

# CAPITULO **5**

## **ESTRUCTURAS DE ADOBE.**



## **5 ESTRUCTURAS DE ADOBE.**

### **5.1 GENERALIDADES.**

El adobe ha sido y es una solución natural para el hábitat de muchas y diversas regiones del mundo. El uso de la tierra como material de construcción forma parte de la tradición manual.

En Guatemala el adobe se usó durante la colonia y se continúa usando en nuestros días, con algunas modificaciones. En la actualidad más de la mitad de la población del tercer mundo vive en casas de barro. Las soluciones técnicas para construcciones de adobe han sido diversas a lo largo del tiempo, pero en la práctica se construyen con las mismas técnicas tradicionales.

Fundamentalmente el adobe está compuesto de arena, arcilla y agua. Esta mezcla generalmente se combina con paja o pino. Los elementos de adobe se moldean en forma de bloques y son secados al aire para ser utilizados posteriormente en la construcción de muros, paredes y columnas.

De evaluaciones realizadas post-sismo, se sabe que el adobe ha mostrado en general un comportamiento poco satisfactorio.

## **5.2 ELEMENTOS.**

### **5.2.1 MUROS.**

Los más usuales pueden clasificarse como

#### **Muros de carga.**

Se caracterizan por soportar cargas verticales

#### **Tabiques interiores.**

Los tabiques interiores generalmente se emplean para dividir ambientes en la parte interna de viviendas. Un tabique se caracteriza por no ser responsable de soportar cargas verticales, lo que lo hace diferente del muro de carga

#### **Paredes aisladas.**

Las paredes aisladas de adobe se caracterizan por tener generalmente una relación longitud altura mayor de dos. Un muro perimetral es un ejemplo de pared aislada

### **5.2.2 COLUMNAS.**

Las columnas fundamentalmente son elementos que soportan cargas por compresión.

Las columnas generalmente son verticales y son utilizadas para apoyar las vigas. Estos elementos transmiten las cargas de niveles superiores a niveles inferiores y al cimiento

### **5.2.3 DINTELES (EN ABERTURAS, PUERTAS Y VENTANAS).**

Generalmente las aberturas, puertas y ventanas se encuentran enmarcadas por elementos de madera. Normalmente son de forma rectangular. En la parte superior de las aberturas se usa un dintel.

Los dinteles generalmente son de madera y se colocan varias piezas una a la par de otra, formando una viga.

### **5.2.4 CIMENTACIONES.**

Los cimientos son generalmente piedra unida con un mortero a base de cal, aunque en algunos lugares de la república se ha utilizado una especie de cimiento corrido de tierra con agregados de cal y cemento. Algunas estructuras de adobe se levantan encima de una pieza de madera.

### **5.2.5 ELEMENTOS PRINCIPALES Y SECUNDARIOS.**

Los elementos principales se caracterizan por soportar las cargas, mientras que los elementos secundarios son los que no soportan cargas, tal el caso de tabiques interiores, barandas, y similares.

## **5.3 SISTEMAS ESTRUCTURALES.**

### **5.3.1 ESTRUCTURAS TIPO CAJON.**

Este tipo de estructura está conformada por un conjunto de paredes (mínimo cuatro), enlazadas entre sí en forma perpendicular, constituyendo conjuntos cerrados rectangulares o cuadrados. Es muy común en viviendas.

### **5.3.2 ESTRUCTURAS EN “C”.**

Las estructuras tipo C se caracterizan por estar formadas por tres muros unidos perpendicularmente, formando en planta una C. La geometría de este tipo de estructura hace que sea menos resistente a fuerzas laterales, sobre todo en los extremos libres.

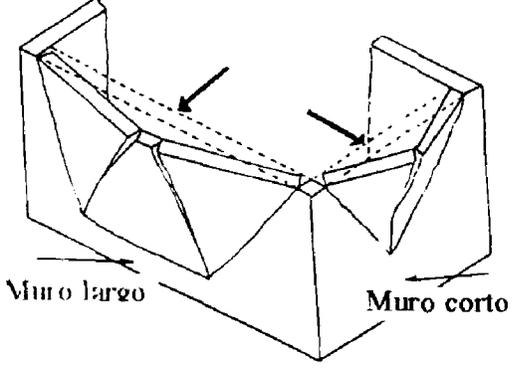
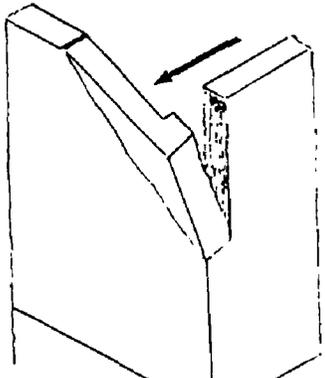
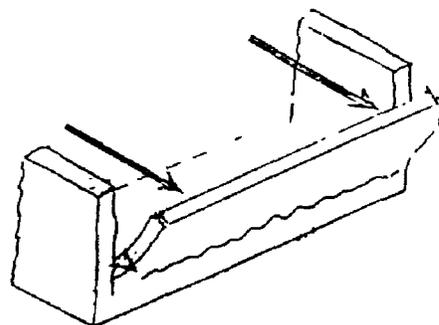
### **5.3.3 TIPOS DE TECHO.**

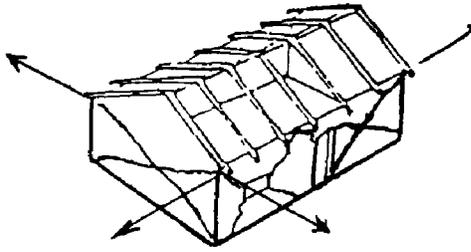
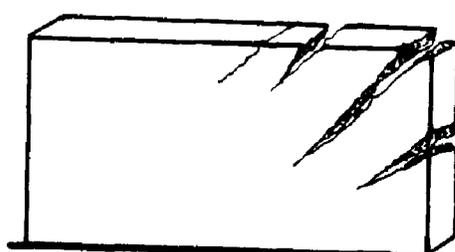
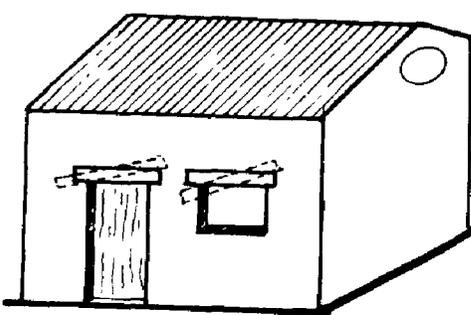
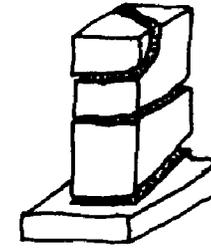
El sistema de techo que generalmente se usa sobre los muros de adobe, consiste en vigas o armaduras de madera, cubiertas de lámina galvanizada, teja o paja.

Un sismo induce grandes fuerzas horizontales sobre un techo de teja como consecuencia del gran peso de este tipo de cubierta.

Por falta de un buen amarre entre el techo y los muros de adobe pueden tenerse fallas en la estructura.

### 3.4 DESCRIPCION DE FALLAS.

Código	Elemento	Descripción de falla	Esquema
05.01	Muros	<p>Este tipo de falla se presenta en paredes o muros que no poseen refuerzo para resistir cargas horizontales en la parte alta. Un sismo induce fuerzas horizontales sobre el techo, que pueden producir grietas en la parte alta central del muro, particularmente si el techo es pesado.</p> <p>(Falla por flexión).</p>	
05.02	Muros	<p>Este tipo de falla ocurre en muros que no poseen amarre adecuado en las uniones con muros perpendiculares, causando grietas directamente en la esquina superior de las paredes.</p> <p>(Falla por tensión)</p>	
05.03	Muros.	<p>Este tipo de falla se da en muros largos, especialmente si no están bien ligados a muros perpendiculares, causando grietas verticales en los extremos de paredes. En algunos casos se da el volcamiento completo del muro.</p> <p>(Falla por flexión o volcamiento)</p>	

Código	Elemento	Descripcion de falla	Esquema
05.04	Muros	Este tipo de falla sobresale en muros y alrededor de puertas y ventanas, generalmente cuando el sismo actúa en forma paralela a la pared. Por lo regular se presentan grietas en diagonal, tal como se muestra en la figura (Falla por cortante)	
05.05	Muros.	Las fallas por asentamiento no uniforme producen grietas diagonales en los muros (Falla por asentamiento)	
05.06	Dinteles	Las fallas en dinteles se manifiestan por el deslizamiento que sufren estos elementos. Se puede presentar desprendimiento total o parcial del dintel (Falla en dinteles)	
05.07	Columnas.	Las fallas en columnas de adobe frecuentemente se producen por cortante. Se manifiestan por la presencia de grietas generalmente en la parte superior. También se presentan fallas por flexión, apareciendo grietas horizontales en la parte central o inferior de columnas (Falla en columnas)	

## 5.5 EVALUACION DE DAÑOS.

En esta parte se plantea al evaluador los elementos que debe considerar en la evaluación de una estructura de adobe. Anteriormente se hizo referencia a las fallas que pueden presentarse en los elementos. En la figura siguiente se muestra un esquema de una construcción típica de adobe en la cual se señalan los sectores donde frecuentemente se producen daños a la estructura.

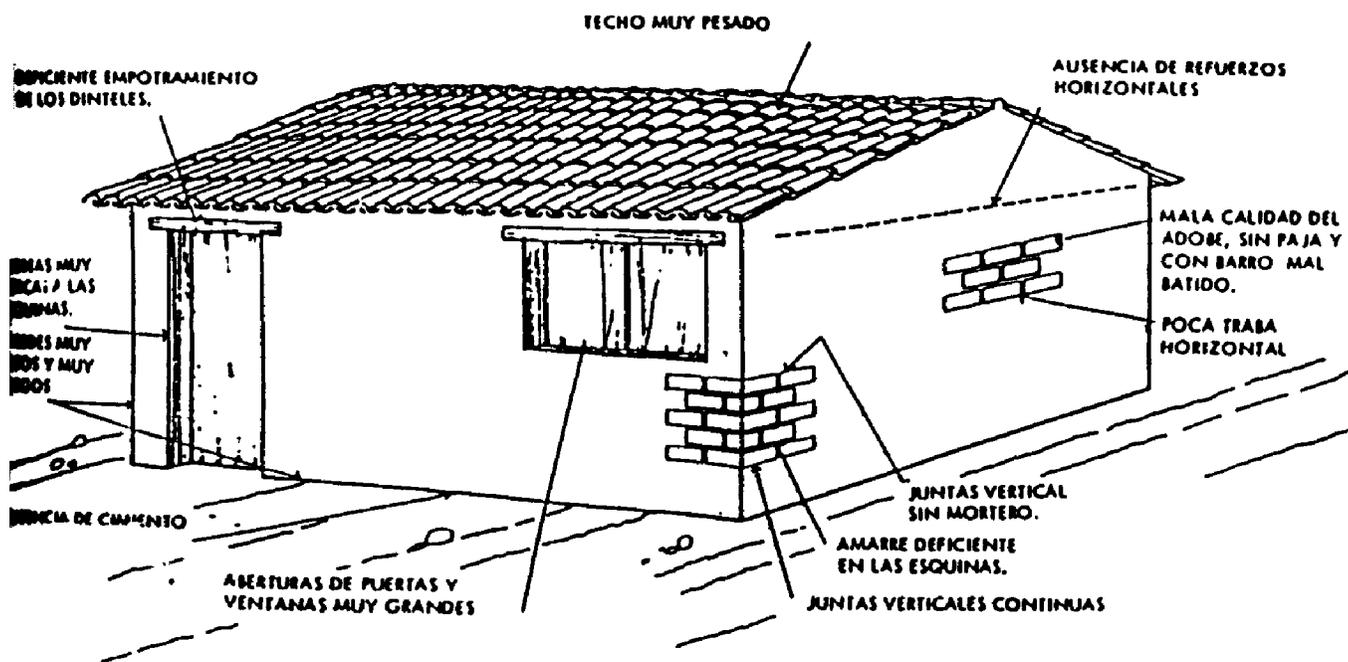


Figura 5 1  
Construcción típica de adobe

Apoyados en el esquema anterior, el evaluador debe basar su evaluación en los siguientes aspectos:

- 1 Interaccion suelo estructura. En esta parte el evaluador debe observar
  - a) Si existen grietas en el suelo alrededor de la base de la estructura
  - b) Si existen evidencias de inclinación del edificio
  - c) Si existen evidencias de deslizamiento de la cimentación respecto del suelo.
  
2. Cimentacion. En esta parte el evaluador debe observar
  - a) Si existen evidencias de daños en la cimentación.
  
3. Paredes. En esta parte el evaluador debe observar:
  - a) Si existen grietas horizontales.
  - b) Si existen grietas verticales
  - c) Si existe daño en las esquinas (rotura, separación, desplazamiento,colapso).
  - d) Que porción de la pared sufrió un daño mayor, en la parte media, superior o inferior.
  - e) Si existe daño alrededor de puertas, ventanas y dinteles
  - f) Daños por efecto del peso del techo.
  
- 4 Techo. El evaluador debe observar
  - a) Tipo de techo (una vertiente, dos vertientes o cuatro vertientes).
  - b) Cobertura del techo (lámina, teja, fibrocemento, paja)
  - c) Daños en armaduras de madera o acero que sostienen el techo. Para evaluar madera consultar capítulo 10 y para evaluar acero consultar capítulo 9
  - d) Desprendimiento de la cobertura del techo.

El evaluador se referirá al capítulo 3, la parte inicial de este capítulo y la sección 5.4, que **detalla** las fallas en construcciones de adobe. Las etiquetas a colocar están definidas según el **estado** de la edificación y se identifican por colores como verde, amarillo, amarillo con rojo, rojo y morado Ver 3.2.5

El evaluador colocará una etiqueta verde cuando después de la inspección no encuentra ningún tipo de falla que represente peligro aparente, en la estructura ni en el suelo adyacente

El evaluador colocará una etiqueta amarilla cuando a su criterio lo considere pertinente **en función** de que:

- 1) Existan fisuras menores en la parte alta central de paredes.
- 2) Existan fisuras menores en esquinas superiores de paredes perpendiculares.
- 3) Existan fisuras menores alrededor de puertas, ventanas, dinteles y paredes.
- 4) Alguna sección del techo halla sufrido algún daño menor que no afecta seriamente a la estructura. Ejemplo, desprendimiento de tejas.

El evaluador colocará una etiqueta amarilla con rojo, cuando la edificación tiene daños **que representen** peligro localizado solo en una porción de la estructura, mientras el resto se **considera** seguro Esa porción de la edificación debe ser acordonada y no se deberá ingresar al **área**. Se requiere evaluación adicional por un especialista.

El evaluador colocará una etiqueta roja cuando a su criterio considere que la edificación **posee** daño severo y represente peligro inminente basandose en que:

- 1) Existan grietas considerables en la parte superior central de las paredes.
- 2) Existan grietas mayores en las esquinas, y se considera un posible derrumbamiento de paredes y techos.
- 3) Existan grietas verticales en los puntos de unión de muros.
- 4) Existan grietas severas alrededor de puertas, ventanas y/o dinteles.
- 5) Existan grietas diagonales en columnas.
- 6) La estructura del techo ha sido **significativamente** dañada y/o deformada.

Para la colocación de una etiqueta morada se requiere que exista peligro por daños geotécnicos aparentes y se recomienda una evaluación por un especialista (ver capítulo 4)

Algunos daños de esta categoría son los siguientes

- 1) Exista posibilidad de un deslizamiento de suelos adyacentes a la estructura
- 2) Exista evidencia de deslizamiento de la cimentación.
- 3) Exista un asentamiento
- 4) Existan corrimiento de suelos
- 5) Existan derrumbes cerca de la estructura.
- 6) Exista licuefacción.

En la parte E8 el evaluador puede hacer anotaciones de aspectos que se consideren importantes.

Se elaborará en el cuadro E9 un esquema de la planta de la edificación, orientándola en relación al Norte y ubicando los puntos dañados, además de detalles que considere de interés.

## REFERENCIAS.

Figura 5 1

Caritas de Guatemala, Manual para la construcción de viviendas con adobe, Documento preparado por departamento técnico, Guatemala, 1976.

## BIBLIOGRAFIA.

Recinos, José Antonio, Estudio de las características fisicomecánicas del adobe estabilizado con cal para la aldea Xepol del Municipio de Chichicastenango, Guatemala, abril 1987, Universidad de San Carlos, (Tesis)

Sagone Aycinena, Jesús, El adobe como una solución al problema habitacional, Monterrey N.L México, septiembre 1983, (tesis)

Uniiversidad Católica de Chile, Autoconstrucción en adobe

Samanez, Roberto, Uso y técnicas de materiales de barro para construcciones en el contexto Latinoamericano. Simposio internacional y curso taller sobre conservación del adobe, Lima Perú, PNUD/UNESCO/ICCROM, septiembre 1983.

Vargas, Julio, Análisis de muros verticales de adobe, Trabajo presentado en el seminario sobre protección de monumentos en áreas sísmicas La Antigua Guatemala, ICOMOS/UNESCO/OEA/CNPAG, noviembre 1978.

Caritas de Guatemala, Manual para la construcción de viviendas con adobe, Documento preparado por departamento técnico, Guatemala, 1976.

SENA, Cómo inspeccionar y evaluar una casa dañada por un sismo, Programa de reconstrucción, servicio nacional de aprendizaje, Papayán, Colombia 1983.

CAPITULO **6**

**ESTRUCTURAS DE  
MAMPOSTERIA.**



## **5 ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA.**

### **5.1 GENERALIDADES.**

Las edificaciones de mampostería están hechas con base en la unión de bloques por medio de morteros, pueden estar reforzadas o no con elementos de acero y concreto

Los bloques con los cuales generalmente están hechas las edificaciones de mampostería son

- Block de piedra pómez
- Block de concreto
- Ladrillo de barro cocido
- Block de granito (no muy usual)

En ocasiones se ha usado la piedra para hacer edificaciones de mampostería, en este trabajo no se contempla este tipo de construcciones

Existen dos formas de edificar las estructuras de mampostería, esto es mampostería reforzada y mampostería sin refuerzo. Como su nombre lo indica, la mampostería reforzada incluye elementos de refuerzo hechos de concreto y acero, los que no existen en la mampostería sin refuerzo

Las edificaciones de mampostería generalmente constan de una estructura principal más elementos secundarios. La estructura principal es aquella que soporta las cargas. Los elementos secundarios son todos aquellos que no soportan cargas, excepto su peso propio

## 6.2 ELEMENTOS.

Los elementos que mas frecuentemente se construyen con mampostería son columnas y muros. Los muros pueden ser de carga, de corte, aislados o tabiques. A continuación se dá una breve definición.

Las columnas son elementos esbeltos y aislados, siendo su función principal soportar cargas verticales. Generalmente son de sección cuadrada o ligeramente rectangular.

Los muros de carga son aquellos cuya función principal es soportar las cargas verticales.

Los muros de corte son aquellos cuya función principal es absorber fuerzas de corte (fuerzas horizontales en el plano principal del muro), además de cargas verticales.

Los tabiques son aquellos muros cuya función solo es hacer divisiones interiores y no reciben cargas mas que su peso propio.

Como muros aislados se toman aquellos que no estan ligados a otros muros o contrafuertes. Frecuentemente su función es delimitar propiedades en cuyo caso se les conoce también como muros perimetrales.

Existen también cimientos, arcos, cúpulas y bóvedas de mampostería. La práctica de su construcción ha disminuído gradualmente.

Los elementos de mampostería pueden combinarse en una edificación con losas, gradas, cimientos, columnas y vigas de concreto; gradas, columnas y vigas de acero; gradas, columnas y vigas de madera; entresijos y techos que pueden construirse de acero, de madera o con combinaciones de acero-concreto, acero-madera, concreto-madera y en casos muy particulares acero-concreto-madera.

### **3 SISTEMAS ESTRUCTURALES.**

Existen básicamente los siguientes tipos estructuras tipo cajón, estructuras en C, L ó T y muros largos aislados

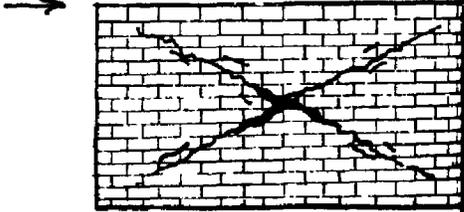
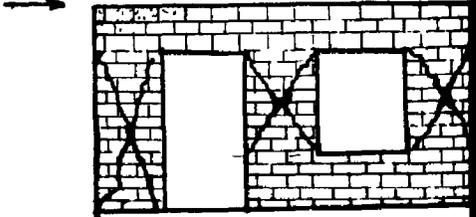
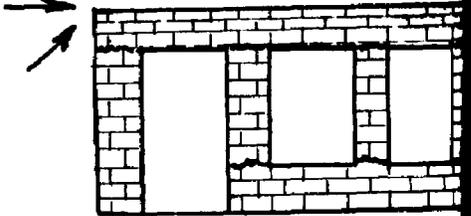
Las estructuras tipo cajón son aquellas en que los muros adoptan la forma de cuadros y/o rectángulos cerrados, sencillos o múltiples. Generalmente los ángulos en que se intersectan los muros son de  $90^\circ$ . Los muros se complementan con entrepisos y/o techos

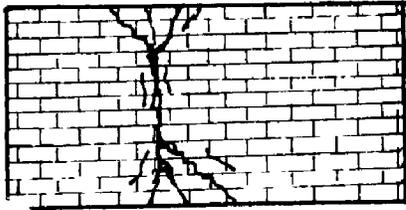
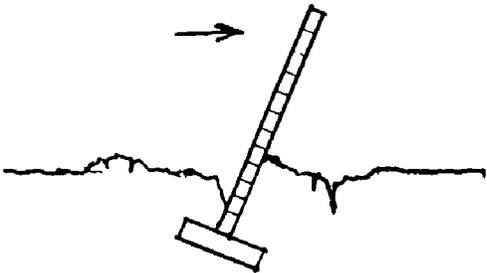
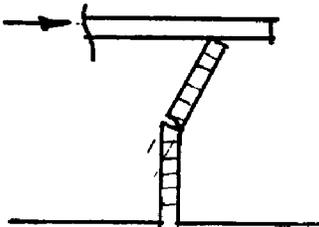
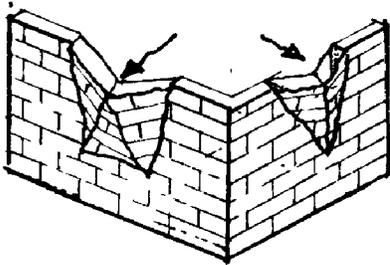
Las estructuras en C, L ó T son aquellas que en planta adoptan precisamente esas formas, la estructura se complementa por medio de losas de entrepisos y/o techos. Se consideran como estructuras "abiertas"

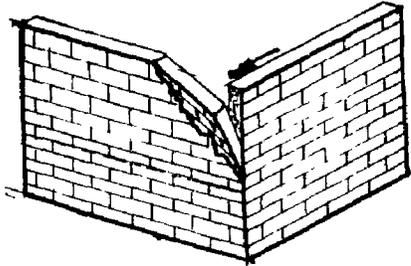
Los muros largos aislados carecen de muros que se intersecten perpendicularmente a ellos, se usan como muros perimetrales u otros casos similares

## 6.4 DESCRIPCION DE FALLAS.

Para clasificar los posibles daños sufridos por estructuras de mampostería se presenta a continuación el cuadro de descripción de fallas en mampostería

Código	Elemento	Descripción de falla	Esquema
06 01	Muros	Grietas que se cruzan formando ángulos de aproximadamente $45^\circ$ con respecto a la horizontal. El cruce de grietas tiende a localizarse en la parte central del muro. Es ocasionada por fuerzas laterales en el plano del muro.	
06 02	Muros	Falla en los muros con vanos de puertas, ventanas u otros. Las grietas se producen en forma de X, distribuidas en los espacios entre vanos. Es ocasionada por fuerzas laterales en el plano del muro.	
06 03	Muros	Grietas horizontales en la parte superior o inferior de las regiones entre vanos. Es ocasionada por fuerzas laterales en el plano del muro o en el plano horizontal perpendicular al plano del muro.	

Código	Elemento	Descripción de falla	Esquema
06 04	Muros	Grietas que forman líneas verticales al centro con diagonales en las zonas de contacto con losas y muros Eventual separación de los bloques por las cizas, atascamiento de puertas y ventanas Se produce por asentamientos diferenciales	 <p>Diagrama que muestra un muro de ladrillos con una grieta vertical central y grietas diagonales que se extienden desde el centro hacia los bordes superior e inferior, representando el tipo de falla descrita.</p>
06 05	Muros	Volteo parcial o total de todo el muro Formación de grietas horizontales Dependiendo de la severidad del daño el suelo puede verse afectado, mostrando grietas, asentamientos o levantamientos Es ocasionada por fuerzas en el plano horizontal perpendicular al plano del muro	 <p>Diagrama que muestra un muro que se ha volcado hacia adelante. Una flecha horizontal apunta desde la izquierda hacia el muro, indicando la dirección de la fuerza que causó el vuelco. El muro está inclinado y se ven grietas horizontales en su parte superior.</p>
06 06	Muros.	Volteo parcial del muro Formación de grietas horizontales a lo largo de la zona de vuelco Es ocasionada por fuerzas en el plano horizontal perpendicular al plano del muro	 <p>Diagrama que muestra un muro que se ha volcado parcialmente hacia adelante. Una flecha horizontal apunta desde la izquierda hacia el muro, indicando la dirección de la fuerza que causó el vuelco. El muro está inclinado y se ven grietas horizontales en su parte superior.</p>
06 07	Muros.	Falla en muros que no poseen refuerzo contra cargas horizontales (sin diafragma horizontal) Es ocasionada por fuerzas horizontales perpendiculares al plano del muro	 <p>Diagrama que muestra un muro con una falla por cargas horizontales. Se ven grietas diagonales que se extienden desde el centro del muro hacia los bordes superior e inferior, representando el tipo de falla descrita.</p>

Código	Elemento	Descripción de falla	Esquema
06.08	Muros.	<p>Falla que ocurre en muros que no poseen un amarre adecuado en las uniones con muros perpendiculares (no está ligado a diafragma)</p> <p>Es ocasionada por fuerzas horizontales perpendiculares al plano del muro</p>	 <p>El diagrama muestra un muro de ladrillo en un ángulo de 90 grados. Una grieta diagonal se extiende desde la parte superior de la esquina hacia abajo y hacia el interior del muro, indicando una falla estructural causada por fuerzas horizontales que no están adecuadamente ancladas.</p>

## **6.5 EVALUACION DE DAÑOS.**

Como primer paso el evaluador deberá llenar el formato de evaluación parte E1 (ver capítulo 3), con los datos generales de la edificación y de la evaluación

A continuación se realizará una inspección exterior de la edificación y sus alrededores, rodeandola de ser posible, y observando cuidadosamente cualquier indicio de falla. Con esta inspección el evaluador determinará si es prudente ingresar, para terminar la evaluación. Si no es adecuado ingresar, se deberá proceder a etiquetar la edificación como no habitable. Con esta información el evaluador deberá llenar el cuadro E2.

Posteriormente deberán evaluarse los daños geotécnicos, si existieran, de acuerdo al cuadro E3, (ver capítulo 4).

El evaluador describirá cuidadosamente en el cuadro E4, los tipos de elementos de la edificación.

En el cuadro E5 deberá marcarse con una X el cuadro respectivo, de acuerdo a si se considera dañado o no el elemento. En la parte para comentarios el evaluador deberá escribir el código de la falla de acuerdo al cuadro de descripción de fallas en mampostería.

Cuando existan grietas, el evaluador deberá acercarse lo más posible para poder decidir si se trata de daño estructural o arquitectónico. El evaluador deberá juzgar la severidad del daño de acuerdo a su criterio

Los daños también deberán evaluarse a nivel de cimentación, observando cuidadosamente si hay asentamientos o levantamientos del suelo, grietas o posible inclinación de los muros.

En el cuadro E6 (comentarios), el evaluador deberá anotar comentarios referentes a la edificación, tales como fallas repetitivas, fallas en todos los muros en una dirección, voltéo de la estructura, defectos constructivos, daños en cúpulas, arcos, bóvedas, y cualquier otro comentario que no este contenido en los cuadros E4 y E5 y que a juicio del evaluador sean relevantes

La clasificación del daño estructural sufrido deberá hacerse de acuerdo a la tabla de clasificación que aparece en el formato de evaluación cuadro E7. El evaluador clasificará los daños en la edificación de acuerdo a su criterio y las recomendaciones siguientes.

Si la edificación no presenta daño que represente peligro, esta deberá etiquetarse con color verde, (ver parte E7).

Si la edificación tiene elementos como cúpulas, arcos, bóvedas, etc., y estos están dañados. Se deberá colocar etiqueta color amarillo para que un especialista dictamine posteriormente

Si la edificación presenta daños que representen peligro posible se procederá a etiquetar con color amarillo. Se recomienda la evaluación posterior por un especialista.

Si la edificación presenta daños que representen peligro en una porción de esta, mientras otra porción se encuentra en buen estado, se procederá a acordonar el área dañada, clasificando la edificación con etiqueta amarilla con rojo. Se recomienda la evaluación posterior por un especialista.

Si la edificación presenta daños severos en su totalidad, deberá etiquetarse con color rojo

Si el evaluador visualiza evidencia de daño geotécnico, deberá etiquetarse con color morado adicionalmente a la etiqueta roja. Se recomienda la evaluación posterior por un especialista.

En el cuadro E8, el evaluador deberá anotar las recomendaciones que crea necesarias o convenientes

En el cuadro E9 el evaluador dibujará un esquema general de la edificación anotando la localización de las fallas. Deberá orientar el esquema con respecto al Norte. Si es posible dibujará detalles que considere necesarios por su importancia. Si a su juicio es necesario, se podrán adjuntar hojas con esquemas y detalles.

Para evaluación de fallas en los elementos de acero, concreto o madera, referirse a los siguientes capítulos: concreto reforzado (capítulo 7), concreto prefabricado (capítulo 8), acero (capítulo 9) y madera (capítulo 10).

## **BIBLIOGRAFIA.**

Fuentes Pineda, Leonel Francisco, Reparación de muros de mampostería, 1979. Tesis

Maldonado Lutowski, Carlos A , Parámetros de diseño en muros de mampostería, 1991, Tesis.

Applied Technology Council (ATC) ATC-20, Procedures for post-earthquake safety evaluation of buildings, California, 1989, 152 páginas

CAPITULO **7**

**ESTRUCTURAS DE  
CONCRETO REFORZADO.**



## **7 ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO.**

### **7.1 GENERALIDADES.**

Los edificios de concreto reforzado están estructurados por combinaciones de cimientos, vigas, columnas, muros, losas, gradas, etc. Su respuesta ante sismos depende, entre otras, de las características de masa y de rigidez de los sistemas estructurales. Son importantes también la resistencia, el amortiguamiento y la capacidad de absorción de energía

## **7.2 ELEMENTOS.**

### **7.2.1 COLUMNAS.**

Son los miembros sometidos a compresion Frecuentemente sirven para apoyar en ellas las vigas Trasmiten la carga de los pisos superiores hasta la planta baja y despues al suelo a través de la cimentacion

### **7.2.2 VIGAS.**

Elementos cuya funcion es soportar cargas perpendiculares a su eje longitudinal generandose esfuerzos de flexion y de cortante

### **7.2.3 LOSAS.**

Ademas de su funcion principal como elementos resistentes a cargas verticales las losas de piso actuan como diafragmas horizontales que distribuyen las fuerzas laterales a los elementos estructurales verticales que tienen que resistirlas

### **7.2.4 MUROS.**

#### **Muros de carga.**

Se puede definir como muros de carga aquellos que soporten cargas verticales. ademas de su propio peso

#### **Muros de corte.**

Son aquellos muros que además de resistir cargas verticales son capaces de soportar fuerza cortante en la base

### **7.2.5 GRADAS.**

Son los elementos de enlace que sirven para establecer un acceso o comunicación entre distintos niveles o plantas de una edificación. La disposición más sencilla para una escalera de concreto reforzado consiste en una losa inclinada provista de peldaños construidos en su cara superior y soportada por elementos estructurales, tales como muros, columnas o vigas. También hay escaleras con peldaños en voladizo soportados por vigas.

### **7.2.6 CIMIENTOS.**

La cimentación es la parte de la estructura situada debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo.

## **7.3 SISTEMAS ESTRUCTURALES.**

### **7.3.1 MARCOS RIGIDOS.**

Uno de los principales sistemas estructurales que se emplea en edificaciones de concreto reforzado son los marcos rígidos. Estos están conformados por vigas y columnas, unidas rigidamente, es decir que no cambia el ángulo entre los elementos, cuando el marco se deforma. Tanto las vigas como las columnas sufren flexión al actuar las cargas, sean estas verticales u horizontales. En los marcos rígidos la unión viga-columna es de gran importancia, no tiene sentido emplear elementos fuertes, rígidos y dúctiles si no se unen en forma apropiada.

### **7.3.2 MARCOS RIGIDOS Y MUROS DE CORTE.**

Sistema estructural en el cual se combinan muros de corte con marcos rígidos. Ofrece gran resistencia a cargas laterales, debido a la gran rigidez que el muro aporta.

### **7.3.3 ESTRUCTURAS TIPO CAJON.**

Son sistemas estructurales en los cuales se combinan muros de carga y losas, formando cajones cerrados.

### **7.3.4 ESTRUCTURAS ESPECIALES.**

En forma muy breve se menciona a continuación algunos ejemplos de estructuras especiales de concreto. (Las mismas no se tratan en detalle en este trabajo.)

#### **Cascarones.**

Estructuras espaciales conformadas por losas curvas (espesor pequeño en comparación con sus otras dimensiones)

### **Bóvedas.**

Losa curva (semicircular o parabólica) siguiendo una directriz recta

### **Tanques enterrados.**

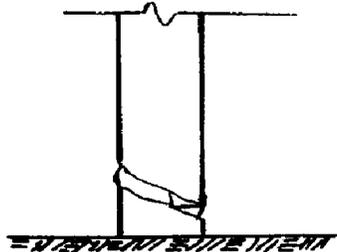
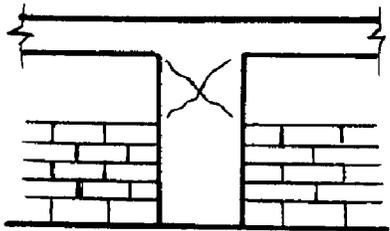
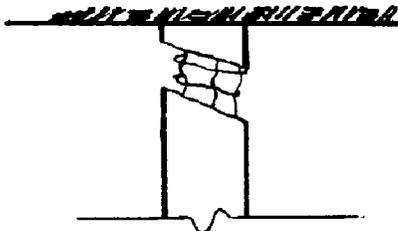
Sistema formado por muros y losas, diseñados para contener líquidos

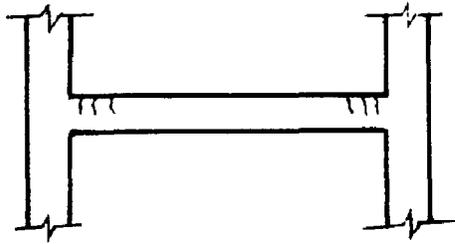
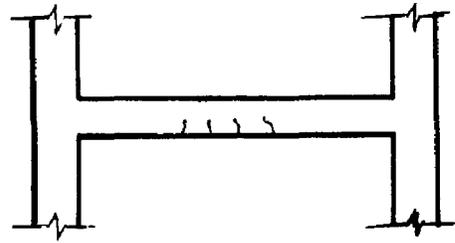
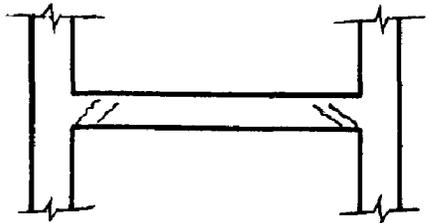
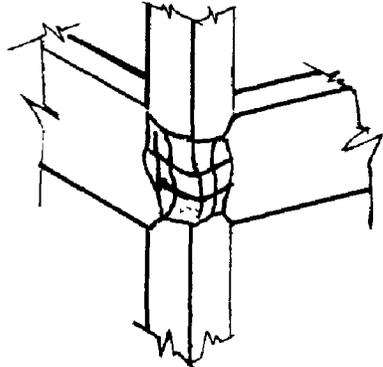
### **Tanques elevados.**

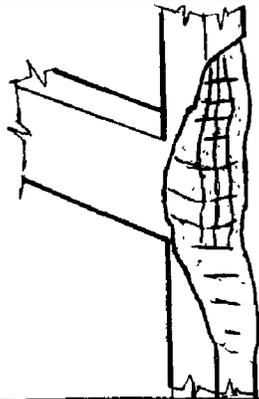
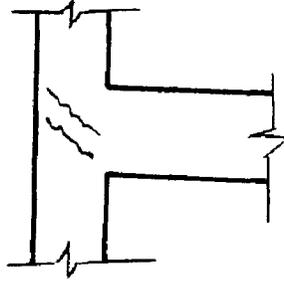
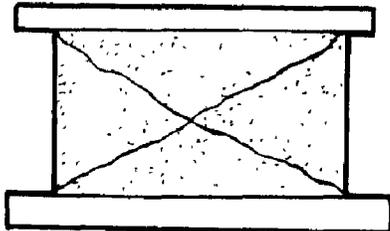
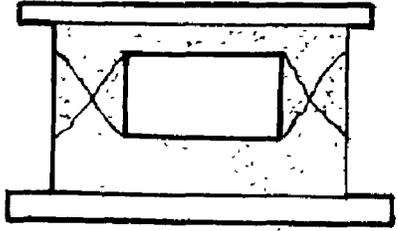
Sistema formado por muros y losas para contener líquidos, sostenido por muros o marcos rígidos

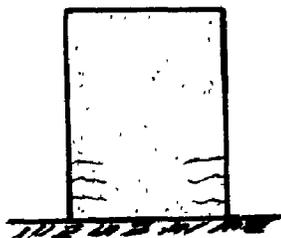
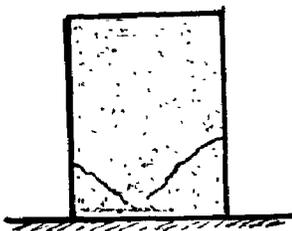
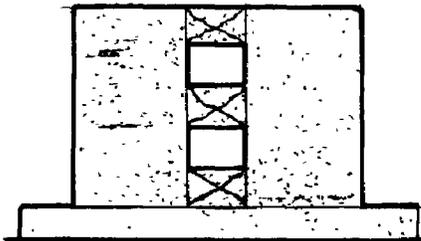
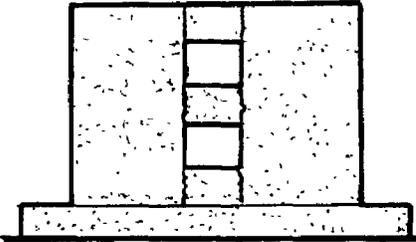
## 7.4 DESCRIPCION DE FALLAS.

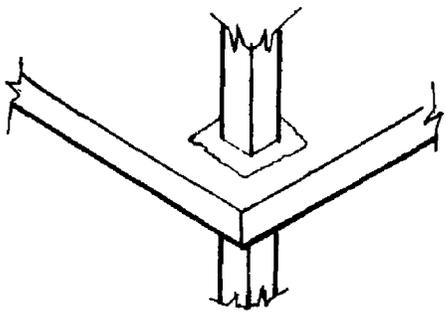
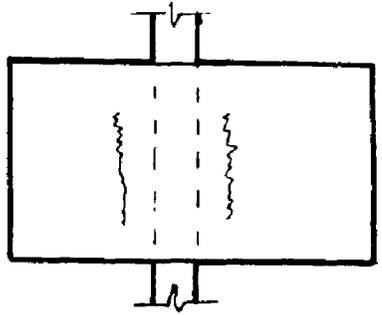
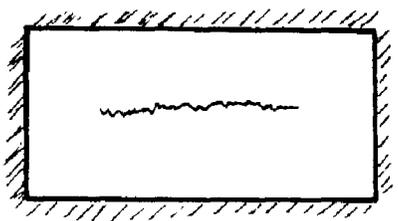
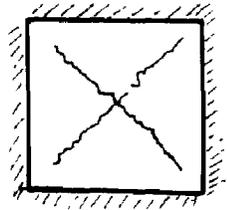
Si la edificación presenta asentamientos, inclinación o hundimiento parcial de la estructura ver capítulo 4

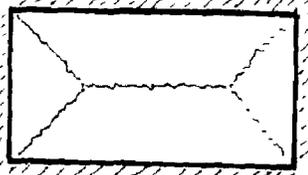
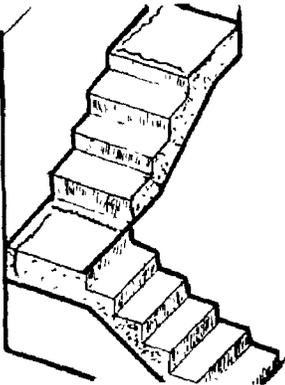
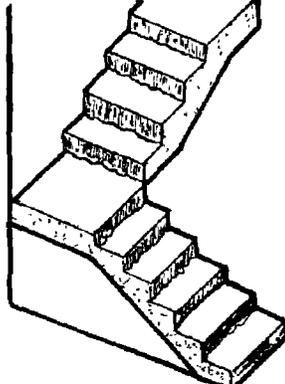
Código	Elemento	Descripción de falla	Esquema
07 01	Columnas	Grietas aproximadamente a 45° en los extremos de las columnas, puede o no haber desprendimiento del concreto y exposición del refuerzo (Falla por cortante)	
07.02	Columnas.	Grietas a 45° formando una X en la parte de la columna que no esta restringida por muros laterales (Falla en columnas cortas).	
07 03	Columnas.	Fractura y desprendimiento del concreto, exposición y deformación del refuerzo en los extremos de la columna (Falla por flexocompresión)	

Código	Elemento	Descripción de falla	Esquema
07.04	Vigas	Fisuras perpendiculares al eje de la viga, en la parte superior de los extremos de la misma. (Falla por momento negativo en los extremos de las vigas)	
07.05	Vigas.	Fisuras perpendiculares al eje de la viga en la parte inferior del tercio medio del claro (Falla por momento positivo)	
07.06	Vigas.	Grietas inclinadas aproximadamente a 45° en los extremos de las vigas (Falla por corte)	
07.07	Uniones viga-columna.	Desprendimiento del concreto, pandeo y exposición del refuerzo longitudinal de la columna (Falla por compresión por falta de confinamiento)	

Código	Elemento	Descripción de falla	Esquema
07.08	Uniones viga-columna	Desprendimiento del concreto, pandeo y exposición de refuerzo de la unión (Falla por momento flector)	
07 09	Uniones viga-columna.	Grietas a 45° en la unión (Falla por corte)	
07 10	Muros de corte	Grietas a 45° formando una X (Falla por corte)	
07 11	Muros con aberturas	Grietas a 45° formando una X en las partes del muro que rodean la abertura (Falla por corte en muros con aberturas)	

Código	Elemento	Descripción de falla	Esquema
07.12	Muros de corte (y muros de corte acoplados).	Grietas casi horizontales en los extremos de la base del muro (Falla por flexión)	
07.13	Muros de corte (y muros de corte acoplados).	Grietas aproximadamente a 45° en los extremos de la base del muro (Falla por cortante)	
07.14	Muros de corte acoplados.	Grietas a 45° formando una X en las vigas que unen las dos porciones de muro. (Falla por tensión diagonal en vigas de acoplamiento)	
07.15	Muros de corte acoplados.	Grietas verticales en los extremos de la viga de acople (Falla por corte deslizante)	

Código	Elemento	Descripción de falla	Esquema
07.16	Losas.	Grietas alrededor de la columna siguiendo la geometría de esta (Falla por punzonamiento en losas sin vigas)	
07.17	Losas	Fisuras en la parte superior cerca del apoyo y paralelas a este. (Falla por momento negativo en losas continuas)	
07.18	Losas.	Grietas longitudinales al centro, en la cara inferior de la losa. (Falla por flexión en losas en un sentido)	
07.19	Losas.	Grietas en la cara inferior a 45° formando una X. (Falla por flexión en losa cuadrada apoyada en los cuatro bordes)	

Código	Elemento	Descripción de falla	Esquema
07 20	Losas.	Grietas a 45° unidas por una grieta longitudinal, en la cara inferior (Falla por flexión en losa rectangular apoyada en los cuatro bordes).	
07 21	Gradas	El evaluador debe observar cuidadosamente los elementos que soportan las escaleras, si estos presentan alguna falla o si existen grietas entre las escaleras y los elementos de apoyo debe considerarlas peligrosas para el usuario (Fallas en apoyos).	
07 22	Gradas.	Grietas longitudinales entre la huella y contrahuella de las gradas, próximas a los descansos (Fallas en escalones).	

## **7.5 EVALUACION DE DAÑOS.**

El evaluador anotará en el cuadro E5 del formulario de evaluación (ver capítulo 3) todos los daños encontrados, anotando su respectivo código de acuerdo con la sección 7.4

El evaluador, tomando en cuenta las diferentes fallas que haya encontrado, aplicará su criterio para determinar el grado de riesgo que presenta la estructura, tomando en cuenta las siguientes consideraciones

### **Estructura principal.**

Conjunto de elementos estructurales que soportan cargas (muertas y vivas) y que puedan soportar cargas laterales

### **Estructura secundaria.**

Elementos tales como muros de cerramiento, tabiques, ventanería, instalaciones y similares

### **Fisura.**

Abertura de hasta 0.15 mm

### **Grieta.**

Abertura mayor de 0.15 mm.

### **Daño severo.**

Grietas con exposición de refuerzo.

Si se observa daños Geotécnicos (ver capítulo 4) Se colocará etiquetas roja y morada.

Si la estructura principal (marcos rígidos, losas, muros de corte, muros de carga) y elementos secundarios (muros de cerramiento, gradas, instalaciones, ventanería, tabiques. etc ). no presentan daños, la edificación es habitable Se colocará etiqueta verde

Si existen solo fisuras en muros de cerramiento, y/o daños menores en tabiques, instalaciones, ventanería, cielos falsos, o elementos semejantes, la edificación puede a juicio del evaluador considerarse habitable. Se colocara etiqueta verde.

Si existen daños en muros de cerramiento, tabiques, instalaciones, ventanería, cielos falsos, o elementos semejantes, considerando que representan peligro a los ocupantes, se permitirá el ingreso sólo a personal calificado. Se colocará una etiqueta de color amarillo.

Si existen daños en gradas y/o se observan fisuras en elementos estructurales tales como muros de carga, losas y/o vigas, se permitirá el ingreso sólo a personal calificado Se colocará una etiqueta de color amarillo. Se recomienda efectuar una inspección por un especialista

Si se observa fallas severas (grietas con exposición de refuerzo), en estructuras independientes contiguas a la edificación o sólo en un área determinada de la misma, y no existen daños en el resto de la estructura, se colocará una etiqueta color amarillo con rojo. Se recomienda acordonar el área con daño severo

Si se observan grietas con exposición de refuerzo en elementos estructurales como losas, vigas, columnas y/o muros de carga, y estas son repetitivas solamente en determinada área de la edificación, pero se considera que la estructura como un todo no representa un peligro inminente, se permitirá el ingreso sólo a personal calificado y se acordonará el área con daño severo Se colocará una etiqueta color amarillo con rojo. Se recomienda efectuar una inspección por un especialista.

Si se observa daño severo en la estructura principal (elementos de marcos rígidos, unión viga-columna, muros de corte, muros de carga y/o losas), considerando que la misma representa peligro inminente, la edificación se calificará como no habitable. Se colocará etiqueta roja.

El evaluador anotará en la parte E8 del formulario, las acciones que a su juicio y para seguridad de los moradores deberán tomarse, tales como apuntalamientos, demoliciones totales o parciales, reparaciones en instalaciones, o cualesquiera otras recomendaciones pertinentes.

En la parte E9 del formulario se deberá elaborar un esquema de la planta de la edificación, orientada en relación al Norte y/o algún detalle de la elevación, con la ubicación de los daños más significativos.

## **BIBLIOGRAFIA.**

Nawy, Edward G , Concreto reforzado, un enfoque básico, editorial Prentice Hall, 1989,  
743 paginas

American Concrete Institute, (aci), Reinforced concrete structures in seismic zones,  
Detroit, publication SP53, 485 páginas

Wakabayashi, Minoru, Martinez Romero Enrique, Diseño de estructuras  
sismorresistentes, McGraw Hill, 1988, 418 páginas

Winter, George, Arthur H. Nilson, Proyecto de estructuras de hormigon, editorial Reverte,  
721 páginas

Cowan, Henry J , Diseño de estructuras de concreto reforzado, Cecsa, primera edición, 377  
páginas

ATC Applied Technology Council (ATC) ATC-20, Procedures for post-earthquake safety  
evaluation of buildings, California, 1989, 152 páginas.