"/> Teja Tipo de anclaje y separación: _____	<p><b>Forma de la cubierta</b></p> <input type="checkbox"/> Techo plano horizontal <input type="checkbox"/> Inclinado pendiente: _____ % <input type="checkbox"/> Bóveda cilíndrica $\varnothing =$ _____ m <input type="checkbox"/> Cúpula $\varnothing =$ _____ m

**Figura 3.46** Formato de captura de las características del sistema de piso

### Sistema de 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 Apoyada en traves:** es cuando la losa se apoya sobre elementos horizontales de mayor peralte que la losa (traves), y estas a su vez pueden apoyarse en sus extremos en las columnas o muros de carga de la estructura vertical, Figura 3.47.



**Figura 3.47** Losa apoyada en traves

**Losa plana:** el sistema horizontal consiste de una losa, ya sea maciza o aligerada (reticular), que se apoya directamente en las columnas con o sin capitel, Figura 3.48, es decir no existen traves en las que se apoye la losa para la transmisión de cargas.

En el caso de losas aligeradas ya sea con casetones que se retiran después de construida dejando los huecos, o bien con bloques de concreto, de arcilla cocida o de otros materiales como el poliestireno (unicel), los casetones o bloques dejan entre ellos lugar para una retícula de vigas (o nervaduras) de concreto reforzado que son parte integral de la losa plana, integradas con el “firme de compresión” que es la capa de concreto en la cara superior de la losa. Normalmente se dejan nervaduras más anchas en el eje que una columna con columna (nervaduras principales) y se omiten los huecos alrededor de las columnas para dejar una zona maciza amplia equivaliendo en este sistema al capitel.



**Figura 3.48** Losa plana. Nótese las nervaduras principales y la falta de “capitel”

**Vigas y piso de madera:** es un sistema de piso en el cual sus elementos principales están fabricados de madera, como son las vigas principales o secundarias y la superficie de cubierta, construida con tablas, o duelas, ver Figura 3.49.



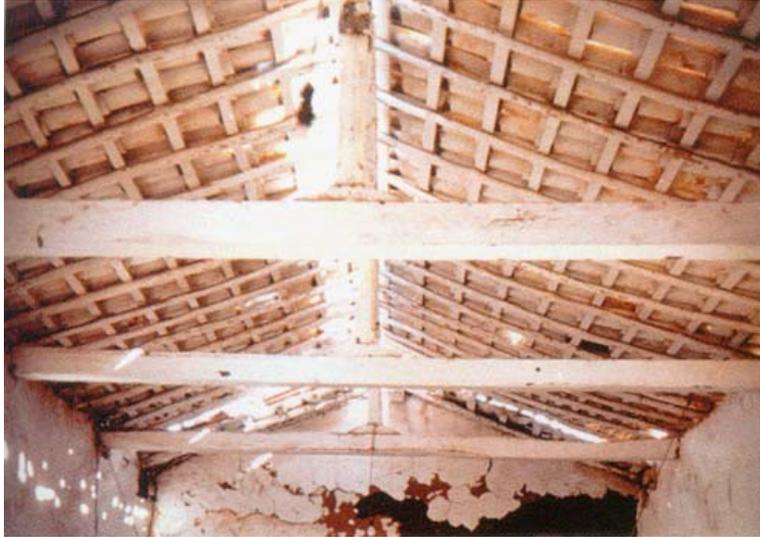
**Figura 3.49 Sistema de piso de madera**

**Vigas y enladrillado (bóveda catalana):** es un sistema de piso en el cual las bóvedas, generalmente de ladrillos de arcilla, se apoyan en vigas de acero, de concreto o incluso de madera como se puede ver en la Figura 3.50. Por lo general la bóveda de ladrillo tiene forma curva (como en arco), sin embargo se construyen también horizontales.



**Figura 3.50 Bóveda catalana (vigas y enladrillado)**

**Vigas, largueros y cubierta:** como se indica, es el sistema conformado por una serie de vigas y largueros entrelazados, sobre los cuales se coloca la cubierta de piso o techo según corresponda. Se deberá indicar la separación que hay entre las vigas, medida en centímetros. El término cubierta se ha dejado como un caso general, ya que se describe en la siguiente subsección, donde la cubierta puede ser de lámina, paneles, madera, paja o teja.



**Figura 3.51 Vigas, largueros y cubierta**

**Armaduras y cubierta:** sistema en el cual la losa o elemento de cubierta se apoya sobre armaduras ya sea metálicas o de madera que hacen las veces de vigas, las cuales pueden variar en formas y dimensiones de acuerdo a los requerimientos de cada construcción. En algunos casos, sobre todo para techumbres, en vez de losa de concreto se usan por paneles de materiales ligeros o láminas.



**Figura 3.52 Armaduras y cubierta**

**Armaduras tridimensionales:** el sostén principal de este sistema está formado por armaduras metálicas tridimensionales sobre las cuales se apoya la losa o la techumbre.

**Arcos de mampostería:** sistema en el cual el sistema de entepiso o de techo está formado por arcos de mampostería. Este es el caso genérico de las iglesias antiguas y otros monumentos históricos, así como de edificios coloniales diversos.

### **Losa de concreto**

En este apartado se deberá indicar cual de los casos generales que a continuación se describen está presente en la estructura en inspección. Además de anotar el espesor total de la losa o sistema en su conjunto, el espesor de la capa de compresión y la distancia entre las viguetas o nervaduras según sea el caso.

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

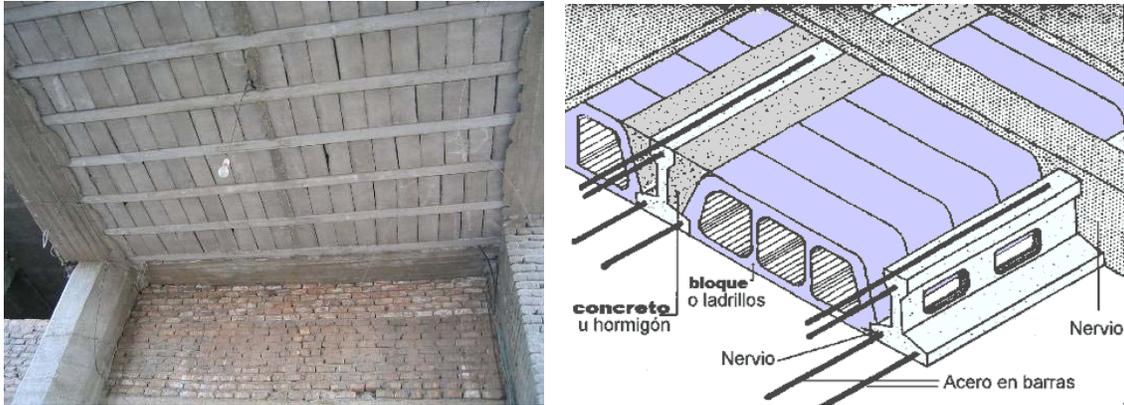
**Losa aligerada (reticular):** este tipo de losa se constituye de un sistema de pequeñas traveses cruzadas (nervios) que forman un retículo, cuyos espacios intermedios pueden ser ocupados por bloques huecos o materiales ligeros con el fin de reducir el peso de la estructura, el acero de refuerzo se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



**Figura 3.53** *Losa aligerada (reticular)*

**Losa prefabricada de concreto:** losas de concreto reforzado fabricadas fuera del sitio de la obra ejemplos de estas serían las losas de vigueta y bovedilla, las losas alveolares, las losas conformadas por vigas prefabricadas-presforzadas.

**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.



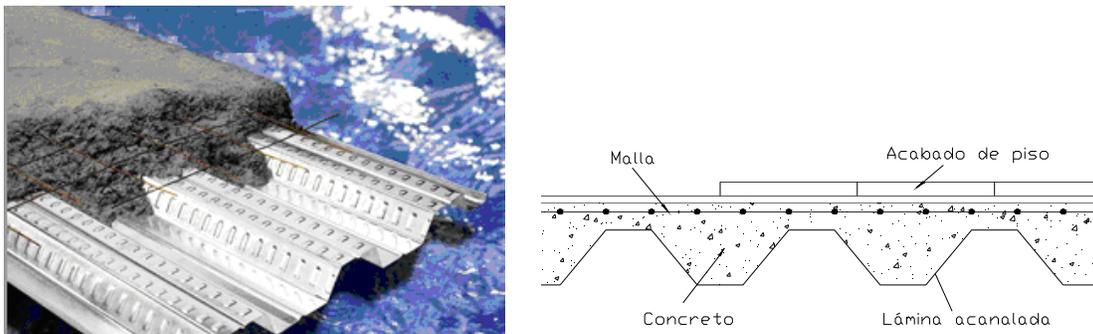
**Figura 3.54** Losa Vigüeta y bovedilla

*Losas alveolares*, son losas huecas de concreto reforzado de poco peralte pretensadas, como se muestra en la Figura 3.55.



**Figura 3.55** Losas alveolares (Soria y navaleno, 2011)

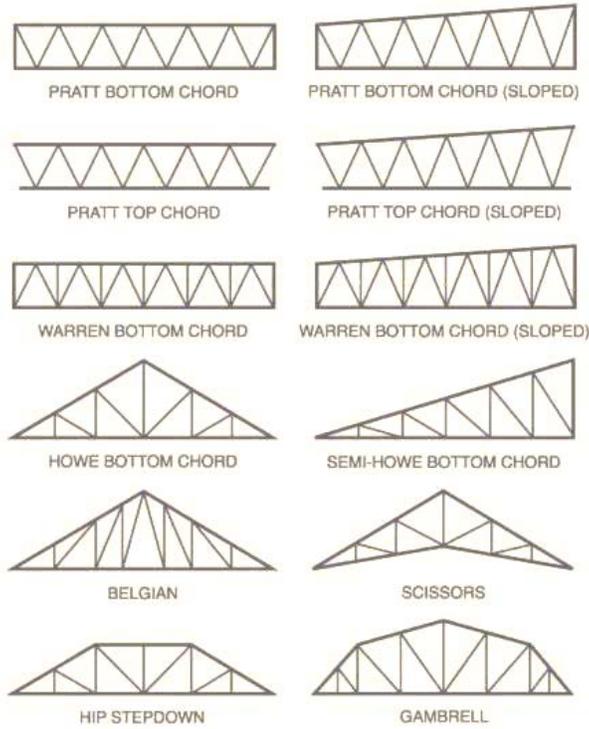
**Lámina acanalada con capa de concreto** (losa-acero): es un sistema de piso que consiste de una lámina acanalada de acero sobre la cual se coloca una capa de concreto con su respectivo refuerzo, ver Figura 3.56.



**Figura 3.56** Losa-acero (Láminas y Acanalados Monterrey, 2011)

**Armaduras**

Son estructuras reticulares formadas por barras rectas interconectadas en nudos formando figuras triangulares o rectangulares en el plano. Para su construcción pueden usarse elementos de madera, barras metálicas, ángulos de acero, canales, etc. Algunos ejemplos de las configuraciones para armaduras se observan en la Figura 3.57.

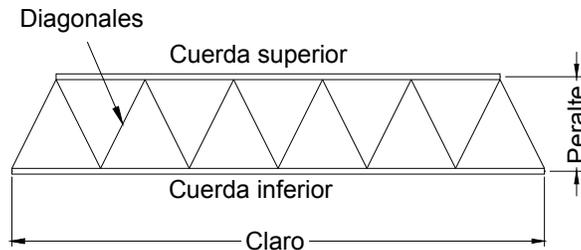


**Figura 3.57 Tipos de armaduras estructurales**

Por lo general, el sistema de piso se forma de un arreglo de armaduras paralelas, que en conjunto soportan a la losa.

En el FORMATO, se debe indicar el material del que esta construida la armadura, además si la armadura tiene un peralte variable se marcará la casilla correspondiente y se anotará el máximo peralte de la armadura.

Otras características solicitadas de la armadura son:



**Figura 3.58 Características físicas de una armadura**

**Claro:** longitud total que cubre la armadura entre cada uno de sus apoyos extremos, será medida en metros.

**Peralte:** altura total de la armadura desde el paño inferior de la cuerda de tensión (cuerda inferior) hasta el paño superior de la cuerda de compresión (cuerda superior). en caso de armadura de peralte variable se anotará el peralte máximo.

**Separación de armaduras:** distancia existente entre dos armaduras, medida en metros de eje de una armadura hasta el eje de la armadura contigua.

**Sección de las cuerdas:** se anotará la forma de la sección transversal de las cuerdas, comúnmente ambas cuerdas presentan la misma sección transversal.

**Sección de las diagonales:** se anotará la forma de la sección transversal de las piezas que conforman el alma de la armadura.

### **Cubierta de techo**

La cubierta del último nivel, es decir la cubierta de techo del edificio 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, aspecto que se mencionará en la siguiente sección.

Por esta razón, se debe indicar el material de cubierta de techo de la estructura de entre las opciones que a continuación se enlistan: lámina metálica, lámina de asbesto/plástico, cartón o desecho, paneles, madera, paja y teja de arcilla. Si la cubierta de techo es igual a la de los demás niveles del edificio esto se indicará en la casilla que así lo indica.

Cuando sea el caso, se deberá anotar el tipo de anclaje entre la cubierta de techo y la estructura de soporte, indicando la separación promedio existente entre cada uno de los anclajes en centímetros.

### **Forma de la cubierta**

Se solicita especificar si la cubierta de techo es plana o abovedada, de ser plana se pide indicar si es horizontal o inclinada y se pide su pendiente en % (ver cálculo de pendiente en la sección 3.2.1.1).

Cuando se tenga el caso que la cubierta de techo tenga configuración circular, se debe indicar si se trata de una bóveda cilíndrica o una cúpula, y se anotará el diámetro del cilindro o de la cúpula según corresponda.



**Figura 3.59** Formas de techo abovedado a) bóveda cilíndrica; b) cúpula

### 3.2.4.5. Planos

Se marcará la casilla correspondiente si se dispone de planos arquitectónico y/o estructural. También se indicará si se cuenta con la memoria de cálculo de la estructura y si la estructura responde a la modalidad de autoconstrucción, es decir cuando los dueños o usuarios construyen sin tener un diseño realizado por un profesional. Se deja abierto un espacio para anotar otros planos distintos a los anteriores, de tenerse la posibilidad de conseguirlos.

Generalmente no se dispone de planos ya sea que no existan o que las personas encargadas o que habitan los inmuebles no los tengan y sea muy complicado conseguirlos. Para esta revisión basta con planos donde se ubiquen los elementos estructurales (muros, columnas), y que contengan las dimensiones de las áreas, crujías y elementos. Si existe la posibilidad, se puede tomar nota de información técnica de planos estructurales (armados, detalles, especificaciones de materiales, etc). Si hay planos pero no es posible tener una copia se deberá hacer un plano simplificado con base en estos. En muchas ocasiones los ocupantes del inmueble cuentan con esquemas simples de la distribución arquitectónica de los espacios, muros, columnas, escaleras etc., pero sin dimensiones y normalmente fuera de escala. Cuando no se tenga ningún tipo de plano se recomienda hacer un croquis cuidando las proporciones y tomar algunas medidas de dimensiones fundamentales: claros, sección de columnas, dimensión total del predio, etc. Si existen planos se debe verificar si concuerdan con la realidad. Con la anterior información se calculará el área del predio, área construida en una planta tipo y área total.

### 3.2.5. Rehabilitación

La rehabilitación es el proceso por el cual se hace una modificación a una estructura, que incluye la reparación y/o el refuerzo para que recupere sus características de funcionalidad y pueda volver a ser usada, o cuando simplemente se trata de mantener en estado funcional a una estructura sin daño.

REHABILITACIÓN		
<b>Tipo</b> <input type="checkbox"/> Arquitectónicas <input type="checkbox"/> Reparación estruct. <input type="checkbox"/> Refuerzo <input type="checkbox"/> Reestructuración	<b>Técnicas empleadas</b> <input type="checkbox"/> Recimentación <input type="checkbox"/> Encamisado concreto <input type="checkbox"/> Encamisado acero <input type="checkbox"/> Muros: malla y mortero <input type="checkbox"/> Contraventeo	<input type="checkbox"/> Adición de muros concreto <input type="checkbox"/> Adición muros mampostería <input type="checkbox"/> Contrafuertes externos <input type="checkbox"/> Fibra carbono / sintéticos <input type="checkbox"/> Otro
Descripción breve: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>		

**Figura 3.60** Captura de datos de la rehabilitación

### 3.2.5.1. Tipo

Para fines del formato de inspección, se ha dividido la rehabilitación en cuatro tipos, que son:

**Arquitectónicas:** todas aquellas reparaciones o arreglos que no afectan a la estructura principal del inmueble como: reparación de acabados, construcción o remoción de muros divisorios, arreglo de plafones, etc.

**Reparación estructural:** proceso mediante el cual se restituyen las características estructurales originales de un edificio o de sus elementos constitutivos, que han sufrido daño por cualquier causa, ya sea un evento sísmico, por efecto del tiempo o el intemperismo. Ejemplos de esto son la reconstrucción de una sección de columna o viga pero manteniendo sus dimensiones originales; inyección de resinas epóxicas en un elemento de concreto agrietado para devolverle su resistencia original; o la sustitución de tornillos o cordones de soldadura en elementos de acero.

**Refuerzo de la estructura:** proceso mediante el cual las características estructurales originales de un edificio, o de sus elementos constitutivos, se modifican respecto a la condición original proporcionando mayor resistencia a la estructura. Por ejemplo encamisado de columnas con placas de acero o concreto reforzado, recubrimiento de muros con una capa de mortero o concreto armado, etc.

**Reestructuración:** proceso por el cual se cambian las condiciones estructurales de un edificio ya sea total o parcialmente. Por lo general adicionando elementos que cambian de manera drástica el sistema estructural original que soporta a un inmueble. Ejemplos de estos es agregar muros de concreto que antes no existían, construir marcos de acero o concreto dentro del edificio o agregar una estructura externa a la edificación como “contrafuertes”.

### 3.2.5.2. Técnicas empleadas

Una vez que, de acuerdo con lo anterior, se ha seleccionado el tipo de rehabilitación a la que ha sido sometido el inmueble, se deberá indicar la o las técnicas empleadas para ello.

**Recimentación,** es la sustitución de la cimentación original o la incorporación de nuevos elementos de cimentación o ampliaciones de los existentes debido a alguna deficiencia en su funcionamiento o algún daño que pueda haber sufrido.

**Encamisado de concreto:** consiste en colocar un refuerzo mediante el armado de refuerzo y el colado del concreto alrededor de un elemento dañado o al cual se requiera incrementar su capacidad.



**Figura 3.61 Encamisado de concreto**

**Encamisado de acero:** es la colocación de un refuerzo de acero estructural exterior en un elemento de concreto que presenta daño o al cual se quiere mejorar su comportamiento estructural.



**Figura 3.62 Encamisado de acero**

**Refuerzo en muro por medio de mallas y mortero**, en este procedimiento se ancla al muro una malla de acero que servirá de refuerzo, para posteriormente cubrirla con una capa de mortero.



**Figura 3.63 Refuerzo en muro con malla y mortero**

**Contraventeo**, generalmente consiste en proporcionar mayor rigidez a una estructura colocando elementos inclinados (contravientos) conectados en zonas de algunos marcos de la misma. Estos elementos pueden ser perfiles de acero, cables e incluso elementos de concreto (o de madera según el tipo de estructura).



**Figura 3.64 Contraviento**

**Adición de muros de concreto**, proporciona mayor rigidez y resistencia a una estructura con la construcción de muros de concreto y su correspondiente liga a la estructura y a la cimentación.

**Adición de muros de mampostería**, solución similar al caso anterior, añadiendo muros de mampostería ya sea de carga o como muros diafragma dentro de marcos estructurales.

**Contrafuertes externos**, se le puede denominar así a la construcción de una estructura adicional en la parte externa de la edificación, principalmente para dotar de apoyo a esta ante desplazamientos laterales. Los contrafuertes son conocidos en el caso de estructuras históricas como las iglesias de mampostería o bien en el caso de bardas, consistiendo de muros perpendiculares a la estructura para restringir las acciones horizontales, pero pueden considerarse como contrafuerte toda estructura externa sea hecha como muros, marcos o armaduras metálicas.

**Fibras de carbono y/o materiales sintéticos**, en este método de reforzamiento se agregan o adhieren capas de fibras sintéticas, a los elementos de la estructura original (generalmente se refuerzan elementos de concreto) para mejorar su resistencia o su capacidad de deformación.



*Figura 3.65 Rehabilitación con fibras de carbono*

Se marcará la sección **otro**, cuando los trabajos de rehabilitación no correspondan con ninguno de los anteriormente indicados, haciendo una breve descripción de los mismos y si es posible un esquema o croquis en el espacio en blanco.

Una vez seleccionada la o las técnicas aplicadas en la rehabilitación se deberá detallar brevemente al respecto en el recuadro para este fin.

### 3.3. EVALUACIÓN DE DAÑOS

#### 3.3.1. Daños generales del inmueble

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, puedan poner en riesgo la estabilidad de la estructura.

En esta sección del FORMATO de inspección se registrarán los daños evidentes que se detecten durante el recorrido. En cuanto a los daños exteriores, estos se han agrupado en problemas geotécnicos y los daños a la estructura propiamente, como se puede ver en la Figura 3.66.

EVALUACIÓN DE DAÑOS		
<b>Problemas geotécnicos</b> <input type="checkbox"/> Grietas en el terreno circundante <input type="checkbox"/> Hundimientos diferenciales <input type="checkbox"/> Deslizamiento de ladera <input type="checkbox"/> Socavación o Erosión	<input type="checkbox"/> Licuación de arenas <input type="checkbox"/> Hundimiento (-) o emersión (+) general = _____ cm <input type="checkbox"/> Inclinación del edificio: _____ %	<b>Estructura</b> <input type="checkbox"/> Colapso total
		<b>Colapso parcial</b> <input type="checkbox"/> Techo <input type="checkbox"/> Planta baja <input type="checkbox"/> Piso intermedio <input type="checkbox"/> Sección del edificio _____ % <input type="checkbox"/> Choque con edificio vecino

Figura 3.66 Evaluación de los daños generales de la estructura

#### 3.3.1.1. Problemas 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 3.67.



Figura 3.67 Grietas en el terreno

**Hundimiento diferenciales**, movimientos descendentes de la superficie del suelo y que tienen lugar de manera diferente en áreas relativamente planas, ver Figura 3.68. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas, naturales o antrópicas, y se puede desarrollar con velocidades variables dependiendo del mecanismo que da lugar a tal fenómeno.



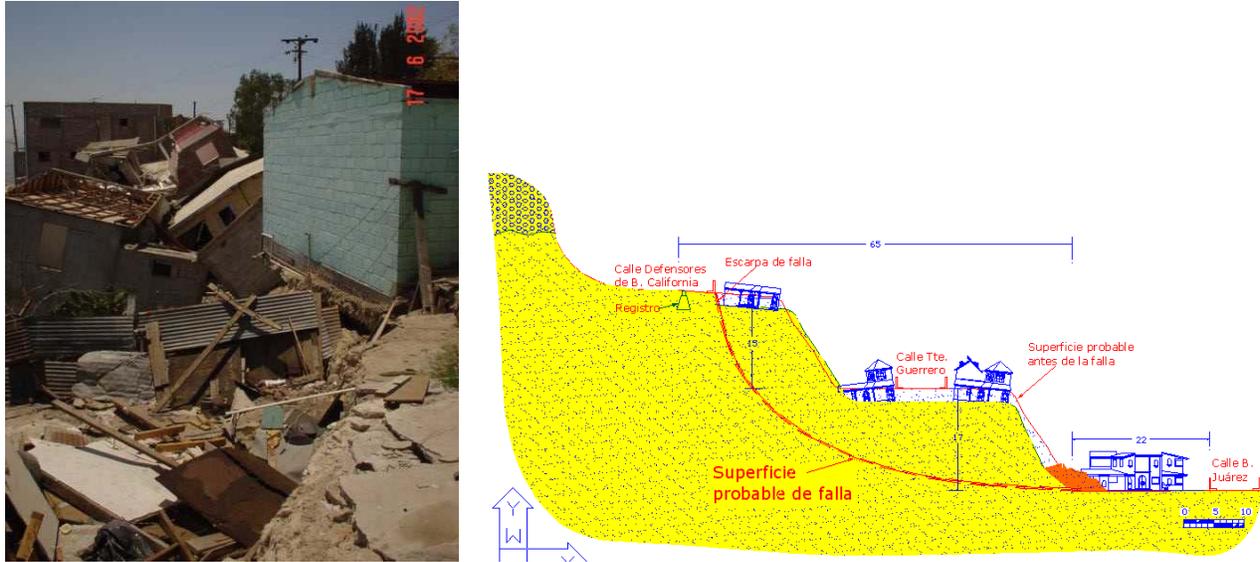
**Figura 3.68** Hundimientos diferenciales

**Erosión o socavación:** proceso de desgaste de la superficie del suelo por acción de las corrientes superficiales de agua o hielo glaciar, el viento o la acción de los seres vivos. La **socavación** es un caso particular de la erosión que consiste en la excavación causada por el agua, especialmente en los lugares donde la corriente encuentra algún obstáculo, puede deberse al embate de las olas contra un acantilado, a los remolinos del agua, o simplemente al paso de un río.



**Figura 3.69** Erosión: a) costera, b) río

**Deslizamiento de ladera:** es el movimiento de una masa de materiales térricos pendiente abajo, delimitada por una o varias superficies, planas o cóncavas, sobre las que se desliza el material inestable (CENAPRED, 2008).



**Figura 3.70** Deslizamiento de ladera con daño a estructuras

La **licuación de arenas** es un proceso observado en situaciones en que la presión de poro es tan elevada que el agregado de partículas pierde toda la resistencia al corte y el terreno su capacidad portante. Se producen en suelos granulares: arenas limosas saturadas, arenas muy finas redondeadas y arenas limpias, entre otros tipos de suelo.

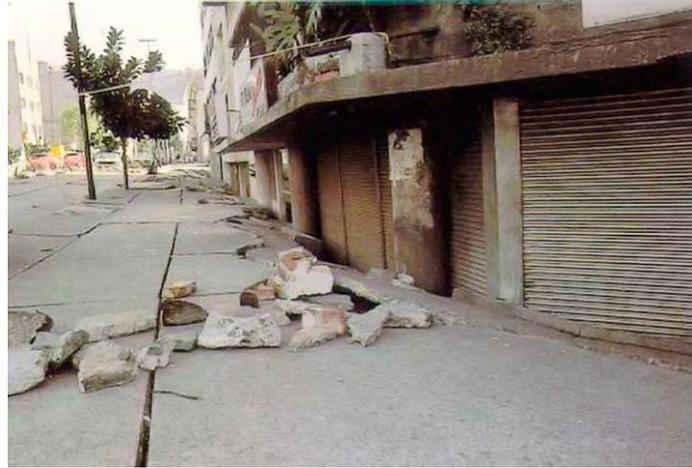


**Figura 3.71** Efecto de la licuación de arenas

La vibración generada durante un terremoto causa un incremento de la presión en los estratos del suelo con agua que reduce la resistencia total del suelo, el exceso de agua emerge a la superficie a través de las grietas del terreno expulsando arena licuada y generando pequeños “volcanes de arena”.

**Hundimiento o emersión generales**, el caso de hundimientos puede ser resultado de la falla de capacidad de carga del terreno de cimentación o de deformaciones inelásticas permanentes. También se pueden encontrar fenómenos de emersión de la estructura o de emersión aparente, provocada por una combinación de efectos como la subpresión del agua en el suelo y el bajo peso de la estructura, en especial cuando se trata de cajones bajo tierra que sustituyeron el peso del suelo excavado. También se puede notar una aparente “emersión” por poseer la estructura una

cimentación que se apoye en capas resistentes profundas mientras que el terreno y estructuras de alrededor se hundien. Se deberá anotar el valor promedio del hundimiento, con signo negativo (ejemplo: -25 cm), o de la emersión con signo positivo (+15 cm).



**Figura 3.72 Hundimiento general**

**Inclinación del edificio (o desplomo)**, es la pérdida de verticalidad general del edificio debido 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 del edificio y se multiplica por 100 para tener porcentaje. Ejemplo: Si con una plomada o instrumentos topográficos se determina un desplazamiento en azotea de 5 cm para un edificio de 12 m de altura (1200 cm), la inclinación se calcula como:

$$\text{Inclinación} = 5 / 1200 \times 100 = 0.42\%$$

**3.3.1.2. Daños a la estructura**

En esta parte del formato se registrarán los daños más severos que haya sufrido la estructura en inspección.

<b>Estructura</b>	<b>Colapso parcial</b>
<input type="checkbox"/> Colapso total	<input type="checkbox"/> Techo
	<input type="checkbox"/> Planta baja
	<input type="checkbox"/> Piso intermedio
	<input type="checkbox"/> Sección del edificio _____ %
	<input type="checkbox"/> Choque con edificio vecino

**Figura 3.73 Daños generales a la estructura**

**Colapso total:** se presenta un daño que puede considerarse equivalente al 100% de la estructura (ver Figura 3.74), 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 3.74 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 del inmueble, se debe distinguir si el daño se concentra en la planta baja, en el último piso (colapso del techo de azotea) o en algún nivel intermedio, esto resulta importante por el nivel de impacto en la estabilidad global del edificio.

De presentarse daño generalizado no sólo en un nivel sino en toda una **sección del edificio**, ya sea vertical u horizontalmente, se debe indicar el porcentaje que ésta área ocupa respecto al total del edificio original sin daño. Algunos ejemplos de colapso parcial se presentan en la Figura 3.75.



**Figura 3.75 Colapso parcial**

Se deberá identificar e indicar la existencia de daños causados por **el choque con alguno de los edificios aledaños**. Un ejemplo de este tipo de daño se muestra en la Figura 3.76.



**Figura 3.76 Daños por choque con el edificio vecino**

### 3.3.2. Daños máximos observables

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 3.77 muestra la tabla, la cual presenta en la columna de su extremo izquierdo un listado de los posibles tipos de daño observables, enumerados del 1 al 12. Cuenta además con seis columnas que corresponden a los elementos estructurales que más comúnmente pueden conformar un inmueble, estos son: columnas, trabes, muros de mampostería, muros de concreto, contravientos y conexiones.

El registro de daños se hará anotando en la casilla correspondiente el número de nivel en que se encuentre el elemento dañado. Por ejemplo: si las grietas inclinadas de mayor severidad en muros de mampostería fueron observadas en un muro del tercer nivel, se anotará N3 en la columna correspondiente a muros de mampostería en el renglón indicado con el número 2; además en este caso se debe anotar también, en las líneas adyacentes, el ancho máximo de grieta que se presenta en el muro.

En la parte inferior de la tabla de daño se anotarán en la columna respectiva, las características geométricas, ancho y peralte total de la sección transversal del elemento al que hace referencia como elemento con daño de mayor severidad, tal como se mostró en la Tabla 3.2.

Para el caso de secciones de concreto reforzado se anotarán en el renglón correspondiente a armado del elemento, la cantidad y el diámetro de las barras de acero de refuerzo longitudinal, el diámetro del refuerzo transversal (estribos) y la separación de los mismos.

Para una sección de acero estructural se registrarán: el ancho y alto de la sección transversal, así como el espesor de las placas que la constituyen.

EVALUACIÓN DE DAÑOS																																																		
<b>Problemas geotécnicos</b> <input type="checkbox"/> Grietas en el terreno circundante <input type="checkbox"/> Hundimientos diferenciales <input type="checkbox"/> Deslizamiento de ladera <input type="checkbox"/> Socavación o Erosión	<input type="checkbox"/> Licuación de arenas <input type="checkbox"/> Hundimiento (-) o emersión (+) general = _____ cm <input type="checkbox"/> Inclinación del edificio: _____ %	<b>Estructura</b> <input type="checkbox"/> Colapso total	<b>Colapso parcial</b> <input type="checkbox"/> Techo <input type="checkbox"/> Planta baja <input type="checkbox"/> Piso intermedio <input type="checkbox"/> Sección del edificio _____ % <input type="checkbox"/> Choque con edificio vecino																																															
<b>Daños máximos observables</b> <span style="float: right;">Anotar la clave de entrepiso (N1, N2, ..., S1...)</span>																																																		
<b>Tipo de daño y características</b>	<b>Columnas</b>	<b>Trabes</b>	<b>Muros</b> mampostería      de concreto		<b>Contraviento</b>	<b>Conexiones</b>																																												
	mm mm	mm mm	mm mm	mm mm	mm mm	mm mm																																												
	cm	cm	cm	cm	cm	cm																																												
Ejemplos de datos que se pueden recabar:	$b \times h / \emptyset$	$b \times h / d \times b_r, t_r$	$t, h_c \times b_c$	$t$	$b \times h / d \times b_r, t_r$	$b \times h$																																												
<b>Sistema de piso / techo</b> <input type="checkbox"/> Colapso Grietas: <input type="checkbox"/> alrededor de columnas al centro del claro sobre las trabes <input type="checkbox"/> en las esquinas del tablero anchura máxima: _____ mm	<b>Porcentaje de elementos dañados en el entrepiso crítico</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Grave</th> <th style="text-align: center;">Medio</th> <th style="text-align: center;">Clave de entrepiso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Columnas</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td></tr> <tr><td>Trabes</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td></tr> <tr><td>Muros concreto X</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td></tr> <tr><td>Muros concreto Y</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td></tr> <tr><td>Muros mampostería X</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td></tr> <tr><td>Muros mampostería Y</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td></tr> <tr><td>Contravientos</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td></tr> <tr><td>Conexiones</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td><td style="text-align: center;">█</td></tr> </tbody> </table>				Grave	Medio	Clave de entrepiso	Columnas	█	█	█	Trabes	█	█	█	Muros concreto X	█	█	█	Muros concreto Y	█	█	█	Muros mampostería X	█	█	█	Muros mampostería Y	█	█	█	Contravientos	█	█	█	Conexiones	█	█	█	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Daño grave</th> <th style="text-align: center;">Medio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="font-size: small;">Columnas, trabes, muros de concreto</td> <td style="font-size: small;">Colapso Grietas por cortante &gt; 2 mm Grietas por flexión &gt; 5 mm Pandeo general Pandeo de placas Pandeo o fractura del refuerzo</td> <td style="font-size: small;">&gt; 1 mm &gt; 2 mm</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Mampostería</td> <td style="font-size: small;">Grietas por cortante &gt; 5 mm G. inclinada en castillo &gt; 1 mm</td> <td style="font-size: small;">&gt; 2 mm ---</td> </tr> </tbody> </table>			Daño grave	Medio	Columnas, trabes, muros de concreto	Colapso Grietas por cortante > 2 mm Grietas por flexión > 5 mm Pandeo general Pandeo de placas Pandeo o fractura del refuerzo	> 1 mm > 2 mm	Mampostería	Grietas por cortante > 5 mm G. inclinada en castillo > 1 mm	> 2 mm ---
	Grave	Medio	Clave de entrepiso																																															
Columnas	█	█	█																																															
Trabes	█	█	█																																															
Muros concreto X	█	█	█																																															
Muros concreto Y	█	█	█																																															
Muros mampostería X	█	█	█																																															
Muros mampostería Y	█	█	█																																															
Contravientos	█	█	█																																															
Conexiones	█	█	█																																															
	Daño grave	Medio																																																
Columnas, trabes, muros de concreto	Colapso Grietas por cortante > 2 mm Grietas por flexión > 5 mm Pandeo general Pandeo de placas Pandeo o fractura del refuerzo	> 1 mm > 2 mm																																																
Mampostería	Grietas por cortante > 5 mm G. inclinada en castillo > 1 mm	> 2 mm ---																																																
<b>DAÑOS EN OTROS ELEMENTOS</b>																																																		
<b>Exteriores</b> <input type="checkbox"/> Vidrios <input type="checkbox"/> Torres de anuncios <input type="checkbox"/> Acabados <input type="checkbox"/> Fachadas <input type="checkbox"/> Balcones		<b>Interiores</b> <input type="checkbox"/> Pretiles <input type="checkbox"/> Tanques elevados <input type="checkbox"/> Bardas <input type="checkbox"/> Otros: _____ <input type="checkbox"/> Muros divisorios o particiones <input type="checkbox"/> Cielos rasos/plafones <input type="checkbox"/> Lámparas <input type="checkbox"/> Escaleras		<input type="checkbox"/> Elevadores <input type="checkbox"/> Instalaciones (Gas, Eléctrica, etc.) <input type="checkbox"/> Derrámes tóxicos																																														

Figura 3.77 Registro de daños

Para muros ya sean de mampostería o concreto se deberá registrar el alto y largo total del muro junto con su espesor.

Para contravientos y conexiones, se deben registrar los mismos datos que para los casos anteriores, de acuerdo al material del que estén constituidos los elementos.

### 3.3.2.1. 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 marcos principales o muros de carga presentan daños tan severos que no son capaces de soportar el peso propio

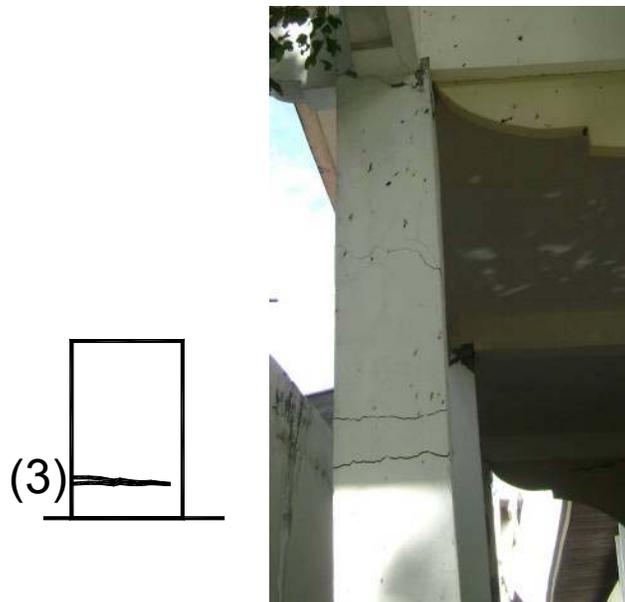
del sistema de piso, en casos extremos la estructura del inmueble se encuentra colapsada (Figura 3.74).

- 2) **Grietas inclinadas** (por cortante): fisuras que se presentan por lo general atravesando toda la dimensión del elemento estructural con una inclinación bastante perceptible formando ángulos de aproximadamente 45 grados con respecto al eje del elemento, ver Figura 3.78, cuya presencia indica que la estructura está o estuvo sometida a la acción de fuerzas de cortante importantes.



**Figura 3.78** Grietas inclinadas: a) esquemático; b) en columnas; c) en muro de mampostería

- 3) **Grietas normales al eje del elemento** (por flexión): aparición de grietas por lo general horizontales en columnas y verticales en vigas, se desarrollan del paño o lecho en tensión del elemento, y progresan hacia el eje del mismo y más allá de él, ver Figura 3.79.



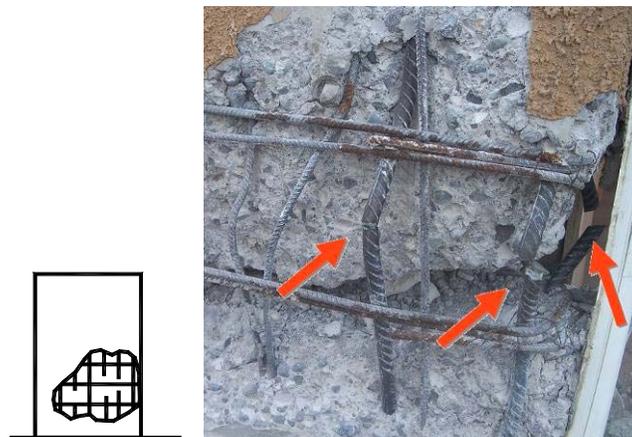
**Figura 3.79** Grietas por flexión: a) esquemático; b) en columnas

- 4) **Desprendimiento del concreto y barras expuestas:** se manifiesta agrietamiento severo, desprendimiento del recubrimiento de concreto con exposición del acero de refuerzo, un ejemplo claro se presenta en la Figura 3.80. 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.



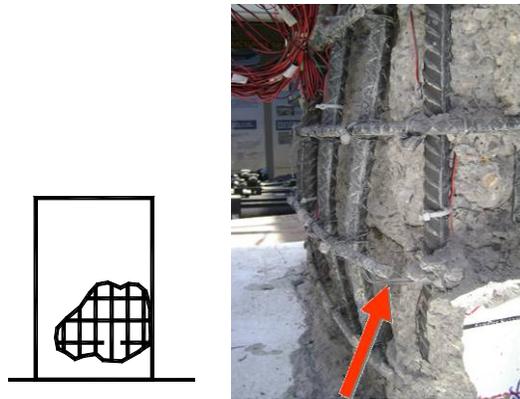
**Figura 3.80 Desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto**

- 5) **Fractura del refuerzo longitudinal:** en este caso se identificará un agrietamiento severo en el elemento estructural con desprendimiento importante del recubrimiento de concreto y la consecuente exposición del acero de refuerzo. Se podrá identificar la falla del acero de refuerzo longitudinal que en algunos casos será debido a tensión pura y en otros por la fatiga ante ciclos repetitivos de pandeo y recuperación/estiramiento a tensión. Ejemplo de este caso se muestra en la Figura 3.81.



**Figura 3.81 Fractura del refuerzo longitudinal**

- 6) **Fractura del refuerzo transversal o estribos:** de manera similar al caso anterior, al contar con un agrietamiento severo y localizado en la zona de falla, con desprendimiento del concreto del recubrimiento, se podrá identificar que los estribos fracturados producto de la demanda de tensiones excesivas como se puede ver en la Figura 3.82.



**Figura 3.82 Fractura del refuerzo transversal**

- 7) **Pandeo de barras de refuerzo longitudinal a compresión:** falla generalizada por aplastamiento de concreto, 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 (ver Figura 3.83).



**Figura 3.83 Pandeo del refuerzo longitudinal:**  
a) esquemático; b) en columna o castillo; c) en trabes

- 8) **Pandeo local de placas:** falla presente en estructuras de acero estructural, se caracteriza por un proceso de inestabilidad local de las placas que conforman el elemento con el posible desprendimiento entre el alma y los patines o placas que forman plegándose hacia fuera de su plano debido a fuerzas de compresión en el plano de la placa como se puede observar en

la Figura 3.84. Se puede presentar en elementos a compresión como columnas y diagonales, o bien el placas a compresión dentro de la sección del elemento como en el caso de patines de traveses a flexión.



**Figura 3.84 Pandeo de placas:** a) esquemático; b) en columna; c) en trabe

- 9) **Pandeo global o inestabilidad:** tipo de falla presente en elementos esbeltos, sometidos a cargas axiales superiores a la crítica de pandeo, consiste en la pérdida de linealidad del eje del elemento, curvándose fuera de su eje longitudinal. Lo más común es que este fenómeno se presente en columnas o diagonales de contraventeo. Aunque las vigas esbeltas y de gran claro también son susceptibles a este fenómeno en su modalidad conocida como pandeo lateral, como se puede observar en la Figura 3.85.



**Figura 3.85 Pandeo global:** a) esquemático b) pandeo lateral de traveses; c) pandeo de un montante de armadura

- 10) **Falla de soldadura:** agrietamiento y posible fractura del cordón de soldadura que une a elementos de acero; este tipo de falla generalmente se manifiesta en las conexiones entre elementos (ver Figura 3.86).



**Figura 3.86** *Falla de soldadura*

- 11) **Falla de conectores (tornillos/remaches):** se da en uniones entre elementos metálicos. Los conectores pueden ser tornillos (con cuerpo roscado y tuerca) o remaches (pernos lisos con cabeza en un lado, que se colocan en caliente deformando por impacto el extremo opuesto), que se usaron hasta la década de los 60. Las fallas pueden tener varias modalidades: cizalla de los conectores por cortante; alargamiento y posible fractura de los conectores por tensión; aplastamiento de las placas conectadas en la zona de conectores; desgarramiento de las placas conectadas (Figura 3.26).



**Figura 3.87** *Falla de conectores (Foto Ismael Vázquez, 2009)*

- 12) **Corrosión del acero:** Son las alteraciones físico-químicas de una sustancia por determinados agentes de la naturaleza. En el caso del acero, la corrosión u oxidación es la reacción química en la cual el metal se combina con el oxígeno del aire degradando su estructura molecular por lo que el elemento estructural pierde material reduciéndose su sección y generando el material de óxido que, en el caso de refuerzo de concreto, se expande agrietando y desconchando al concreto que lo rodea. este fenómeno se da esencialmente por la presencia de humedad en contacto con los elementos de acero.



**Figura 3.88** Corrosión del acero y deterioro de materiales

### 3.3.2.2. Sistema de piso / techo

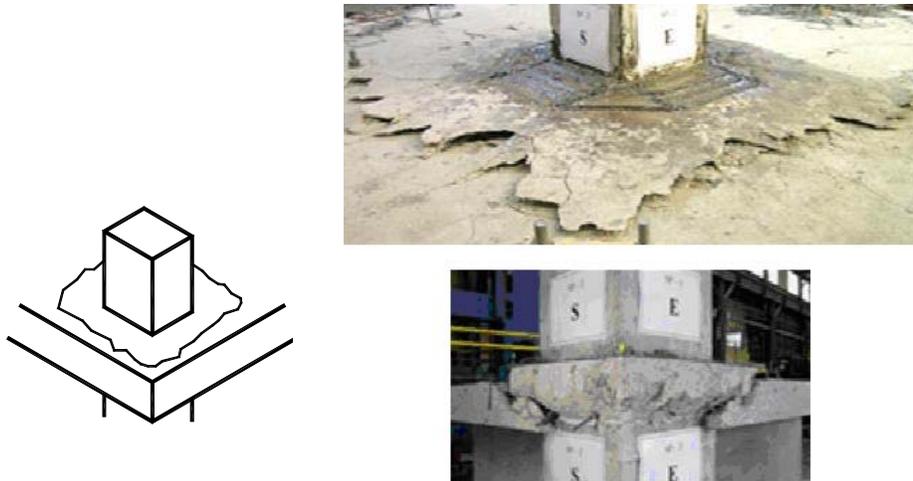
En estos campos se registrarán aquellos daños presentes en la losa de entrepiso o en la de azotea. Anotando el número de nivel (clave de entrepiso) en la casilla correspondiente al daño detectado. En todos los casos de agrietamiento se deberá registrar el ancho máximo de las grietas.

**Colapso:** destrucción y caída de toda o alguna sección de la losa de entrepiso o azotea. Se deberá indicar el o los niveles en que se presenta este tipo de daño (ver Figura 3.89).



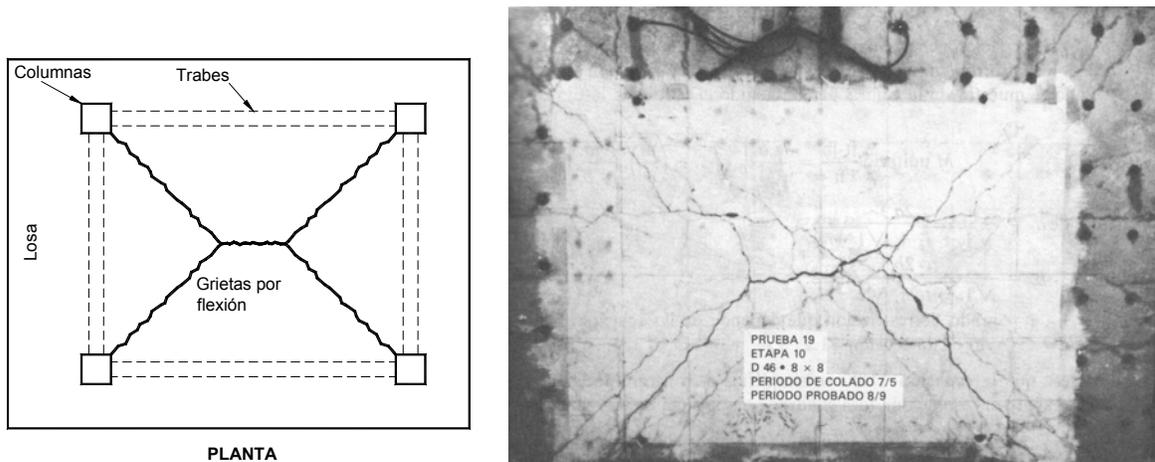
**Figura 3.89** Colapso de techo

**Grietas alrededor de columnas:** grietas relativamente paralelas a los paños de las columnas que se desarrollan en las cercanías de las mismas como se muestra en la Figura 3.90. Estas grietas generalmente se deben a insuficiencia de la resistencia al cortante generado en la unión entre la losa y la columna y se manifiestan especialmente en sistemas de losas planas (sin traveses) que se apoyan directamente en columnas.



**Figura 3.90** Grietas alrededor de columnas (Widiante y otros, 2006)

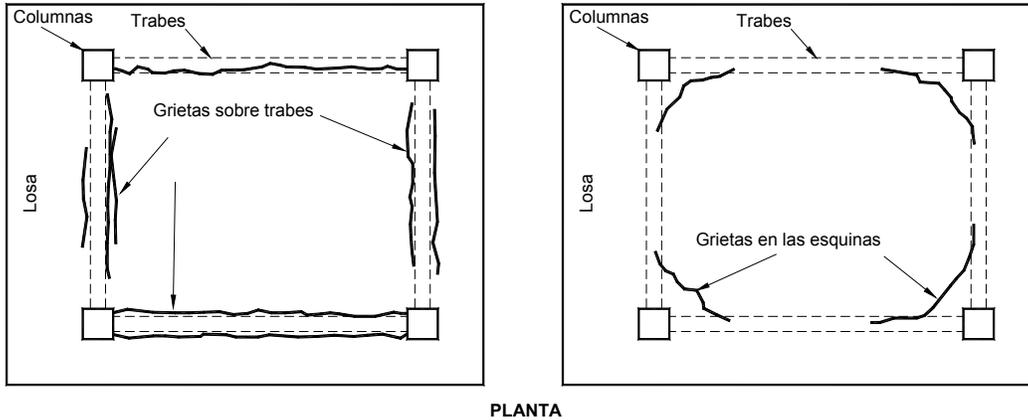
**Grietas de flexión en losas (al centro del claro):** grietas que se desarrollan por la carga vertical en losas. En el caso de losas rectangulares se prolongan de las esquinas hacia el centro formando aproximadamente un ángulo de  $45^\circ$  con los bordes y se unen por otras grietas al centro del tablero dividiendo la losa en triángulos y trapecios (constituyen las conocidas como líneas de fluencia de un tablero), ver Figura 3.91.



**Figura 3.91** Grietas de flexión en losas (líneas de fluencia)

**Grietas sobre las trabes:** aquí se indicará las grietas que se manifiestan en la losa que se encuentren 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 3.92** Grietas en losas sobre trabes perimetrales y en esquinas

### 3.3.2.3. Porcentaje de elementos dañados en el entrepiso crítico

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 (columnas y 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 (trabes, 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 todo el edificio 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 débil, columnas cortas, entrepiso de doble altura, 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 secciones de columnas, cambio de sección o del material de muros o suspensión de éstos, reducciones bruscas del área de pisos o cambio notorio de la geometría del edificio, choque con edificio vecino 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 debe estimar la relación entre el número de elementos que sufrieron el mayor daño, dividido entre el número total de elementos en el entrepiso en cuestión, para cada tipo de elemento estructural.

Esta información se registrará para cada uno de los diferentes tipos de elementos estructurales en una tabla en la que se asentarán por separado en las casillas respectivas, los porcentajes de elementos que presentan daño severo (indicado como grave en la tabla) y daño medio, anotando también la clave del nivel (entrepiso crítico) en que se ubican lo elementos a que se hace referencia.

Porcentaje de elementos dañados en el entrepiso crítico	Clave de entrepiso		
	Grave	Medio	
Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trabes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muros concreto X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muros concreto Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muros mampostería X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muros mampostería Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contraventeos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conexiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Figura 3.93 Registro de daños en entrepiso crítico**

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 el elemento presenta daño grave cuando se identifique cualquiera de las siguientes condiciones.

Para el caso de columnas, trabes y muros de concreto:

Colapso del elemento.

Existencia de grietas de cortante (grietas inclinadas o diagonales respecto al eje longitudinal del elemento) con un ancho mayor de 2 mm.

Existencia de grietas por flexión de más de 5 mm de ancho.

Pandeo global del elemento.

Fractura y/o el pandeo del refuerzo longitudinal y/o transversal en elementos de concreto.

Pandeo de placas en elementos de acero estructural.

Para el caso de muros de mampostería, se considera como daño grave:

Colapso del muro

Grietas por cortante (inclinadas) mayores de 5 mm

Grietas inclinadas en los castillos mayores de 1 mm.

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

En columnas, trabes y muros de concreto:

Grietas por cortante de ancho entre 1 mm y 2 mm

Grietas por flexión de ancho entre 2 mm y 5 mm.

Para el caso de muros de mampostería:

Grietas de cortante con ancho entre 2 mm y 5 mm.

Sin grietas inclinadas en castillos (o menores a 1 mm).

La siguiente tabla, que esta incluida en el formato para una referencia rápida de estos intervalos durante la inspección del inmueble, indica de manera sucinta la información sobre las características de los diferentes tipos y niveles de daño observable en los elementos estructurales más comunes.

		Daño grave	Medio
Mam- postería	Columnas, trabes, muros de concreto	Colapso Grietas por cortante > 2 mm Grietas por flexión > 5 mm Pandeo general Pandeo de placas Pandeo o fractura del refuerzo	> 1 mm > 2 mm
		Grietas por cortante > 5 mm G. inclinada en castillo >1 mm	> 2 mm ---

Figura 3.94 Rangos de daño

### 3.3.3. Daños en otros elementos

Estos otros elementos incluidos dentro de la cédula de recopilación de información para evaluar la seguridad de edificaciones, 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 edificación. En la Figura 3.95 se ilustran este tipo de elementos.

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

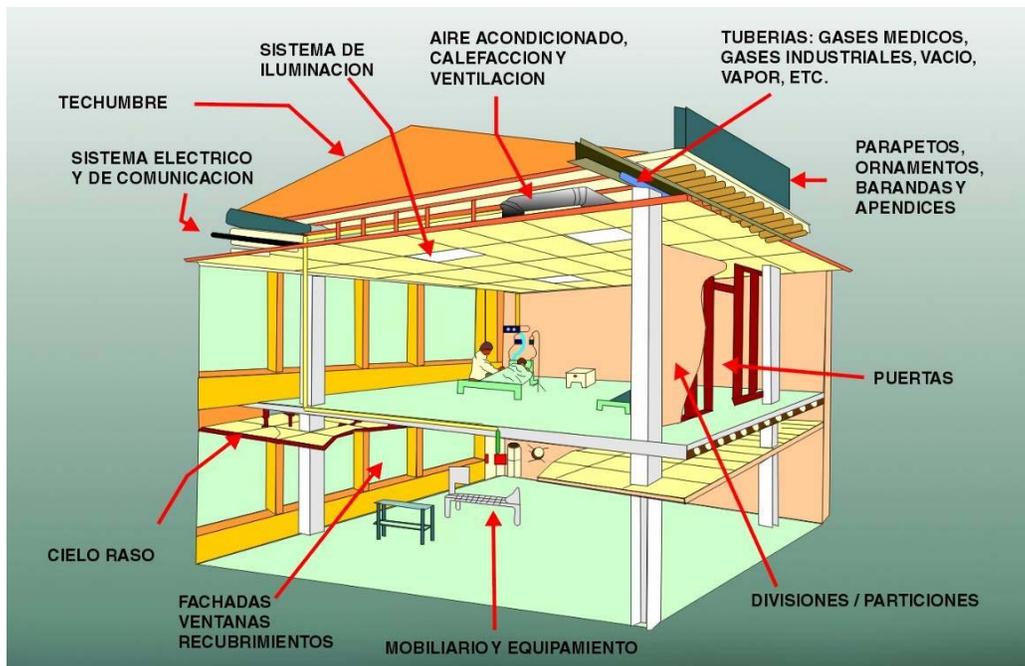


Figura 3.95 Elementos no estructurales (OPS/OMS)

### **3.3.3.1. Daños en elementos exteriores**

Todos aquellos observados en elementos no estructurales ubicados en el exterior del inmueble, incluyendo las fachadas, como se observa en la Figura 3.96, debe marcarse en el listado correspondiente la presencia de daño en:

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

**Torres de anuncios:** colapso, daño de la estructura soporte, inclinación.

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

**Elementos de fachadas.**

**Balcones:** agrietamiento, inclinación, desprendimiento de material.

**Pretils:** agrietamiento o volcamiento

**Tanques elevados:** fisuras, fugas, daños a la estructura de soporte.

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

**Otros:** cualquier otro tipo de daño presente en los elementos no estructurales exteriores. Se describirá en la línea muy brevemente el tipo de elemento y daño.



**Figura 3.96 Daños en elementos exteriores**

### **3.3.3.2. 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.

**Muros divisorios:** agrietamiento, desprendimiento de material, inclinación del muro



**Figura 3.97** *Daño en uros divisorios*

**Cielos rasos / plafones:** agrietamiento o deformación, caída de plafones, ver Figura 3.98.



**Figura 3.98** *Daño en cielos rasos*

**Lámparas:** caída o ruptura de lámparas o soporte de las mismas.

**Escaleras:** agrietamiento en escalones, desprendimiento de material, agrietamiento en elementos de soporte de escaleras, presencia de obstrucciones (Figura 3.99).

**Elevadores:** daños en las paredes del cubo del ascensor, obstrucciones, rompimiento de cables, falla del sistema electromecánico, colapso.

**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.

**Derrames tóxicos:** presencia de fugas en tanques o instalaciones conductoras de sustancias peligrosas, así como encharcamientos de las mismas.



**Figura 3.99** daño en escaleras

### **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 del inmueble dentro del predio.

Croquis de la planta tipo del edificio, cuerpo o área inspeccionada.

Elevación del edificio, cuerpo o área inspeccionada.

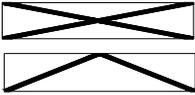
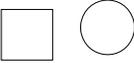
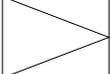
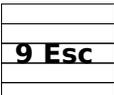
Figuras auxiliares.

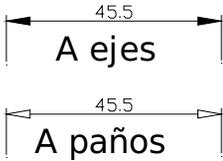
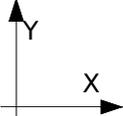
Todos ellos deben estar elaborados de una forma que resulte clara para cualquier persona, deberán mostrar las características relevantes de la estructura en forma muy simplificada como son: dimensiones y distancias entre columnas (claros de las crujeías), ubicación de accesos, escaleras o elevadores, 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 3.3 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.

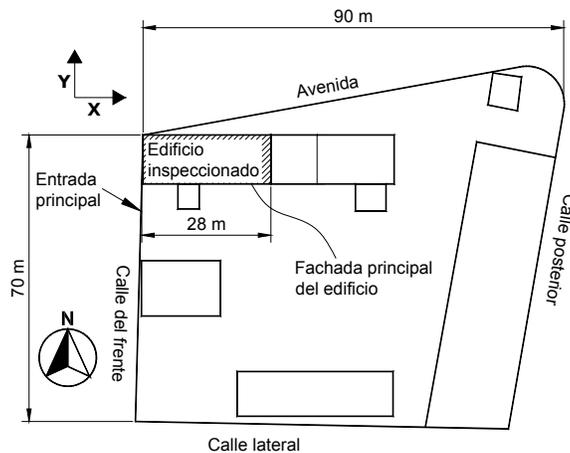
**Tabla 3.3 Simbología sugerida para la elaboración de los croquis de la estructura**

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>Contraventeo</b> Es el conjunto de elementos estructurales dispuestos en forma diagonal para aumentar la rigidez del marco ante acciones laterales.
		<b>Columna de concreto</b> Columna construida de concreto reforzado, se representará en el croquis dibujando su sección transversal orientada conforme al sistema de referencia.
		<b>Columna de acero</b> Columnas formadas a base de perfiles de acero estructural, se debe indicar si la columna es de sección I, cajón o H.
		<b>Trabe de concreto</b> Generalmente rectangular. En los cortes en elevación es conveniente esquematizarla.
		Trabe de acero
		<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 cuenta la escalera.
		<b>Elevador</b>
		<b>Losa</b>

Planta	Elevación	Elemento
		Sólo tiene representación en elevación al ser un elemento horizontal, de ser posible se deberá registrar su espesor dentro del croquis correspondiente.
		<p><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</p>
		<p><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.</p>
		<p><b>Norte geográfico</b>                      Existen varios estilos, lo importante es que quede perfectamente identificado evitando confusiones y que no falte en todos los esquemas.</p>

Cabe mencionar que la simbología sugerida es solo son una representación del elemento correspondiente, por lo que la geometría de cada uno de los elementos como vigas y columnas debe quedar correctamente registrada en el apartado correspondiente del formato.

En el **croquis general del inmueble** se debe ubicar al edificio, 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 coordenado 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 3.100.



**Figura 3.100** Ejemplo de croquis general del inmueble (el eje X se tomó como la fachada principal del Edificio inspeccionado, no se orientó con la calle)

El **croquis de la planta** del edificio, cuerpo o área inspeccionado, 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 columnas, 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 el claro entre columnas en ambas direcciones, mostrando el sombreado típico de columnas para el edificio, además de incluir la localización de estructuras especiales de refuerzo, como contravientos o muros de concreto reforzado, ver Figura 3.101.

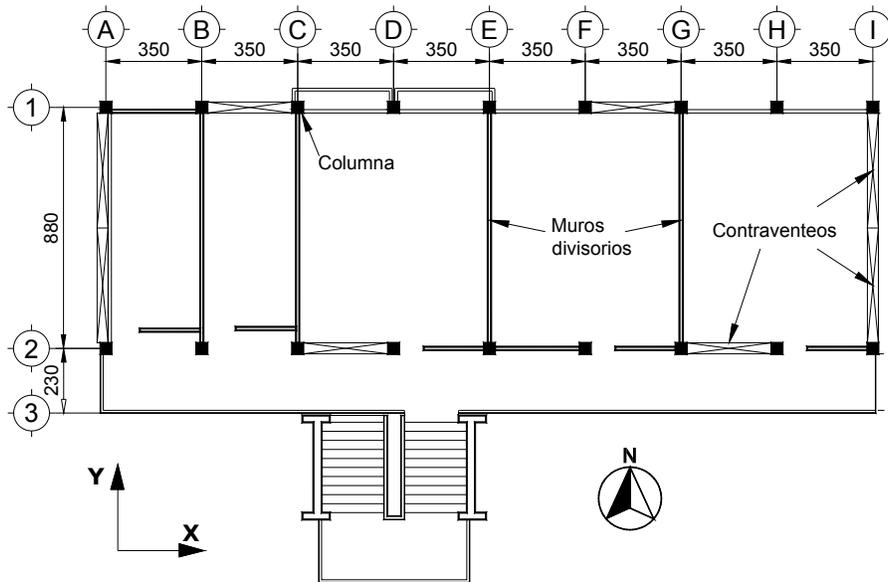


Figura 3.101 Ejemplo de croquis planta tipo de un edificio

En el **croquis de elevación** del inmueble se dibujará de manera clara la configuración de los marcos de la estructura, registrando su altura y claro entre cada uno, además se puede detallar la ubicación de las traveses y sus características geométricas, ver Figura 3.102.

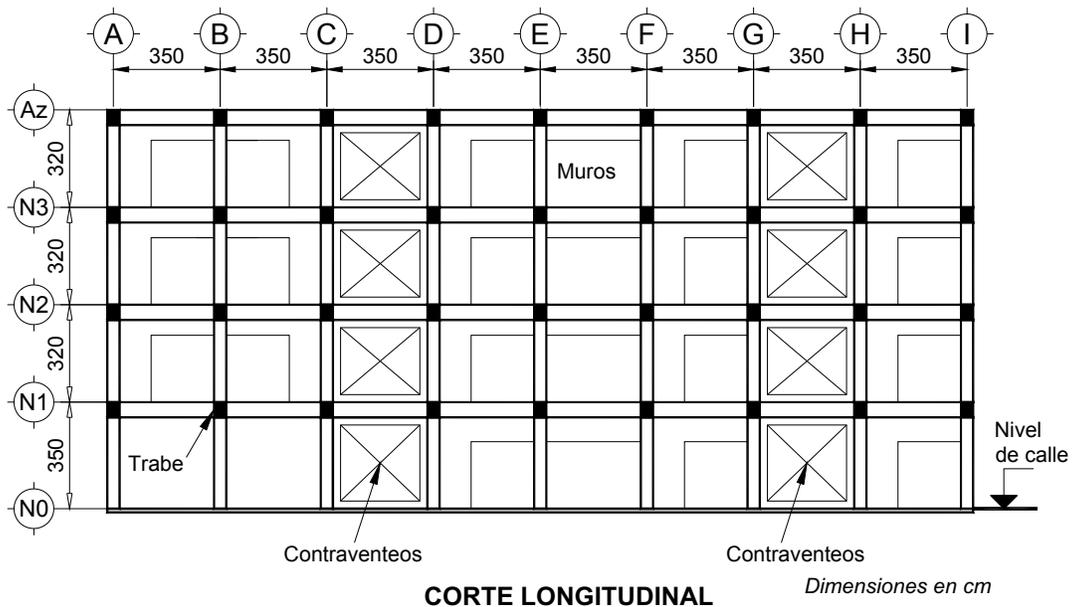
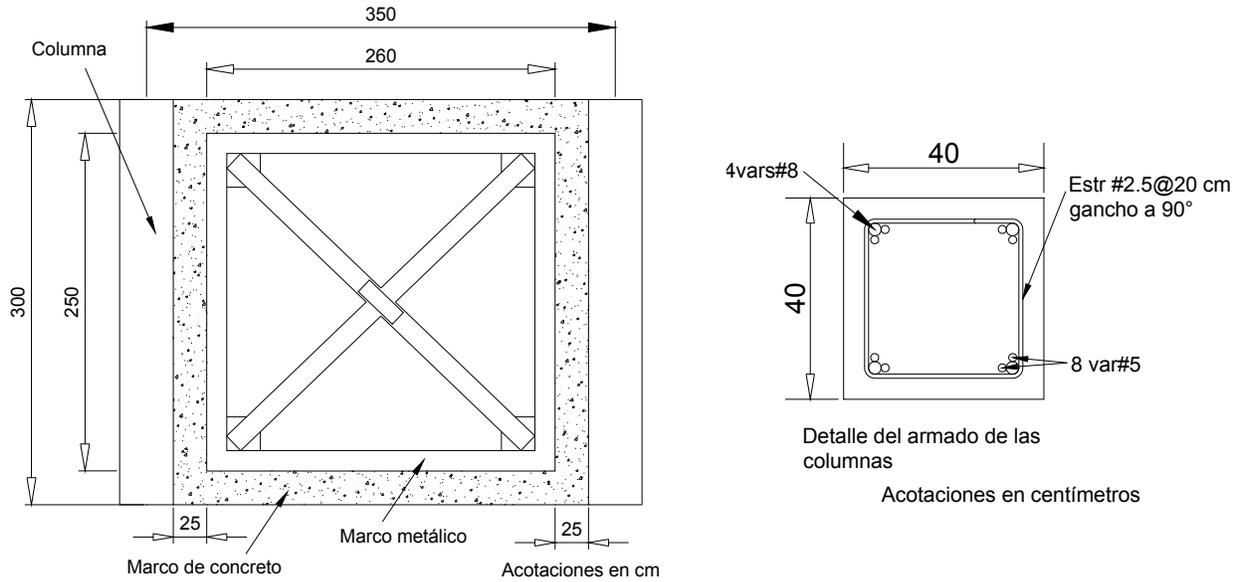


Figura 3.102 Ejemplo de croquis de elevación de una estructura

**Figuras auxiliares**, se elaborarán los esquemas de los detalles que se crean necesarios para representar de forma clara la configuración de la estructura del inmueble, estos esquemas

presentarán de manera clara las estructuras especiales o detalles que se quieran resaltar dentro del inmueble y se considere resultan importantes desde el punto de vista de la seguridad estructural del edificio y de la seguridad física de los ocupantes. En la Figura 3.103 se presenta un par de ejemplos de esquemas auxiliares, en los que se muestra el detalle de un contraventeo y el armado de una columna.



**Figura 3.103 Ejemplos de figuras auxiliares:**  
**a) Detalle de un contraventeo; b) armado de una columna**

**APÉNDICE A**  
**FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA**  
**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL**

# FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Febrero-2011

Fecha:  Hora:  Duración visita:  Clave:

Nombre del evaluador:

Ingeniero o arquitecto  Estudiante Ing/Arq.

## INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE

Nombre del inmueble:

Nombre del edificio/cuerpo/área:  
*(usar un formato por cada edificio/cuerpo/área)* Coordenadas: ( \_\_\_\_\_ N, \_\_\_\_\_ O, \_\_\_\_\_ msnm)

Calle y número:

Colonia/Barrio: Código postal:

Localidad *(pueblo/ciudad)*:

Delegación/Municipio: Estado:

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

Persona contactada/propietario: Cargo o función:

Teléfono: +( \_\_\_\_\_ ) Fax: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

## USO

*(Anotar % de área para cada uso, debe sumar 100%)*

<b>1- Habitacional</b> <input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Multifamiliar <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Dormitorio	<b>3- Educativo</b> <input type="checkbox"/> Preescolar <input type="checkbox"/> Primaria <input type="checkbox"/> Secundaria <input type="checkbox"/> Superior <input type="checkbox"/> Biblioteca <input type="checkbox"/> Museo	<b>5- Reunión</b> <input type="checkbox"/> Centro social <input type="checkbox"/> Templo religioso <input type="checkbox"/> Gimnasio <input type="checkbox"/> Salón baile/juego <input type="checkbox"/> Cine/Teatro/Auditorio <input type="checkbox"/> Estadio	<b>7- Comunicaciones y transportes</b> <input type="checkbox"/> Terminal de pasajeros <input type="checkbox"/> Terminal de carga <input type="checkbox"/> Estacionamiento <input type="checkbox"/> Aeropuerto/Puerto <input type="checkbox"/> Correo / Telégrafo / Teléfono <input type="checkbox"/> Radio / Televisión <input type="checkbox"/> Antena transmisora Otro <input type="checkbox"/> _____	<b>Estructura GRUPO:</b> <input type="radio"/> A <input type="radio"/> B1 <input type="radio"/> B2 <input type="radio"/> C
<b>2- Oficinas / Comercio</b> <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Tienda <input type="checkbox"/> Mercado <input type="checkbox"/> Restaurante	<b>4- Salud /Social</b> <input type="checkbox"/> Hospital <input type="checkbox"/> Clínica <input type="checkbox"/> Asilo <input type="checkbox"/> Estancia infantil	<b>6- Industrial</b> <input type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Taller <input type="checkbox"/> Bodega <input type="checkbox"/> Generac. eléctrica <input type="checkbox"/> De combustibles		

**Ocupación:**  Habitada/en uso  Abandonada/desocupada  Desalojada por daños

Número de ocupantes o capacidad de personas: \_\_\_\_\_

## TERRENO Y CIMENTACIÓN

<b>Topografía</b> <input type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Ladera de cerro <input type="checkbox"/> Rivera río/lago <input type="checkbox"/> Fondo de valle <input type="checkbox"/> Depósitos lacustres <input type="checkbox"/> Costa	<b>Tipo suelo</b> <input type="checkbox"/> Arcilla muy blanda <input type="checkbox"/> Limos o arcillas <input type="checkbox"/> Granular suelto <input type="checkbox"/> Granular compacto <input type="checkbox"/> Roca	<b>SUELO</b> <input type="radio"/> Blando <input type="radio"/> Transición <input type="radio"/> Firme	<b>Cim. Superficial</b> <input type="checkbox"/> Zapatas aisladas <input type="checkbox"/> Zapatas corridas <input type="checkbox"/> Cimiento de piedra <input type="checkbox"/> Losa <input type="checkbox"/> Cajón	<b>Cimentación Profunda</b> <input type="checkbox"/> Pilotes / pilas <input type="checkbox"/> Otro _____
---	--	---	---	--

Nivel freático: \_\_\_\_\_ m Pendiente del terreno: \_\_\_\_\_ % Distancia a río / lago / mar: \_\_\_\_\_ m

## CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

No. de niveles, n = \_\_\_\_\_ Año de construcción: \_\_\_\_\_  
 No. de sótanos: \_\_\_\_\_ Año rehabilitación: \_\_\_\_\_

Apéndices en azotea *(escaleras / elevador / cuarto azotea)*  
 Mezanine *(losa intermedia que no cubre toda la planta)*  
 Piso a media altura *(de los entrepisos tipo)*  
 Escalera externa  
 Semisótano *(primer sótano a medio nivel de calle)*

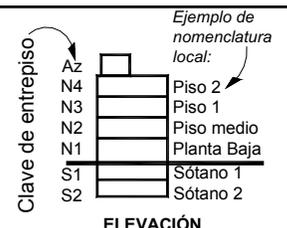
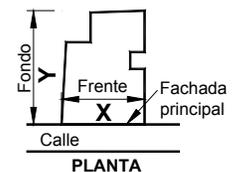
**Instalaciones**

Elevador  Eléctrica  
 Agua potable  Alcantarillado  
 Gas  Otra: \_\_\_\_\_

Área del terreno: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
 Recarga acuíferos: \_\_\_\_\_ %  
 Área de la planta tipo: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

**Dimensiones Generales:**

X = Frente: \_\_\_\_\_ m  
 Y = Fondo: \_\_\_\_\_ m  
 Altura Planta baja: \_\_\_\_\_ m  
 Altura entrepisos: \_\_\_\_\_ m  
 No. cajones estacionamiento: \_\_\_\_\_  
 No. elevadores: \_\_\_\_\_  
 No. escaleras independientes: \_\_\_\_\_



<<logotipos de instituciones participantes>>

## VULNERABILIDAD

Posición en manzana:  Esquina  Medio  Aislado

### Irregularidad en planta

- Asimétrico (efectos de torsión)  
 Aberturas en planta > 20 % (*área o longitud*)  
 Longitud entrantes/salientes > 20 %  
 En "L" u otra geometría irregular

### Irregularidad en elevación

- Planta baja flexible  
 Marcos o muros no llegan a la cimentación  
 Columnas cortas  
 Reducción de la planta en pisos superiores  
 Apoyos a diferente nivel (laderas)  
 Sistemas de entepiso inclinados  
 Grandes masas en pisos superiores  
 Arreglo irregular de ventanas en fachada

### Otras fuentes de vulnerabilidad

- Conexión excéntrica trabe-columna  
 Péndulo invertido/una sola hilera de columnas  
 Un elemento resiste más del 35% del sismo  
 Columna débil-viga fuerte

### Edificio vecino crítico

- No. de pisos: \_\_\_\_\_  
 Separación: \_\_\_\_\_ cm  
 Uso no.: \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
 Marcos  Sin daño  
 Muros  Daño medio  
 Otro  Daño severo  
 Pisos a diferente altura

## SISTEMA ESTRUCTURAL

### Material en muros

- Concreto reforzado  
 Concreto prefabricado  
 Tabicón de concreto (macizo)  
 Bloque de concreto (20x40 cm)  
 Ladrillo de barro macizo  
 Tabique de arcilla hueco  
 Paneles con capa de mortero  
 Madera  
 Piedra  
 Adobe  
 Bahareque (*ramas/lodo*)  
 Material precario (*débil: lámina/cartón/desecho*)  
 Otro: \_\_\_\_\_

### Refuerzo en la mampostería

- Sin refuerzo  
 Mampostería confinada  
 Mampostería mal confinada (*sin refuerzo en puertas/ventanas*)  
 Con refuerzo interior  
 Otro: \_\_\_\_\_

### Sección de elementos predominantes

Forma	Rectangular	Circular	Tubo circular	Secc H / I	Cajón	Secc L	Armadura	Material	Sección
Columnas	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>						
Trabes Principales	<input type="checkbox"/>	Acero	<input type="checkbox"/>						
Trabes Secundarias	<input type="checkbox"/>	Prefabricado	<input type="checkbox"/>						
Diagonales	<input type="checkbox"/>	Madera	<input type="checkbox"/>						

Diagramas de secciones:  
 Rectangular:  $h$ ,  $b$   
 Circular:  $\varnothing = D$   
 Tubo circular:  $d$ ,  $bf$ ,  $tf$   
 Secc H / I:  $h$ ,  $b$ ,  $tf$   
 Cajón:  $b$ ,  $t$   
 Secc L:  $b$ ,  $t$   
 Armadura:  $2L$ ,  $b \times t$

Ejemplo:  $b \times h$

### ESTRUCTURA PRINCIPAL VERTICAL

	Planta Baja		Niveles Tipo		Sótano	Apéndice	Cubos (escaleras / elevador)
	X	Y	X	Y			
<b>Marcos</b>	Acero	<input type="checkbox"/>					
	Concreto	<input type="checkbox"/>					
	Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>					
	Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>					
	Madera	<input type="checkbox"/>					
<b>Contrav.</b>	Acero	<input type="checkbox"/>					
	Concreto	<input type="checkbox"/>					
	Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>					
<b>Muros</b>	De carga mampostería	<input type="checkbox"/>					
	Diagrama mampost.	<input type="checkbox"/>					
	De concreto con vigas de acoplamiento:	<input type="checkbox"/>					

### Marcos en el entepiso representativo

Número de marcos paralelos: a X: \_\_\_\_\_ a Y: \_\_\_\_\_  
 Claro promedio: X = \_\_\_\_\_ m Y = \_\_\_\_\_ m  
 Número total de columnas: \_\_\_\_\_ (*en todo el entepiso*)  
 No. crujías con contraviento: en X: \_\_\_\_\_ en Y: \_\_\_\_\_  
 No. crujías con muro diafragma: en X: \_\_\_\_\_ en Y: \_\_\_\_\_

### Muros en el entepiso representativo

Suma de longitudes de muros y espesor (t):  
 De concreto:  $\sum Lx =$  \_\_\_\_\_ m,  $\sum Ly =$  \_\_\_\_\_ m,  $t =$  \_\_\_\_\_ cm  
 De mampostería:  $\sum Lx =$  \_\_\_\_\_ m,  $\sum Ly =$  \_\_\_\_\_ m,  $t =$  \_\_\_\_\_ cm

### SISTEMA DE PISO / TECHO

#### Sistema de piso

- Losa apoyada en trabes  
 Losa plana (*sin trabes*)  
 Vigas y piso de madera  
 Vigas y enladrillado (*bóveda catalana*)  
 Vigas, largueros y cubierta  
 Armaduras y cubierta  
 Armaduras 3D  
 Arcos de mampostería

Distancia a ejes de:  
 Trabes secundarias: \_\_\_\_\_ cm  
 Vigas, viguetas o nervaduras: \_\_\_\_\_ cm  
 Largueros: \_\_\_\_\_ cm

#### Cubierta de techo

- Igual a sistema de piso  
 Lámina metálica  
 Lámina de asbesto/plástico  
 Cartón o desecho  
 Paneles  
 Madera  
 Paja  
 Teja

Tipo de anclaje y separación: \_\_\_\_\_

#### Losa de concreto

- Maciza  
 Aligerada (*reticular*)  
 Prefabricada de concreto  
 Vigüeta y bovedilla  
 Lámina acanalada con capa de concreto (*Losa-acero*)  
 Espesor total: \_\_\_\_\_ cm  
 Capa compresión: \_\_\_\_\_ cm

#### Armaduras

- De acero  De madera  
 Peralte variable  
 Claro: \_\_\_\_\_ m, Peralte: \_\_\_\_\_ m  
 Separación armaduras: \_\_\_\_\_ m  
 Sección cuerdas: \_\_\_\_\_  
 Secc. diagonales: \_\_\_\_\_

#### Forma de la cubierta

- Techo plano horizontal  
 Inclinado pendiente: \_\_\_\_\_ %  
 Bóveda cilíndrica  $\varnothing =$  \_\_\_\_\_ m  
 Cúpula  $\varnothing =$  \_\_\_\_\_ m

Planos:  Arquitectónico  Estructural  Memoria de cálculo  Autoconstrucción (*sin cálculo*) Especificar: \_\_\_\_\_

## REHABILITACIÓN

### Tipo

- Arquitectónicas  
 Reparación estruct.  
 Refuerzo  
 Reestructuración

### Técnicas empleadas

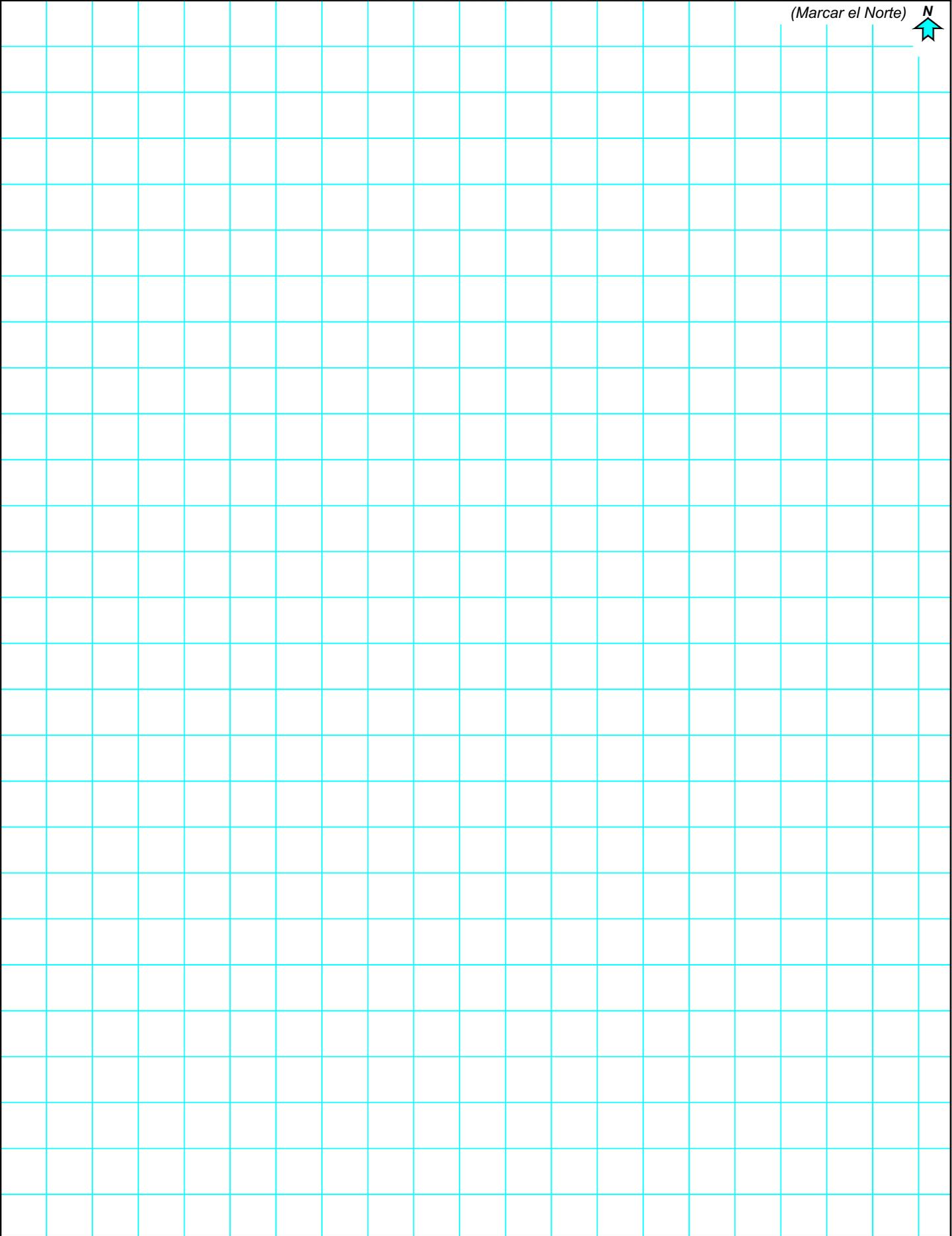
- Recimentación  
 Encamisado concreto  
 Encamisado acero  
 Muros: malla y mortero  
 Contraventeo  
 Adición de muros concreto  
 Adición muros mampostería  
 Contrafuertes externos  
 Fibra carbono / sintéticos  
 Otro

Descripción breve:



**CROQUIS DEL INMUEBLE**

(Marcar el Norte)  N



**APÉNDICE B**  
**FORMATO EN INGLÉS**

# FORM FOR STRUCTURAL ASSESSMENT

February-2010

Date:  Time:  Duration:  Bldg code:

Inspector name: \_\_\_\_\_

Engineer or architect:  Student  Graduate  Other

## GENERAL INFORMATION OF PROPERTY

Property name: \_\_\_\_\_

Building/division/area name: \_\_\_\_\_  
*(one form for each building/division/area)*

Coordinates: ( \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ msnm)

Street and No.: \_\_\_\_\_

Suburb/neighborhood: \_\_\_\_\_ ZIP Code: \_\_\_\_\_

Locality (town/city): \_\_\_\_\_

District/Municipality/County: \_\_\_\_\_ State/Province: \_\_\_\_\_

Points of reference: \_\_\_\_\_  
*(between streets "A" & "B", notable site, etc.)*

Owner / contact person: \_\_\_\_\_ Responsibility of contacted person: \_\_\_\_\_

Phone number: +( \_\_\_\_\_ ) Fax: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

## BUILDING USE

*(Give % area for each use, must sum 100%)*

<b>1- Housing</b> <input type="checkbox"/> One-family <input type="checkbox"/> Multifamily <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Dormitory	<b>3- Educational</b> <input type="checkbox"/> Kinder <input type="checkbox"/> Elementary <input type="checkbox"/> High school <input type="checkbox"/> University <input type="checkbox"/> Library <input type="checkbox"/> Museum	<b>5- Meeting</b> <input type="checkbox"/> Social center <input type="checkbox"/> Church <input type="checkbox"/> Gym <input type="checkbox"/> Dance hall <input type="checkbox"/> Cinema/Theater/Aud. <input type="checkbox"/> Stadium	<b>7- Communication and transportation</b> <input type="checkbox"/> Passengers terminal <input type="checkbox"/> Cargo terminal <input type="checkbox"/> Parking place <input type="checkbox"/> Airport / Harbour <input type="checkbox"/> Mail / Telegraph/ Telephone <input type="checkbox"/> Radio / TV <input type="checkbox"/> Communication antenna	<b>Importance GROUP:</b> <input type="radio"/> A <input type="radio"/> B1 <input type="radio"/> B2 <input type="radio"/> C

**Occupancy status:**  Occupy/in use  Abandon/not occupy  Not used by damages

Number of occupants or people capacity: \_\_\_\_\_

## LAND AND FOUNDATION

<b>Topography</b> <input type="checkbox"/> Flat terrain <input type="checkbox"/> Hillside <input type="checkbox"/> Riverside <input type="checkbox"/> Valley <input type="checkbox"/> Lake deposits <input type="checkbox"/> Coastline	<b>Subsoil type</b> <input type="checkbox"/> Very soft clay <input type="checkbox"/> Fine soil (clay / lime) <input type="checkbox"/> Loose granular <input type="checkbox"/> Compact granular <input type="checkbox"/> Rock	<b>SOIL</b> <input type="radio"/> Soft <input type="radio"/> Intermediate <input type="radio"/> Hard	<b>Superficial (sallow)</b> <input type="checkbox"/> Single-column footing <input type="checkbox"/> Continuous strip footing <input type="checkbox"/> Stone footing <input type="checkbox"/> Slab <input type="checkbox"/> Mat foundation	<b>Deep foundation</b> <input type="checkbox"/> Pile <input type="checkbox"/> Other _____
--	---	---	--	---

subsoil water level: \_\_\_\_\_ m Terrain slope: \_\_\_\_\_ % Distance to lake / river / sea: \_\_\_\_\_ m

## STRUCTURE CHARACTERISTICS

No. of stories, n = \_\_\_\_\_ Construction year: \_\_\_\_\_

No. of basements: \_\_\_\_\_ Rehabilitation year: \_\_\_\_\_

Total property area: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Green area (rain infiltration): \_\_\_\_\_ %

Average-story area: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

**General Dimensions:**  
 X = Front: \_\_\_\_\_ m  
 Y = Deep: \_\_\_\_\_ m  
 First story (N1) height: \_\_\_\_\_ m  
 Average-story height: \_\_\_\_\_ m  
 No. of parking places: \_\_\_\_\_  
 No. Elevators: \_\_\_\_\_  
 No. different staircase: \_\_\_\_\_

**Facilities**

<input type="checkbox"/> Elevator	<input type="checkbox"/> Electrical
<input type="checkbox"/> Drinking-water	<input type="checkbox"/> Waste water
<input type="checkbox"/> Gas	<input type="checkbox"/> Other: _____

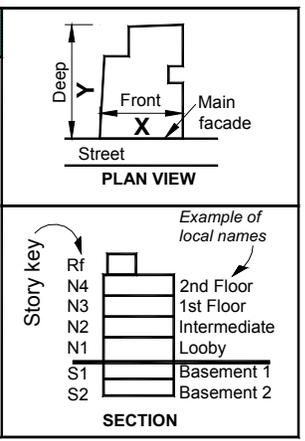
Roof appendix (staircase / elevator)

Mezzanine (intermediate slab)

Slab level at middle of type-stories

External staircase

Street level at the middle of first basement



# VULNERABILITY

Location in block:  Corner  Middle  Aisle

## Plan irregularities

- Asymmetric (storey torsion)
- Floor openings > 20 % (*length or area*)
- Concave perimeter line > 20 %
- "L" plan or another irregular shape

## Vertical irregularities

- Soft story
- Frames or walls don't reach foundation
- Short columns
- Area reduction in upper floors
- Foundation at different level (in hillside)
- Inclined floor systems
- Higher weights in upper floors
- Random opening pattern in facade

## Another vulnerability sources

- Eccentric beam-to-column joint
- Inverted pendulum/only one line of columns
- One element resist more than 35% of EQ
- Weak col-strong beam

## Critical next-building

- No. of storeys: \_\_\_\_\_
- Gap separation : \_\_\_\_\_ cm
- Use no:  : \_\_\_\_\_
- Frames
  - Walls
  - Other
  - No damage
  - Medium damage
  - Severe damage
  - Different slab level

# STRUCTURAL SYSTEM

## Material in walls

- Reinforced concrete (RC)
- Precast concrete
- Solid concrete block
- Concrete block (20x40 cm)
- Solid clay brick
- Hollow clay brick
- Panels covered with mortar
- Wood
- Stone
- Adobe
- Bahareque (*branches/mud*)
- Weak material (*metal sheet/cardboard/waste*)
- Other: \_\_\_\_\_

## Reinforcement in masonry walls

- Unreinforced (*plan*)
- Confined masonry
- Poorly confined masonry (*no reinforced around openings*)
- Interior reinforced
- Other: \_\_\_\_\_

## Shape in predominant elements

Shape	Rectangular	Circular	Circular pipe	H / I Section	Box	L Section	Truss	Material	Concrete	Steel	Precast	Wood	Section
Columns	<input type="checkbox"/>	_____											
Main Beams	<input type="checkbox"/>	_____											
Secondary Beams	<input type="checkbox"/>	_____											
Bracing ( <i>diagonals</i> )	<input type="checkbox"/>	_____											

Example:  $b \times h$     $\varnothing = D$     $d$     $bf$     $tf$     $h$     $b$     $tf$     $b$     $t$     $2L \ bxt$

## MAIN VERTICAL STRUCTURE

	First story		Average story		Basement	Appendix	Vertical access (stairway / elevator)
	X	Y	X	Y			
<b>Frames</b>							
Steel	<input type="checkbox"/>						
Concrete	<input type="checkbox"/>						
Precast concrete	<input type="checkbox"/>						
Flat floor & columns	<input type="checkbox"/>						
Wood	<input type="checkbox"/>						
<b>Braced</b>							
Steel	<input type="checkbox"/>						
Concrete	<input type="checkbox"/>						
Several stories	<input type="checkbox"/>						
Cables	<input type="checkbox"/>						
<b>Walls</b>							
Load bearing, masonry	<input type="checkbox"/>						
Infill, masonry	<input type="checkbox"/>						
Concrete walls with coupling beams:	<input type="checkbox"/>						

## FLOOR / ROOF SYSTEM

### Floor System

- Two-way slab
- Flat slab (*no beams*)
- Beams and floor of wood
- Beams and clay brick deck (*Catalan vault*)
- Beams, joist (rafter) and deck
- Trusses and deck
- 3D Truss
- Masonry arc

Distance between axes of:  
 Secondary beams: \_\_\_\_\_ cm  
 Beams, joists or ribs : \_\_\_\_\_ cm  
 Rafters/stringers: \_\_\_\_\_ cm

### Roof Deck

- Same as floor system
- Corrugated metal sheet
- Asbest / plastic sheet
- Cardboard
- Panels
- Wood
- Grass
- Clay tile

Fastener type and separation: \_\_\_\_\_

### Reinforced Concrete Slab

- Solid
- Grid slab (*two-way joist*)
- Precast, concrete system
- Precast joist slab (*one-way*)
- Composed metal sheet and concrete cover

Total slab thickness: \_\_\_\_\_ cm  
 Solid cover thickness: \_\_\_\_\_ cm

### Trusses

- Steel
- Wood
- Variable depth
- Span: \_\_\_\_\_ m, Tot. depth: \_\_\_\_\_ m
- Trusses separation: \_\_\_\_\_ m
- Shape of cords: \_\_\_\_\_
- shape diagonals: \_\_\_\_\_

### Deck Geometry

- Flat and horizontal
- Inclined, slope = \_\_\_\_\_ %
- Cilindric vault  $\varnothing =$  \_\_\_\_\_ m
- Spherical dome  $\varnothing =$  \_\_\_\_\_ m

## Frame in typical story

Number of frames paralel to: X: \_\_\_\_\_ to Y: \_\_\_\_\_

Average span: X = \_\_\_\_\_ m Y = \_\_\_\_\_ m

Total number of columns: \_\_\_\_\_ (*in the story*)

Num. of braced spans: at X: \_\_\_\_\_ at Y: \_\_\_\_\_

Num. of infill wall spans: at X: \_\_\_\_\_ at Y: \_\_\_\_\_

## Walls in typical story

Sum of wall length, and thickness (t):

Concrete walls:  $\Sigma Lx =$  \_\_\_\_\_ m,  $\Sigma Ly =$  \_\_\_\_\_ m,  $t =$  \_\_\_\_\_ cm

Masonry walls:  $\Sigma Lx =$  \_\_\_\_\_ m,  $\Sigma Ly =$  \_\_\_\_\_ m,  $t =$  \_\_\_\_\_ cm

Plans:  Architectural  Structural  Design documentation  Self-build (no design) Specify: \_\_\_\_\_

# REHABILITATION

## Type

- Architectonic
- Repair
- Strengthening
- Restructuring

## Used techniques

- New Foundation
- Concrete jacketing
- Steel jacketing
- Wall mesh and mortar
- Add braced
- Add concrete walls
- Add masonry walls
- External buttress
- Carbon fiber jacketing
- Other

Brief description:

# DAMAGE ASSESSMENT

## Geotechnical problems

- Cracks in surrounding terrain
- Differential settlements
- Land slide
- Socavation or Erosion
- Soil liquefaction
- Settlement (-) or uplift (+) general = \_\_\_\_\_ cm
- Building inclination: \_\_\_\_\_ %

## Structure

- Collapse

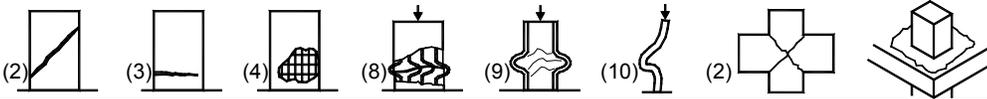
## Partial collapse

- Roof
- First story
- Other story
- magnitude \_\_\_\_\_ %
- Building pounding

## Maximum visible damage

Give story key (N1, N2, ..., S1...)

Type and characteristics	Columns	Beams	Walls		Bracing	Beam-column Joints
			masonry	concrete		
1- Collapse / general damage	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2- Inclined cracks ( <i>shear cracks</i> )	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3- Normal to axis cracks ( <i>flexion cracks</i> )						
4- Concrete crushing and exposed reinf.						
5- Fracture of longitudinal reinforcement						
6- Fracture of transversal reinf. (hoops)						
7- Compression bar buckling						
8- Plate buckling						
9- General buckling						
10- Wedge failure						
11- Fasteners failure (screw/ribs)						
12- Steel corrosion						
Reinforcement (for concrete section)						
Distance between hoops / stiffeners	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Shape	Example of data: $b \times h / \emptyset$	$b \times h / d \times b_f, t_f$	$t, h_c \times b_c$	$t$	$b \times h / d \times b_f, t_f$	$b \times h$



## Roof / floor system

- Collapse
- Cracks:
  - around columns
  - midspan
  - on beams
  - slab corners
- thickness: \_\_\_\_\_ mm

## Percentage of damaged elements at critical story

	Severe	Moderate	Story key
Columns	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beams	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Concrete walls X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Concrete walls Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Masonry walls X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Masonry walls Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bracing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beam-column joints	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Severe damage	Moderate
Columns, beams concrete walls	Collapse Shear cracks > 2 mm Flexion cracks > 5 mm General buckling Plate buckling Reinforcement buckling or fracture	> 1 mm > 2 mm
Masonry	Shear cracks > 5 mm Inclined cracks in tie-column	> 2 mm ---

## NON STRUCTURAL DAMAGE

### Exterior

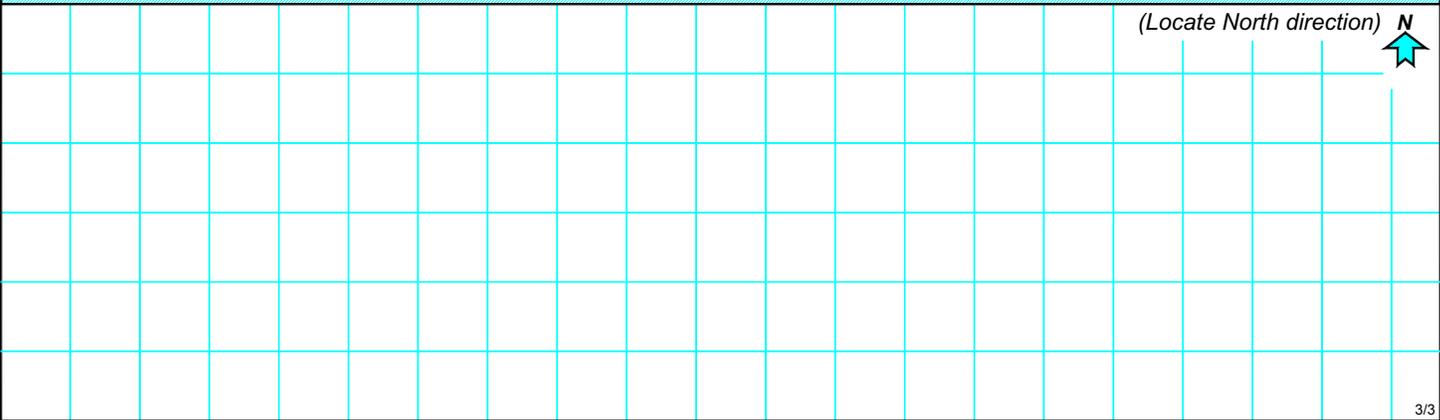
- Windows
- Structure for publicity
- Ornaments
- Facade
- Balcony
- Parapets
- Water deposits
- Fence wall
- Others: \_\_\_\_\_

### Interior

- Partition walls
- Ceilings
- Lamps
- Stairways
- Elevators
- Line services (Gas, Elec., Plumb...)
- Chemical substances

## Drawings

(Locate North direction)



## REFERENCIAS

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.

Pacheco M.A., Flores L.E., López O. y Reyes C. (2005), “Cartilla breve para refuerzo de la vivienda rural de autoconstrucción contra sismo y viento”, Centro Nacional de Prevención de Desastres, ISBN 970-628-877-5, septiembre de 2005, México, 23 pp.

Rodríguez M. y Castrillón E. (1995), “Manual de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones”, Informe 569 del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, septiembre de 1995, 57 pp.

SMIS (1998), “Manual de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones”, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica A.C. y Departamento del Distrito Federal, ISBN 968-5094-00-4, México, 84 pp.

Soria y Navaleno (2011), foto tomada de la página Web: <http://soriaynavaleno.blogspot.com>, enero de 2011.

Widianto, Tian Y., Argudo J., Bayrak O. y Jirsa J.O. (2006), “Rehabilitation of earthquake-damaged reinforced concrete flat-plate slab-column connections for two-way shear”, Memorias 8<sup>th</sup> U.S. National Conference on Earthquake Engineering, San Francisco California, EUA, 18 al 22 de abril de 2006, artículo 903, 10 pp.