



SEGOB

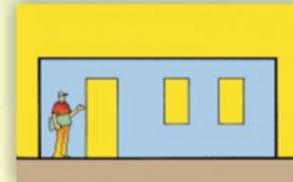
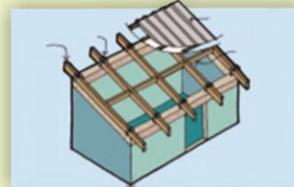


SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL



Evaluación Simplificada de la Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas

Centro Nacional de Prevención de Desastres



Introducción

El presente documento tiene como propósito orientar a personas no expertas en temas de la construcción y seguridad estructural para realizar un ejercicio simplificado que les permita autoevaluar, de manera práctica, el grado de vulnerabilidad sísmica de su vivienda, así como identificar oportunamente los factores que deben mejorarse.

Por tratarse de una herramienta simplificada, fue calibrada para utilizarse en viviendas de uno a tres pisos, construidas con muros de carga y con los materiales más conocidos y utilizados en México, por lo que no debe aplicarse a otro tipo de edificaciones.

La elaboración de la presente cartilla tomó como base el segundo capítulo del *Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería*, desarrollado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, a partir del cual se hizo una adaptación a las características de las construcciones y sismicidad en México.

Es preciso mencionar que los resultados que surjan del uso del presente documento no constituyen un dictamen técnico oficial, por lo que pueden diferir de las evaluaciones sobre seguridad del inmueble que realicen peritos o profesionales de la construcción facultados por las autoridades locales para emitir dictámenes. La información y resultados finales básicamente tienen el objetivo de orientar al propietario para la toma de decisiones preventivas que reduzcan la posibilidad de que su vivienda sufra daños en sismos futuros.

Clasificación de tipos de vivienda según el sistema de construcción de muros

Dependiendo del sistema de construcción de los muros de carga, las viviendas pueden clasificarse, principalmente, en tres tipos:

Mampostería Simple

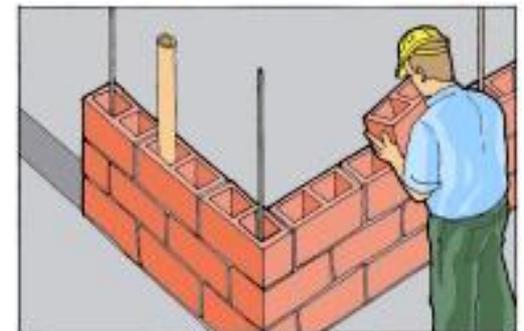
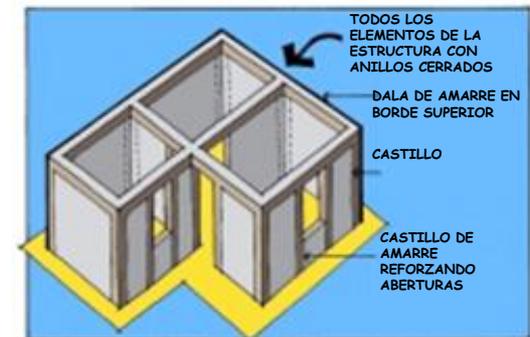
La mampostería simple es la construcción que utiliza piezas como tabiques, bloques y/o ladrillos en la que no se considera ningún tipo de elemento de refuerzo o que carece de elementos que confinen o envuelvan a los muros, como son los castillos y dalas de concreto con varillas.

Mampostería Confinada

Este tipo de construcción es aquella que cuenta con muros que están reforzados con castillos y dalas, que son elementos de concreto reforzado colados en sitio que confinan a la mampostería.

Mampostería Reforzada

El sistema de mampostería reforzada es aquel formado con piezas huecas o macizas, en el que se colocan, vertical y/u horizontalmente, varillas o alambres de acero de refuerzo. En el caso de usar piezas huecas, este sistema permite el llenado de algunas de las celdas (huevo de los tabiques) con mortero de relleno (o mezcla), siendo éstas celdas generalmente las que llevan una varilla de acero de refuerzo. El objetivo de colocar varillas de refuerzo, en una cantidad suficiente, es soportar el peso del edificio y las fuerzas laterales (por ejemplo del sismo) que actúan sobre la estructura.



Tipos de elementos susceptibles a sufrir daño en viviendas de uno o dos pisos

Los elementos susceptibles a sufrir daño en viviendas de uno o dos pisos y que podrían afectar directamente la seguridad de la estructura, son los siguientes:

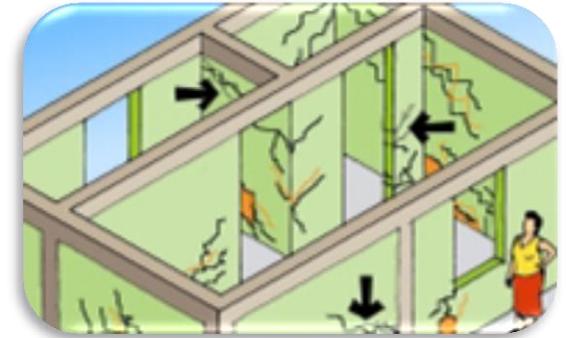
Cubiertas en techos



Losas de techo y piso



Muros de carga



Paneles y muros divisorios



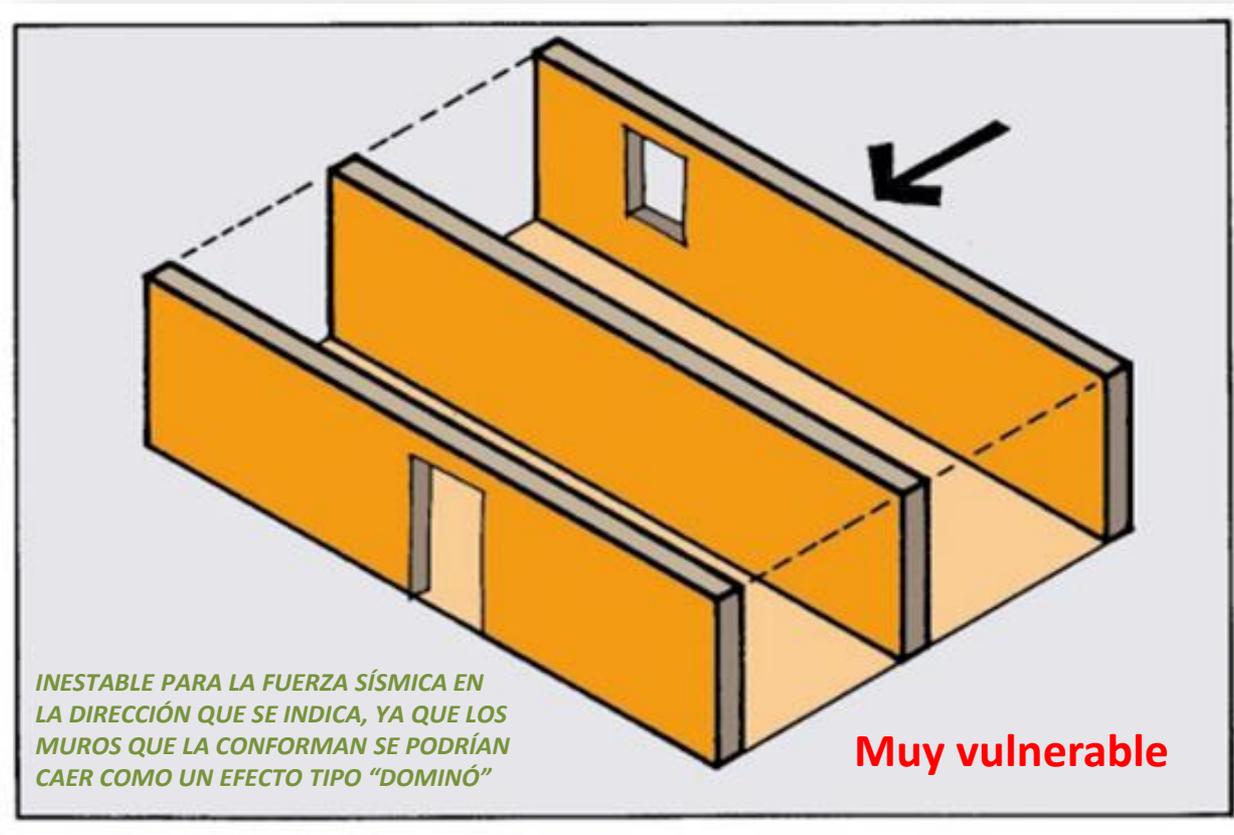
*Vigas y dinteles**



*Viga que se coloca en la parte superior de puertas y ventanas

¿Qué es la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de vivienda?

La vulnerabilidad sísmica es la **susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado**. Esta vulnerabilidad depende de factores como la geometría de la edificación, factores constructivos y factores estructurales.



FACTORES QUE AFECTAN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE VIVIENDA

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas depende de una serie de factores y detalles que deben evaluarse con el mayor cuidado:

GEOMÉTRICOS

- Irregularidad en planta de la edificación
- Cantidad de muros en las dos direcciones principales (frente o ancho y fondo o largo)
- Irregularidad en altura

CONSTRUCTIVOS

- Calidad de las juntas de mezcla entre tabiques
- Tipo y disposición de los ladrillos o tabiques
- Calidad de los materiales del acabado o repellado

ESTRUCTURALES

- Muros confinados o reforzados
- Detalles de castillos y dalas de confinamiento
- Dalas de cerramiento, corona o amarre
- Características de las aberturas o huecos en muros
- Tipo y disposición de pisos
- Amarre o fijación de las cubiertas
- Cimentación, dalas de cerramiento o amarre

ENTORNO

- Topografía
- Otros efectos

SUELOS

- Blandos
- Intermedios
- Duros

Como usuario deberás estar consiente de que no todos los factores o parámetros que se mencionan te serán fáciles de identificar en una edificación de vivienda ya construida. En dicho caso, si además no cuentas con los planos de la misma, te recomendamos solicitar el apoyo de un ingeniero civil o un arquitecto para que te ayude en esta evaluación.

Si no te es posible clasificar alguno de los rubros, por favor no olvides indicar claramente el motivo en la tabla de resumen final .

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de mampostería

Para que una vivienda sea considerada como de vulnerabilidad sísmica media o alta es suficiente que presente deficiencia en cualquiera de los aspectos mencionados. La evaluación para calificar la vulnerabilidad debe hacerse con el mayor cuidado, investigando y revisando los detalles que se indican más adelante.

Cada aspecto investigado se califica mediante criterios muy sencillos, utilizando la visualización y comparación con patrones generales y llenando la tabla de resumen final que se presenta en la página 30, en la cual pondrás una marca en el nivel de vulnerabilidad que corresponda. Cada nivel de calificación individual de vulnerabilidad para cada aspecto tiene asignado un valor, la suma final de los valores correspondientes de vulnerabilidad para cada tema será la calificación final para la edificación. De la misma manera que para cada tema, la calificación final se realiza en tres niveles: **vulnerabilidad baja** (en verde), **vulnerabilidad media** (en naranja) y **vulnerabilidad alta** (rojo).

En función del resultado final de la evaluación, en la página 31 se presentan las recomendaciones correspondientes para cada uno de los casos de vulnerabilidad global de la vivienda.

Preguntas iniciales de carácter general

Responde simplemente con **si** o **no**, o **el valor numérico** requerido a cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Cuentas con los PLANOS ESTRUCTURALES de la edificación? Si () No ()
(deberán constar de planos de cimentación, estructura y detalles)
- ¿La edificación es propia? Si () No ()
- Indica la ubicación de la edificación (basta con los datos que se indican)
 - Ciudad _____
 - Colonia _____
 - Municipio _____
 - Estado _____
- Cuántos pisos tiene la edificación donde vives (incluyendo lo que se conoce como planta baja, mezanine, si existe, y todos los pisos superiores). _____
- ¿En qué año se construyó la edificación? (puedes indicar el año aproximado). _____
- Indicar la superficie construida de la edificación en la planta baja o primer nivel, en metros cuadrados _____

Nota:

Esta información resultará de utilidad para las autoridades de protección civil para realizar estudios de riesgo de la zona donde vives. La recopilación de la información mencionada en esta página es optativa y voluntaria.

Aspectos Geométricos

IRREGULARIDAD EN PLANTA DE LA EDIFICACIÓN

Vulnerabilidad Baja

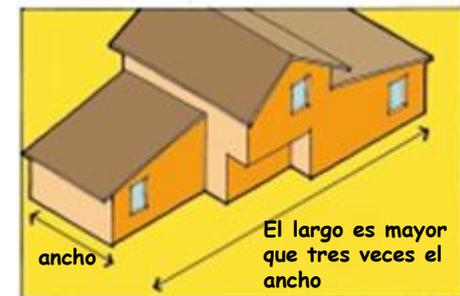
- Forma geométrica regular y aproximadamente simétrica
- Largo menor que 3 veces el ancho.
- No tiene “entrantes y salientes notables” como las que se muestran en las otras dos figuras

Vulnerabilidad Media

- Presenta algunas irregularidades en planta y no es aproximadamente simétrica

Vulnerabilidad Alta

- El largo es mayor que 3 veces el ancho
- La forma es marcadamente irregular, con “entrantes y salientes muy notables” abruptas, además de ser notablemente asimétrica



El usuario debe tener presente que en estas figuras los techos son simplemente una representación esquemática, no es el único tipo de techos considerados para las edificaciones. A este tipo de techos se les denomina de “dos aguas” y pueden ser de material natural ligero, de acero o de concreto.

Los techos también pueden ser losas horizontales de concreto reforzado (coloquialmente denominado como “colado con mezcla y varillas”).

CANTIDAD DE MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES

Para la medición de la longitud de muros en las dos direcciones principales de la edificación (que en este caso se definen como direcciones “X” y “Y”), el usuario podrá medir con un flexómetro o cinta métrica eliminando los espacios de puertas y ventanas que tengan dimensiones superiores a un metro cuadrado de superficie.

Para cada una de las direcciones “X” y “Y”, deberás sumar las longitudes que vayas midiendo de todos los muros de manera independiente y el valor final es el que reportarás a continuación.

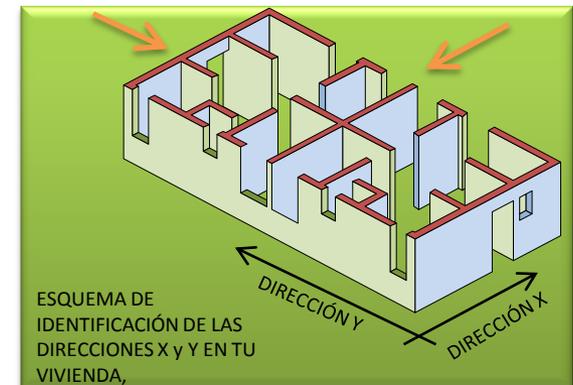
De manera similar a como se menciona en la página 8, esta información resultará de utilidad para las autoridades de protección civil con objeto de realizar estudios de riesgo de la zona donde vives. La recopilación de la información mencionada en esta página es optativa y voluntaria, y te invitamos a que proporciones únicamente los datos que puedas obtener.

Adicionalmente, de manera cuantitativa, en la siguiente página podrás determinar un valor numérico en función de las características de distribución de muros en tu vivienda que te permita seleccionar el nivel de vulnerabilidad que, para este tema o rubro, tiene tu edificación en función de los límites correspondientes a las vulnerabilidades baja, media y alta.

- Longitud total de muros en la Planta Baja (en metros)

Dirección X _____

Dirección Y _____

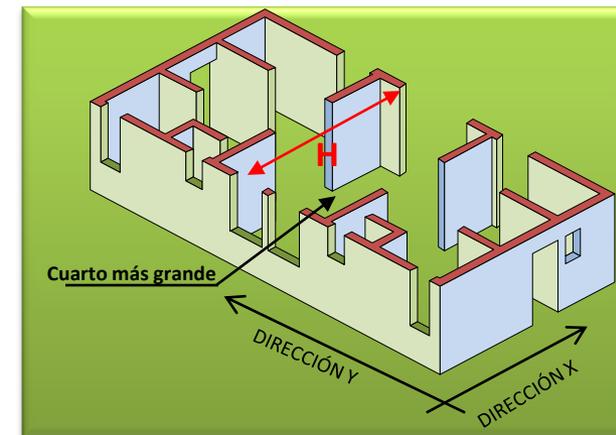


CANTIDAD DE MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES

Para obtener la vulnerabilidad de la vivienda en función de la cantidad y ubicación de muros en las dos direcciones principales de la edificación (que en la página anterior se definieron como direcciones “X” y “Y”), sigue el procedimiento que se indica a continuación:

1. Identifica el cuarto más grande dentro de tu vivienda, entendiendo por cuarto a aquel formado por cuatro muros de material. Si los muros de material son solamente los de la periferia de la vivienda, entonces el cuarto más grande es tu vivienda misma.
2. Mide el lado mayor o más largo del cuarto, para lo cual te recomendamos usar un flexómetro o cinta métrica. A este valor, es decir, a la mayor de las dimensiones del cuarto más grande de la vivienda, le llamaremos H, y la usaremos en metros.
3. Con base en el valor de H que mediste, e identificando el estado de la República en el que vives, determina en la tabla que se muestra el nivel de vulnerabilidad de la vivienda a partir de su cantidad de muros.
4. Ahora identifica el tipo de vulnerabilidad que tiene tu vivienda en función de la disposición (ubicación) de muros que se ilustran y detallan en la página siguiente.
5. Por último, se deberá consignar en la tabla resumen de la página 30 el valor más desfavorable que hayas obtenido del paso 3 y del 4.

	Vulnerabilidad		
	Alta	Media	Baja
Si su vivienda se encuentra en cualquiera de los siguientes estados: Baja California, Jalisco, Michoacán, Colima, Guerrero, Oaxaca y Chiapas	H es mayor que 7 metros	H es mayor que 5 y menor que 7 metros	H es menor que 5 metros
Si su vivienda se encuentra en cualquiera de los demás estados del país (incluyendo al D.F.)	H es mayor que 10 metros	H es mayor que 8 y menor que 10 metros	H es menor que 8 metros

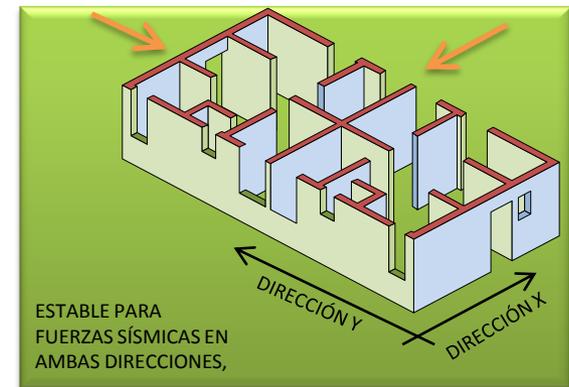


Esquema para identificación del cuarto más grande y del lado a medir (H)

CANTIDAD DE MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES (Representación esquemática)

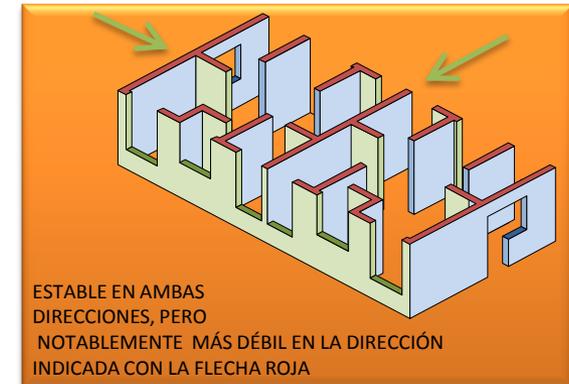
Vulnerabilidad Baja

- Existen muros de carga (estructurales) en las dos direcciones principales de la vivienda.
- La longitud total de muros en las dos direcciones principales de la edificación (en este caso identificadas como X y Y), representativa de la cantidad de muros de la edificación, es grande.



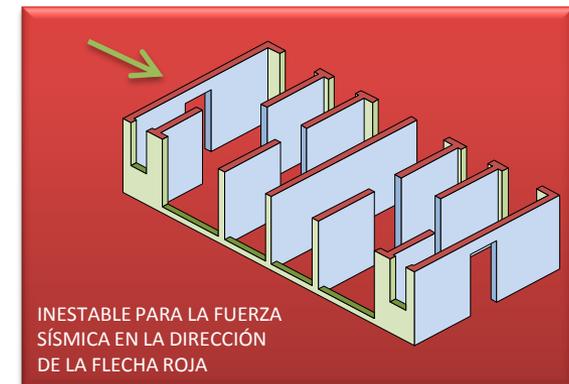
Vulnerabilidad Media

- La mayoría de los muros se concentran en una sola dirección aunque existen unos o varios en la otra dirección.
- La longitud de muros en la dirección de menor cantidad de ellos es notablemente inferior a la de la otra dirección.



Vulnerabilidad Alta

- Más del 70% de los muros están en una sola dirección
- Hay muy pocos muros confinados o reforzados en la dirección débil
- La longitud total de muros estructurales en cualquier dirección es muy pobre.



Irregularidad de altura

Vulnerabilidad Baja

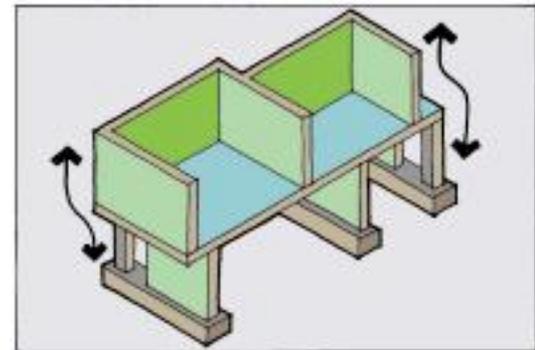
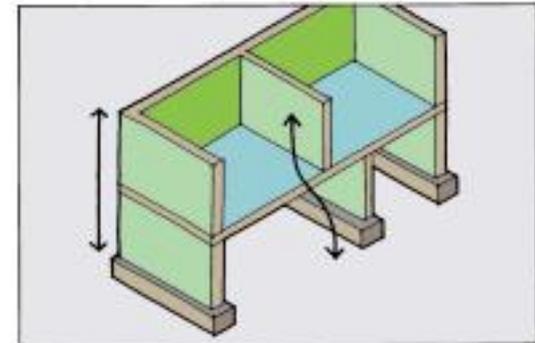
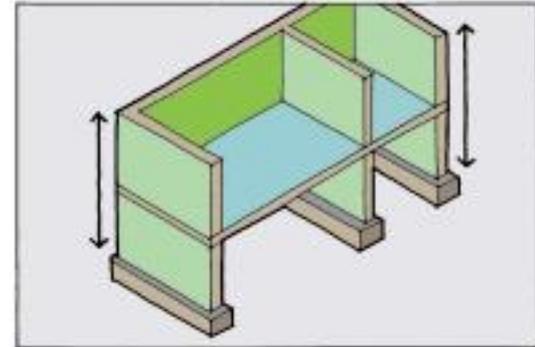
- La mayoría de los muros estructurales son continuos desde la cimentación hasta la cubierta.

Vulnerabilidad Media

- Menos de la mitad de los muros de carga y/o columnas de la vivienda presentan discontinuidades desde la cimentación hasta la cubierta o azotea.

Vulnerabilidad Alta

- Más de la mitad de los muros de carga y/o columnas de la vivienda presentan discontinuidades desde la cimentación hasta la cubierta o azotea.
- Las discontinuidades pueden ser tanto eliminación de los elementos en los niveles inferiores, como variación de la alineación de los mismos en la altura.
- También se considerará como discontinuidad el cambio de un sistema de muros en los niveles superiores a columnas en el primer nivel.



Aspectos Constructivos

CALIDAD DE LAS JUNTAS DE MEZCLA ENTRE TABIQUES

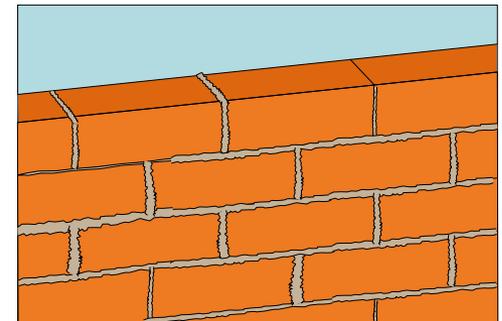
Vulnerabilidad Baja

- El espesor de la mayoría de las juntas es más o menos de un centímetro.
- Las juntas son uniformes y totalmente rellenas de mezcla.
- Hay juntas de buena calidad verticales y horizontales rodeando cada tabique.
- El mortero o mezcla es de buena calidad y presenta buena adherencia con la pieza de mampostería, se nota “bien pegado”.



Vulnerabilidad Media

- El espesor de la mayoría de las juntas es mayor a 1.5 centímetros o menor de 0.5 centímetros.
- Las juntas no son uniformes.
- No existen juntas verticales o son de mala calidad.

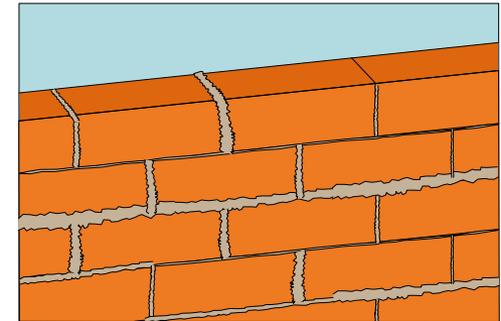


Aspectos Constructivos

CALIDAD DE LAS JUNTAS DE MEZCLA ENTRE TABIQUES

Vulnerabilidad Alta

- La junta es muy pobre entre los tabiques, casi inexistente.
- Poca regularidad en la alineación de las piezas.
- El mortero o mezcla es de muy mala calidad o es claramente visible la separación con las piezas de mampostería o tabiques.
- No existen juntas verticales y/u horizontales en algunas zonas del muro.

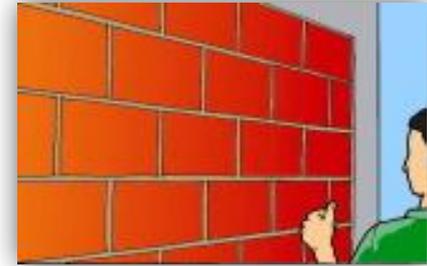


En caso de que no se puedan identificar las características de las juntas entre tabiques debido a la existencia de acabado de mortero o mezcla, yeso o cualquier material que, usado como repellado del muro, no permita observarlas y resulte imposible eliminarlo o “pelar” parte del muro para su revisión, considera que la **vulnerabilidad es media**.

TIPOS DE DISPOSICIÓN DE LOS LADRILLOS O TABIQUES

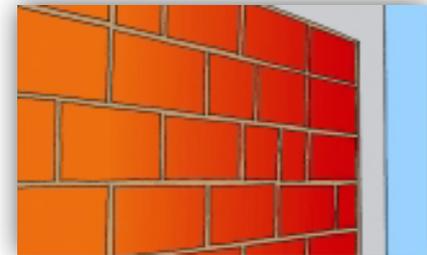
Vulnerabilidad Baja

- Las piezas de mampostería o tabiques están traslapadas.
- Los tabiques son de buena calidad. No presentan agrietamientos importantes, no hay piezas deterioradas o rotas.
- Los tabiques están colocados de manera uniforme y continua hilada tras hilada.



Vulnerabilidad Media

- La mayoría de los tabiques están traslapados, aunque algunos no lo están.
- Algunos tabiques presentan agrietamiento o deterioro.
- Algunos tabiques están colocados de manera uniforme y continua hilada tras hilada.



Vulnerabilidad Alta

- Los tabiques NO están traslapados.
- Los tabiques son de muy mala calidad. Se presentan agrietamientos importantes con piezas deterioradas o rotas.
- Los tabiques no están colocados de manera uniforme y continua hiladas tras hiladas.

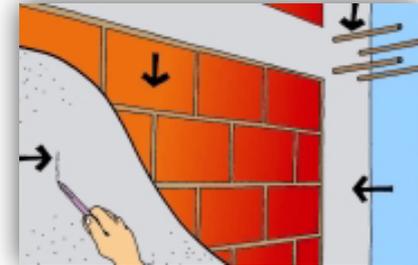


De manera similar al caso anterior, si no es posible identificar las características de la disposición de las unidades de mampostería o tabiques debido a la existencia de acabado de mortero o mezcla, yeso o cualquier material que, usado como repellado del muro, no permita observarlas, y resulte imposible eliminarlo o “pelar” parte del muro para su revisión, considera que la **vulnerabilidad es media**.

CALIDAD DE LOS MATERIALES DEL ACABADO O REPELLADO

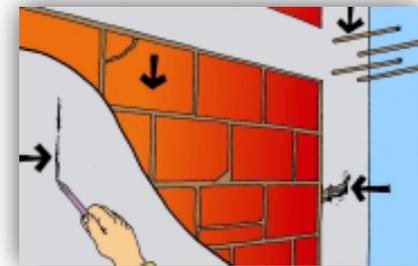
Vulnerabilidad Baja

- El mortero o mezcla del repellado no se deja rayar o desmoronar con un clavo o herramienta metálica.
- El concreto o mezcla de los castillos y dadas tiene buen aspecto, no presenta huecos u hoyos y las varillas no están expuestas.



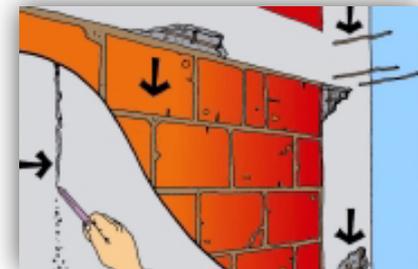
Vulnerabilidad Media

- Se cumplen uno de los requisitos mencionados anteriormente.



Vulnerabilidad Alta

- No se cumplen ninguno de los requisitos mencionados anteriormente.

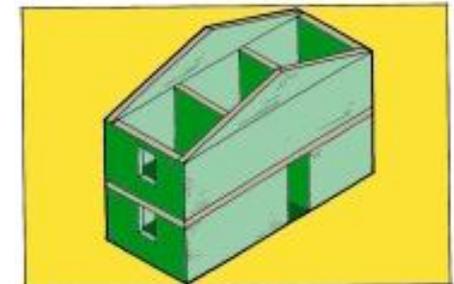
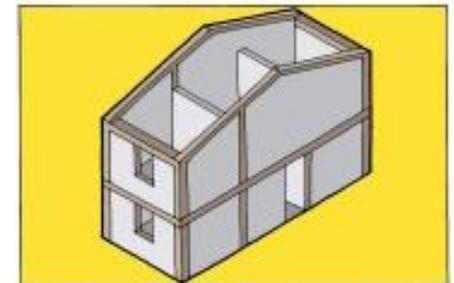
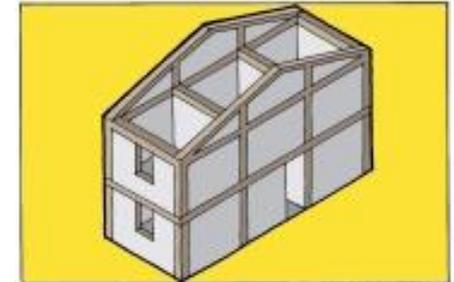


Aspectos Estructurales

MUROS CONFINADOS O REFORZADOS

Vulnerabilidad Baja

- Todos los muros de mampostería de tabique de la vivienda están confinados con dalas y castillos de concreto reforzado alrededor de ellos (comúnmente al concreto reforzado se le denomina como mezcla con varillas, las dalas podrían ser trabes y los castillos columnas).
- El espaciamiento máximo entre elementos de confinamiento es no mayor que 4 m.
- Todos los elementos de confinamiento tienen varillas de refuerzo tanto a lo largo, como transversalmente y está adecuadamente dispuesto.
- Todos los pretiles y muros de baja altura también están confinados.



Vulnerabilidad Media

- Algunos muros de la edificación no cumplen con los requisitos mencionados anteriormente.

Vulnerabilidad Alta

- La mayoría de los muros de mampostería de tabique de la vivienda no tienen confinamiento mediante castillos y dalas de concreto reforzado.

Aspectos Estructurales

MUROS CONFINADOS O REFORZADOS

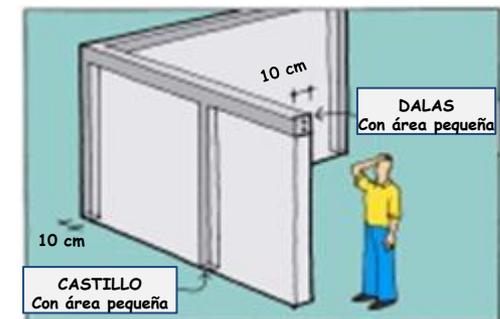
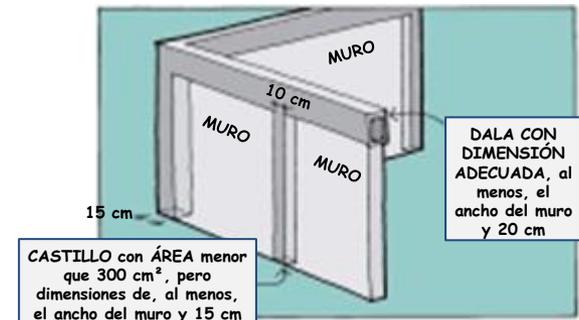
En este caso si no es posible identificar las características de la disposición de los castillos y dalas, también denominados como elementos de confinamiento de la mampostería de los muros, debido a la existencia de acabado de mortero o mezcla, yeso o cualquier material que, usado como repellado o acabado del muro, no permita observarlas, y resulte imposible eliminarlo o “pelar” parte del muro para su revisión, además de que probablemente no cuentes con los planos ESTRUCTURALES de la edificación, puedes considerar lo siguiente:

- Si no viste el proceso de construcción de la vivienda y no sabes si la construyó un constructor o desarrollador formal, considera que tiene **vulnerabilidad alta**.
- Si no viste el proceso de construcción de la vivienda, pero sabes que fue construida por un constructor o desarrollador formal, considera que tiene **vulnerabilidad media**.
- Si no viste el proceso de construcción de la vivienda, y ésta es de tabique cerámico, con huecos y probablemente refuerzo interior, y no tiene castillos externos, considera que tiene **vulnerabilidad media**.

DETALLE DE LOS ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO (DALAS Y CASTILLOS O COLUMNAS Y TRABES)

Vulnerabilidad Baja

- Los castillos y dalas tienen un ancho mayor que el del muro de mampostería de tabique, y la otra dimensión es al menos de 25 cm.
- Los castillos y dalas tienen al menos 4 varillas longitudinales de 3/8 de pulgada (1 cm) de diámetro y estribos, anillos o refuerzo lateral, espaciados a no más de 15 cm. (Si usted no intervino en la construcción de su vivienda y no sabe este dato, podría quitar el concreto que recubre a las varillas tanto longitudinales, como estribos, en la parte media de la longitud del castillo y/o dala, y obtener la información. Después puede repellar la zona con mortero o mezcla para cubrir las varillas).
- Se observa completamente pegado el muro de mampostería de tabique y los elementos de confinamiento (castillos y dalas, o columnas y trabes).



Vulnerabilidad Media

- No todos los castillos y dalas cumplen con los requisitos anteriores, correspondientes a la vulnerabilidad baja.
- Los castillos y dalas tienen, al menos, el mismo ancho del muro de tabique, y la otra dimensión es, al menos, de 15 cm en castillos y de 20 cm en dalas.
- Se observa completamente pegado el muro de mampostería de tabique y los elementos de confinamiento (castillos y dalas, o columnas y trabes).

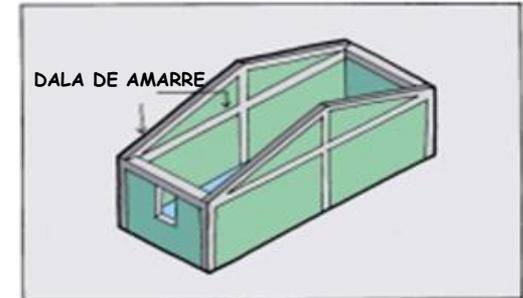
Vulnerabilidad Alta

- La mayoría de los castillos y dalas de confinamiento no cumplen con los requisitos establecidos en las dos categorías anteriores.

DALAS DE CERRAMIENTO, CORONA O AMARRE

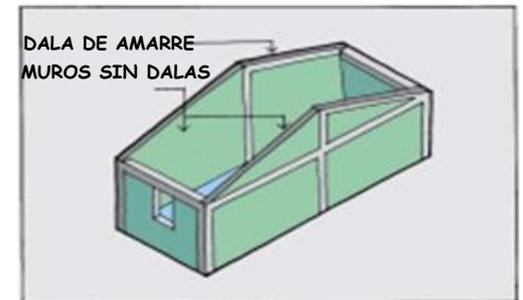
Vulnerabilidad Baja

- Si la losa del techo es de concreto reforzado y ésta está fija a los muros, considere que la vulnerabilidad es baja. Si la losa del techo no es del material antes indicado, pero existen dalas de amarre o de corona de concreto reforzado (mezcla y varillas) en todos los muros, parapetos (pueden definirse como barandales), fachadas y antepechos (pueden definirse como bardas perimetrales en las azoteas) de mampostería, la vulnerabilidad continua siendo baja.



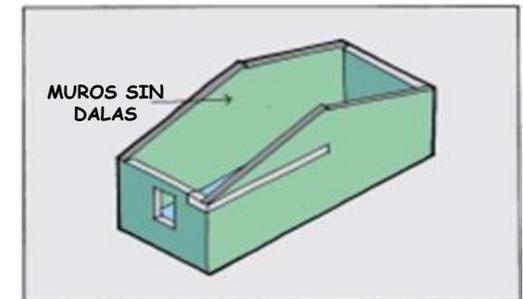
Vulnerabilidad Media

- No hay losa de concreto reforzado en el techo, y no todos los muros o elementos de mampostería disponen de dalas de amarre o de corona.



Vulnerabilidad Alta

- La vivienda no dispone losa de techo de concreto y tampoco de dalas de amarre o corona en los muros o elementos de mampostería.



DALAS DE CERRAMIENTO, CORONA O AMARRE

Es probable que no sea posible identificar las características de la disposición de los dalas de cerramiento en la parte superior de los muros de mampostería de tabique, debido a la existencia de acabado de mortero o mezcla, yeso o cualquier material que, usado como repellado o acabado del muro, no permita observarlas, y resulte imposible eliminarlo o “pelar” parte del muro para su revisión, además de que es posible que no cuentes con los planos ESTRUCTURALES de la edificación, por lo que debes considerar lo siguiente:

- Si no viste el proceso de construcción de la vivienda y no sabes si la construyó un constructor o desarrollador formal, considera que tiene **vulnerabilidad alta**.
- Si no viste el proceso de construcción de la vivienda, pero sabes que fue construida por un constructor o desarrollador formal, considera que tiene **vulnerabilidad media**.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ABERTURAS O HUECOS EN MUROS

Vulnerabilidad Baja

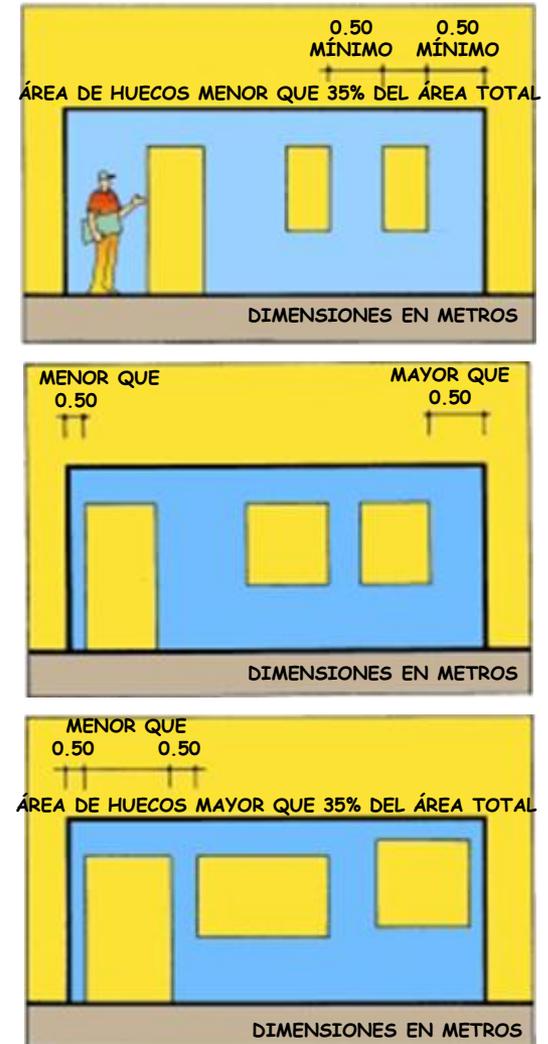
- Las aberturas en los muros estructurales suman un total del menos del 35% del área total del muro en cada dirección.
- La longitud total de aberturas en los muros corresponde a menos de la mitad de la longitud total de los muros en cada dirección independiente.
- Todas las aberturas o huecos en los muros están reforzadas en sus bordes con dalas y castillos, y la distancia desde el borde del muro hasta la abertura más cercana será al menos de 50 cm.

Vulnerabilidad Media

- No se cumplen algunos de los anteriores requisitos en alguna de las dos direcciones principales de la edificación (por ejemplo, las direcciones paralela a la calle y la perpendicular a la calle).

Vulnerabilidad Alta

- No se cumple ninguno de los requisitos mencionados anteriormente, en las dos direcciones principales de la edificación.



TIPO Y DISPOSICIÓN DE PISOS

Vulnerabilidad Baja

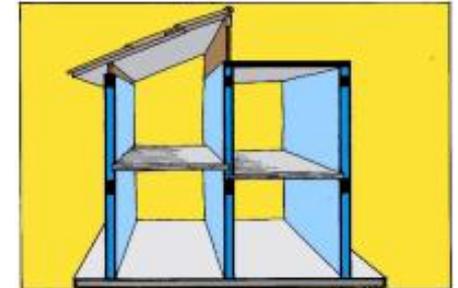
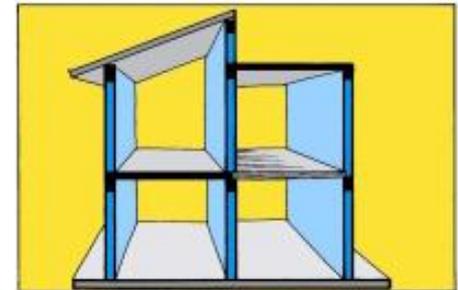
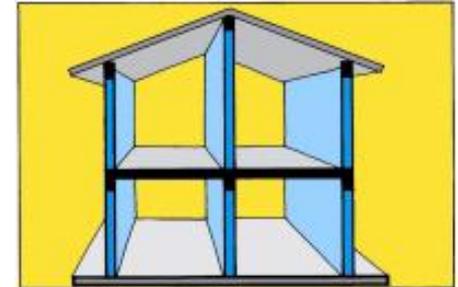
- Los pisos (o la azotea) están formados por losas de concreto coladas en sitio (losas tradicionales de mezcla y varillas) o losas prefabricadas (por ejemplo de vigueta y bovedilla) que están bien ancladas a sus elementos de soporte (en este caso se dice que funcionan de manera monolítica).
- Las losas de piso (o azotea) se apoyan de manera adecuada en los muros de soporte, proporcionando continuidad y buen anclaje entre todos los elementos que forman la edificación (muros, trabes, columnas y losas, pro ejemplo).
- Las losas de piso (o azotea) son continuas y uniformes en relación con los materiales que las componen; es decir, están hechas del mismo material.

Vulnerabilidad Media

- Las losas de piso (o azotea) no cumplen con alguna de las anteriores consideraciones.

Vulnerabilidad Alta

- Las losas de piso (o azotea) no cumplen con varias de las anteriores consideraciones.
- Los pisos (o azoteas) están conformados por madera o combinaciones de materiales (concreto o mezcla, madera, tierra, etc.) y no proporcionan las características de continuidad y buen anclaje entre elementos deseados para que funcionen de manera monolítica.



TIPO Y DISPOSICIÓN DE PISOS

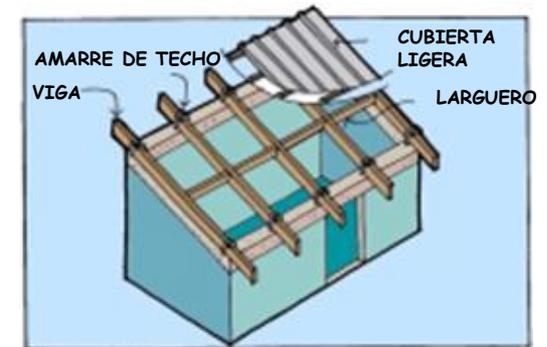
Es muy probable que no sea posible identificar las características de las uniones entre los pisos y los muros y columnas, debido a la existencia de acabado de mortero o mezcla, yeso o cualquier material que, usado como repellado o acabado, no permita observarlas, y resulte imposible eliminarlo o “pelar” parte de la estructura para su revisión, además de que es posible que no cuentes con los planos ESTRUCTURALES de la edificación, por lo que debes considerar lo siguiente:

- Si no viste el proceso de construcción de la vivienda y no sabes si la construyó un constructor o desarrollador formal, considera que la unión entre las losas y los elementos de soporte no es adecuada, por lo tanto su **vulnerabilidad es alta**.
- Si no viste el proceso de construcción de la vivienda, pero sabes que fue construida por un constructor o desarrollador formal, considera que la unión entre las losas y los elementos de soporte sí es adecuada y por lo tanto su **vulnerabilidad es media**.

AMARRE O FIJACIÓN DE LAS CUBIERTAS

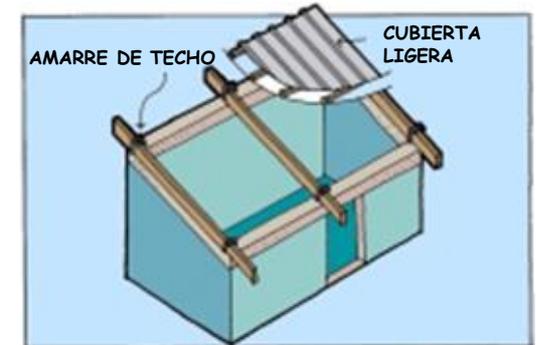
Vulnerabilidad Baja

- Existen tornillos, alambres o conexiones similares que unen el techo a los muros.
- Hay elementos de unión entre las vigas, como los largueros (ver figura de la derecha) y la distancia entre vigas no es muy grande.
- La cubierta es liviana y está debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta.



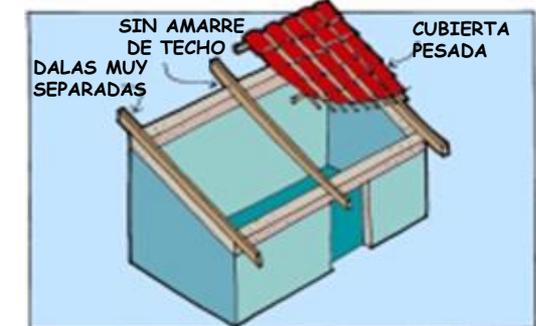
Vulnerabilidad Media

- Dos de los tres requisitos anteriores se cumplen



Vulnerabilidad Alta

- La mayoría de los requisitos mencionados anteriormente no se cumplen.
- La cubierta es pesada y no está debidamente soportada o arriostrada.

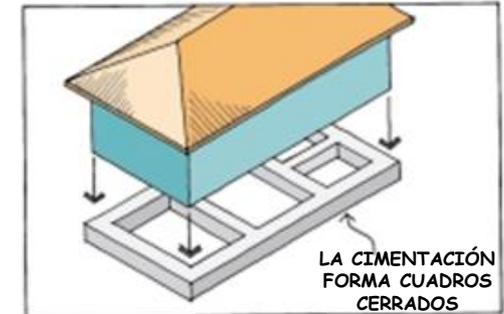


La propuesta aquí indicada es predominantemente para edificación de vivienda en la zona rural, sin embargo aún en la misma región rural, así como en las zonas urbanas, es probable que las cubiertas sean de losas de concreto. En ese caso considera que el nivel de vulnerabilidad es baja, y las características de unión entre la losa de cubierta y los elementos de soporte se estarían revisando con base en la página 21 y 22.

CIMENTACIÓN, DALAS DE CERRAMIENTO O AMARRE

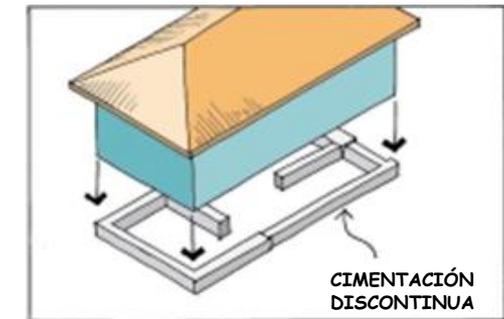
Vulnerabilidad Baja

- La cimentación está formada por dalas o trabes corridas de concreto reforzado ubicadas bajo los muros estructurales.
- Las dalas o trabes de cimentación forman anillos amarrados.
- Las dalas o vigas de cimentación están colocadas sobre zapatas de mampostería o de concreto reforzado, deberán contar con al menos cuatro varillas de refuerzo longitudinal y tener estribos de refuerzo transversal



Vulnerabilidad Media

- La cimentación no está debidamente amarrada.
- No se cumplen algunos de los requerimientos anteriores



Vulnerabilidad Alta

- La edificación no cuenta con una cimentación adecuada de acuerdo con los requerimientos anteriores.

Quizás no sea posible identificar las características estructura de cimentación por su ocupación bajo la superficie del terreno, además de que es posible que no cuentes con los planos ESTRUCTURALES de la edificación, por lo que debes considerar lo siguiente:

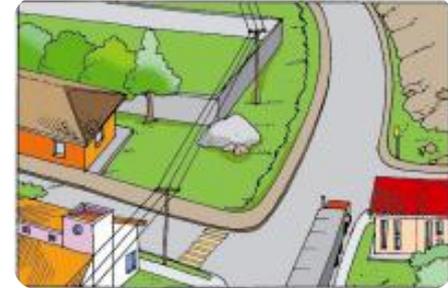
- Si no viste el proceso de construcción de la vivienda y no sabes si la construyó un constructor o desarrollador formal, considera que tiene **vulnerabilidad alta**.
- Si no viste el proceso de construcción de la vivienda, pero sabes que fue construida por un constructor o desarrollador formal, considera que tiene **vulnerabilidad media**.



Suelos

Vulnerabilidad Baja

- El suelo de la cimentación es duro. Esto se puede saber cuando alrededor de la edificación no existen hundimientos, cuando no se evidencian árboles o postes inclinados, no se siente vibración cuando pasa un vehículo pesado cerca de la vivienda o cuando en general las viviendas no presentan agrietamientos o daños generalizados, especialmente grietas en los pisos o hundimientos y desniveles en el mismo.



Vulnerabilidad Media

- El suelo de la cimentación es de mediana resistencia. Se pueden presentar, en general, algunos hundimientos y vibraciones por el paso de vehículos pesados. Se pueden identificar algunos daños generalizados en viviendas o manifestaciones de hundimientos pequeños.



Vulnerabilidad Alta

- El suelo de la cimentación es blando o es arena suelta. Se sabe por el hundimiento en las zonas vecinas, se siente la vibración al paso de vehículos pesados y la vivienda ha presentado asentamientos considerables en el tiempo de construcción. La mayoría de las viviendas de la zona presentan agrietamientos y/o hundimientos.



Entorno

Vulnerabilidad Baja

- La topografía donde se encuentra la vivienda es plana o muy poco inclinada.



Vulnerabilidad Media

- La topografía donde se encuentra la casa tiene un ángulo entre 20 a 30 grados de inclinación con la horizontal.



Vulnerabilidad Alta

- La vivienda se encuentra localizada en pendientes con una inclinación mayor de 30 grados con la horizontal.



Para calcular la inclinación del sitio donde se construyó la edificación se recomienda consultar o solicitar el apoyo de una persona con formación técnica que, con el uso de herramienta sencilla y común, pueda determinar de manera aproximadamente el valor de la inclinación del terreno de interés.

RESUMEN

COMPONENTE	VULNERABILIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
ASPECTOS GEOMÉTRICOS			
• Irregularidad en planta de la edificación	1	2	4
• Cantidad de muros en las dos direcciones principales	1	3	20
• Irregularidad en altura	1	2	4
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS			
• Calidad de las juntas de mezcla entre tabiques	1	2	3
• Tipo y disposición de los ladrillos o tabiques	1	2	3
• Calidad de los materiales del acabado o repellado	1	2	3
ASPECTOS ESTRUCTURALES			
• Muros confinados y reforzados	1	2	6
• Detalles de castillos y dalas de confinamiento	1	2	4
• Dalas de cerramiento, corona o amarre	1	2	4
• Características de las aberturas o huecos en muros	1	2	6
• Tipo y disposición de pisos	1	2	4
• Amarre y fijación de cubiertas	1	2	3
• Cimentación, dalas de cerramiento o amarre	1	2	4
SUELO	1	2	8
ENTORNO	1	2	4

	BAJA	MEDIA	ALTA
CLASIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA	Suma menor que 20	Suma entre 20 y 31	Suma mayor que 31

RECOMENDACIONES FINALES

En función de los resultados obtenidos, producto de la evaluación simplificada, se proponen al ciudadano las siguientes recomendaciones preliminares básicas :

1. En el caso de obtener un resultado global de **vulnerabilidad alta**, se recomienda informar y consultar las siguientes instancias o profesionales:
 - Dirección de Obras de la Delegación, Municipio o localidad donde se ubica la edificación
 - Ingeniero civil o arquitecto
 - A cualquiera de las dos instancias mencionadas se le deberá pedir el apoyo para la realización de una revisión minuciosa, exhaustiva y formal del nivel de la seguridad estructural de la edificación. Además, se debe tener presente que es altamente probable la necesidad de reforzar a la edificación, ya que ante la ocurrencia de un sismo mayor puede presentar daños importantes.
2. En el caso de obtener un resultado global de **vulnerabilidad media**, se recomienda lo siguiente:
 - Informar a la Dirección de Obras de la Delegación, Municipio o localidad donde se ubica la edificación
 - Ingeniero civil o arquitecto
 - A cualquiera de las dos instancias mencionadas se recomienda solicitar una opinión sobre cómo lograr reducir el nivel de vulnerabilidad de aquellos rubros en los que se tengan los valores más altos.
3. En el caso de obtener un resultado global de **vulnerabilidad baja**, se recomienda lo siguiente:
 - Realizar los trabajos pertinentes para lograr que aquellos rubros individuales o de componente que hayan resultado con valores de vulnerabilidad diferentes a baja, puedan estar dentro de la clasificación de vulnerabilidad baja.
4. Abstente de realizar modificaciones estructurales en la vivienda sin la debida supervisión, ni autorización de especialistas y autoridades.

HIPÓTESIS DEL PLANTEAMIENTO

Hipótesis básicas del planteamiento:

1. La clasificación de vulnerabilidad baja significa que el sistema evaluado tiene la menor probabilidad de presentar daño, o bien, que presentará el menor nivel de daño, completamente tolerable; es decir, su nivel de riesgo es aceptable.
2. El esquema de valores para clasificación de la vulnerabilidad local, por elemento o componente, en baja; media y alta, así como el procedimiento de evaluación final global de la vulnerabilidad de la vivienda, por el momento se basa en la experiencia del personal de la Subdirección de Riesgos Estructurales del CENAPRED. Se usaron factores empíricos de ponderación local y global para cada uno de los quince rubros y cinco temas.
3. Los criterios dominantes en la determinación de los factores de ponderación fueron:
 - Si se tiene una densidad de muros correspondiente a vulnerabilidad alta, es un factor *sine qua non* para clasificar al sistema como de vulnerabilidad global alta.
 - Si se tiene muros sin refuerzo y/o confinamiento, hay inexistencia de dadas de amarre o corona, hay exceso de aberturas o huecos en los muros, también se constituye en una condición que permite clasificar al sistema como de vulnerabilidad global alta.
 - Finalmente, las condiciones de suelo blando también se consideran como un parámetro que genera tendencia a vulnerabilidad alta en edificación de vivienda, entre otros factores por la posible existencia de agrietamientos previos a la ocurrencia de un sismo, generados por la tensión diagonal en muros producto del proceso de hundimiento identificado en este tipo de suelos.