Manual de Evaluación y Reforzamiento Sísmico para Reducción de Vulnerabilidad en Viviendas

Build Change
Swisscontact

www.buildchange.org

Aclaración

Este material ha sido preparado para ser utilizado por ingenieros calificados. No es correcto utilizarlo sin el debido apego a sus indicaciones y limitaciones, como también es incorrecto el uso aislado de la información que se presenta, fuera del contexto en el que se proporciona. La utilización de este material se hace al riesgo exclusivo de las personas o entidades que así lo hicieren. Este manual no tiene como propósito ser utilizado como instrucciones a seguir por un contratista para la construcción.

Los profesionales que actúen como ingenieros calculistas, geotecnistas, diseñadores de elementos no estructurales o constructores deben acreditar la idoneidad profesional establecida en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, identificado por las siglas NSR10 y conformado por la Ley 400 de 1997 y sus decretos reglamentarios 926 /2010, 2525/2010, 092/2011 y 340 de 2012.

Este material fue preparado con apoyo no técnico del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA a través de un convenio de cooperación con Swisscontact Colombia. Dichas instituciones no tienen responsabilidad ni explicita ni implícitamente sobre el contenido técnico de este manual.

Este documento ha sido avalado por la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes mediante el Acta 124, publicada el día 4 de marzo de 2015, y resolución No.0014 del 15 de marzo de 2016. Toda conclusión u acción derivada de la aplicación de estos materiales es de la responsabilidad exclusiva del usuario. Estos materiales no tienen el objetivo de generar derechos aplicables por parte alguna, ni deberían ser fundamento para la creación de los mismos.

Nada de lo contenido en estos materiales dará lugar a ninguna relación contractual ni causa legal a favor de alguna tercera parte que quiera utilizarlos contra Build Change, Swisscontact, ni el SENA. El uso y/o apoyo de terceros en estos materiales o la información que contienen se hace a riesgo propio. Build Change, Swisscontact, y SENA no serán responsables por cambios ni alteraciones hechas por terceros.

Build Change: Oficina Global, 535 16th St., Suite 605 Denver, CO 80202 EEUU +1 303-953-2563, info@buildchange.org
Oficina Regional Latinoamericana, Carrera 9 # 71-17 Ed. Futurama, Off. 502 Bogota, Colombia
Tel +57 1 3583268 www.buildchange.org

Manual de Evaluación y Reforzamiento Sísmico para Reducción de Vulnerabilidad en Vivienda – Índice

Manual de evaluación sísmica y reforzamiento **1**

A. Introducción **4**

1. Antecedentes 4
2. Objetivo 4
3. Aplicabilidad 5
4. Fundamentación del Manual y Criterios de Desempeño 7
5. Cómo utilizar el manual. 10
6. Consideraciones para expansiones futuras al diseñar un reforzamiento: 12

B. VISITA DEL SITIO **13**

1. Qué llevar 13
2. El Dibujo de los planos 13
3. Defina el tipo de construcción 17

C. Lista de Verificación para identificar deficiencias (checklist) **20**

1. Amenazas Geológicas del Sitio 21
2. Cimientos 25
3. Sistema Constructivo 28
4. Muros de Mampostería 34
5. Configuración 39
6. Elementos Constructivos 44

D. InFormación de reforzamiento **48**

E. Referencias **51**

Anexo A: Porcentaje de Area de Muros provista **52**

Anexo B: Material de Referencia para el Porcentaje de Area de Muros **59**

Anexo C: Listas de verificación de deficiencias **66**

Anexo D: Uso del manual fuera de Bogota **71**

A. INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes

Los terremotos no matan personas, las personas mueren por la construcción mal hecha. En regiones donde las prácticas de construcción son comúnmente de baja calidad los terremotos pueden destruir viviendas, en particular las de mampostería no reforzada, dejando como resultado decenas de miles de personas muertas, y cientos de miles de desamparados y desplazados. La ubicación, mecanismo, magnitud, y movimiento del suelo son distintos en cada terremoto, así como la respuesta de cada edificación a los distintos movimientos del suelo. Hasta las edificaciones que sobreviven a los eventos sísmicos podrían estar en riesgo de colapsar en un terremoto subsiguiente.

2. Objetivo

Este manual aporta parámetros para evaluar la resistencia a futuros terremotos de edificaciones con o sin daños y/o reparaciones. Las vulnerabilidades existentes se identifican como deficiencias en el procedimiento de evaluación, siendo necesaria su corrección como parte del diseño del reforzamiento. A través del procedimiento se identifican otras deficiencias sísmicas y se proveen técnicas específicas de reforzamiento para llevar la estructura a un nivel de desempeño sísmico de seguridad humana.

Mediante la reparación de daños y el reforzamiento estructural simultáneamente, la meta es facilitar la rápida reparación y reconstrucción de edificaciones existentes dañadas o inseguras, posibilitando el retorno de las personas desplazadas a sus hogares, y reduciendo el riesgo de daño debido a sismos en las que no han sufrido daños. También se incluye información sobre métodos constructivos y de refuerzo para mejorar la Resistencia a la carga de vientos producida por huracanes, aunque no a un nivel específico de desempeño. El objetivo de reforzar estructuras existentes antes de un desastre es asegurar su nivel de comportamiento estructural a un nivel de seguridad humana. Esto coincide con uno de los propósitos de la Ley 400 de 1997, expresados su artículo 1: donde "establece los criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos".

3. Aplicabilidad

Este manual es adecuado para ser utilizado en el tipo de edificación que típicamente existe en las áreas de construcción informal de Colombia, específicamente la de mampostería de baja altura, de hasta un máximo de 3 pisos, con cubierta liviana o cubierta en placa. La construcción típica a la que aplica se puede describir de la siguiente manera:

- Cimentación - En concreto ciclópeo (mampostería de piedra y mortero/concreto), o cimientos de piedra y/o zapatas aisladas bajo columnas de confinamiento de concreto.
- Muros (paredes) - De carga, construidos de mampostería no reforzada, con o sin columnas de concreto y otros elementos confinantes.
- Losas de piso y cubierta - Losas de concreto reforzado, las cubiertas también pueden estar construidas de lámina metálica liviana o de fibrocemento sobre estructura de madera o de perfiles metálicos livianos.

Se han incorporado al proceso de evaluación por lista de verificación de deficiencias, una variedad de restricciones como tamaños de edificación, proporciones, etc… Se permiten algunas condiciones que no son admitidas por la reglamentación para nueva edificación siempre y cuando los elementos cumplan detalladamente con las características aquí descritas. Por ejemplo, la lista de verificación comprende la evaluación de edificaciones que tienen las siguientes condiciones no admitidas en construcción nueva:

- Edificaciones de Mampostería Confinada (MC), de hasta tres (3) niveles de altura, con restricciones adicionales para edificaciones de Mampostería No Reforzada (MNR) en Bogotá o en zonas de amenaza sísmica intermedia y hasta dos (2) niveles en zonas de amenaza sísmica alta.
- Edificaciones que están apoyadas sobre muros de contención altos construidos de mampostería no reforzada.

La tabla **A.3.1** (abajo) indica la aplicabilidad propuesta y los valores de diseño para los sistemas estructurales incluidos en este manual y se muestra como una presentación similar a la Tabla A.3-1 para Sistema estructural de muros de carga de NSR10.

Las edificaciones que no cumplen los requisitos de aplicabilidad deben ser objeto de una revisión estructural detallada, que está más allá del ámbito de este manual. Los procedimientos para revisiones estructurales más detalladas están incluidos en el Reglamento NSR-10, utilizado en el desarrollo de este manual.

El manual proporciona información sobre soluciones y técnicas de reforzamiento que se pueden implementar con materiales, mano de obra, y equipo disponible localmente. No se proveen indicaciones sobre las técnicas constructivas detalladas para la implementación de estas soluciones. Se supone que la construcción será realizada por un constructor o propietario local con la calificación adecuada.

Tabla A.3.1. Sistemas estructurales de muros de carga

Sistema de Muros de Carga			R	C_R (1)	Zonas de Amenaza Sísmica					
					Alta		Intermedia		Baja	
	Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			Uso permitido	Altura máxima	Uso permitido	Altura máxima	Uso permitido	Altura máxima
1. Muros estructurales										
VULNERABILIDAD	a. Muros de mampostería no reforzada (MNR)	El mismo	1	0.75	Grupo I	1 piso máximo (2)	Grupo I	2 pisos máximo (2)	Grupo I	2 pisos máximo
	b. Muros de mampostería confinada (MC) (3)	El mismo	2	0.75	Grupo I	2 pisos Máximo	Grupo I	3 pisos máximo	Grupo I	3 pisos máximo
REFORZAMIENTO	c. Muros de mampostería no reforzada o con algunos confinados	El mismo	1	1.0	Grupo I	1 piso máximo (2)	Grupo I	2 pisos máximo (2)	Grupo I	2 pisos máximo
	d. Muros de mampostería confinada (MC)	Muros de mampostería confinados	2	1.0	Grupo I	2 pisos Máximo	Grupo I	3 pisos máximo	Grupo I	3 pisos máximo
	e. Muros de mampostería reforzada externamente (1 cara) (2)	Muros de mampostería no reforzada y algunos reforzados externamente (2)	1	1.0	Grupo I	1 piso máximo	Grupo I	2 pisos máximo	Grupo I	2 pisos máximo
	f. Muros de mampostería reforzada externamente (1 cara) (2)	Muros de mampostería confinados y algunos reforzados externamente (2)	2	1.0	Grupo I	2 pisos Máximo	Grupo I	3 pisos máximo	Grupo I	3 pisos máximo

(1) C_R es Factor de Vulnerabilidad descrito en la Sección A.4. de este manual.
(2) Varía de lo establecido para edificación nueva en NSR-10 para obras nuevas.
(3) Para Muros confinados ver D.10 NSR-10 y para muros diafragma si están totalmente confinados se pueden considerar como muros confinados y si solo lo están parcialmente deben cumplir las condiciones de D.11 NSR-10

4. Fundamentación del Manual y Criterios de Desempeño

4.1 ESTRUCTURAL

El Capítulo A.10 de NSR-10, "Evaluación e Intervención de edificaciones construidas antes de la vigencia de la Presente Versión del Reglamento" indica los requerimientos para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras existentes en Colombia. De acuerdo a la Sección A.10.1.3, el Capitulo A.10 es el que debe utilizarse la vulnerabilidad de estructuras existentes (A.10.3.3) y para la rehabilitación sísmica de estructuras existentes (A.10.3.5), así como para la reparación de estructuras que hayan sufrido daños por eventos sísmicos (A.10.3.6). Este manual aporta un método específicamente dirigido a casos de vivienda para los que es aplicable (véase la Sección 3, Aplicabilidad de este manual), en conformidad con el Reglamento NSR-10 en sus secciones A.10.2 que se refiere a los estudios e investigaciones para edificaciones existentes, A.10.4 que se refiere a los criterios de evaluación de la estructura existente, y A.10.9 que se refiere a la rehabilitación sísmica.

La Sección A.10.4.4 específicamente anota a ASCE-31 "**Seismic Evaluation of Existing Buildings**" (Evaluación sísmica de Edificaciones Existentes) como un método alterno aceptable para los criterios de evaluación sísmica, y la Sección A.10.9.4 específicamente anota a ASCE-41 "**Seismic Rehabilitation of Existing Buildings"** (Rehabilitación Sísmica de Edificaciones Existentes) como un método alterno para la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes. Es sobre esas dos referencias que están basados los procedimientos de este manual para asegurar cumplimiento con el Reglamento NSR-10.
El término *Evaluación Sísmica* se define en este manual como un método aprobado para evaluar las deficiencias de una edificación, que le impiden alcanzar un nivel de desempeño deseado. El término *Rehabilitación Sísmica* se define en este manual como el reforzamiento del desempeño sísmico de elementos estructurales y/o no estructurales de una edificación mediante la corrección de las deficiencias identificadas durante una evaluación sísmica. ASCE 31 y ASCE 41 exigen que la evaluación y la rehabilitación tengan una meta de desempeño sísmico determinada, lo que se define como alcanzar un determinado desempeño sísmico para un riesgo dado. El nivel de desempeño sísmico adoptado en este manual es el de Seguridad Humana, el que se define de la manera siguiente:

Nivel de Desempeño de Seguridad Humana: *Desempeño de la edificación que incluye daños a los componentes estructurales durante el sismo considerado en el diseño, de tal manera que: (a) Queda al menos algún margen antes de un colapso estructural parcial o total, y (b) Se pueden producir lesiones, pero el riesgo general de lesiones fatales resultantes del daño estructural se espera que sea bajo.*

La evaluación sísmica de edificaciones existentes realizada utilizando ASCE-31 está específicamente orientada a aceptar niveles un poco más altos de daños para cada nivel de desempeño que aquellos admitidos en construcción nueva, o en construcciones reforzadas de acuerdo a ACSE-41. En este manual hemos incorporado ese aspecto de ASCE-31 con la utilización de un factor de vulnerabilidad, C_R, de 0.75 en la tabla A.3.1 aplicado a las exigencias estructurales, al hacer la evaluación de una edificación existente, a diferencia del factor de 1.0 aplicado cuando se valida un esquema de reforzamiento propuesto. Se considera que el factor 0.75 podría ser asimilable al empleo de los movimientos sísmicos de diseño con seguridad limitada definidos en A.10.3 del Reglamento NSR-10 y en este manual se emplea únicamente para vulnerabilidades. Lo anterior es consecuente con la práctica histórica en ASCE de evaluar edificaciones existentes con parámetros de diseño levemente inferiores a los de edificaciones nuevas. Esta práctica reduce la necesidad de rehabilitar estructuras con deficiencias relativamente bajas respecto al Nivel de Desempeño deseado.

Este manual utiliza las fuerzas sísmicas (nivel de riesgo) correspondientes a los Movimientos Sísmicos de Diseño definidos en la Sección A.2.2 del Reglamento NSR-10 para una probabilidad del diez por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años. Sin embargo es importante aclarar que el factor de movimientos sísmicos de diseño con seguridad limitada para reforzamientos definido en la tabla A.10.3-2 del NSR-10 es equivalente aproximadamente a 0.87 de Aa para Bogotá (Ae=0.13, Aa=0.15), valor inferior al propuesto en el presente manual que es de 1.00 para reforzamientos haciendo este método conservador respecto a lo permitido con el espectro de seguridad limitada para casos específicos.

Ni ASCE-31 ni ASCE-41 se refieren específicamente a la edificación realizada en mampostería confinada, así que se han utilizado referencias adicionales para ampliar la información disponible en esos estándares en el desarrollo de este manual, más específicamente el Reglamento NSR-10. Cuando se han incorporado requerimientos específicos de NSR-10 a este manual los mismos se han señalado como tales. Las demás indicaciones no son de carácter obligatorio, pero son prácticas recomendadas para cumplir con lo previsto en las metodologías alternas autorizadas descritas anteriormente. Al final de este manual se encuentra una lista completa de las referencias utilizadas para su elaboración. El manual también se nutre de información de experiencias observadas en sismos anteriores, como el de enero de 2010 en Haití y está orientado a abordar las causas más comunes de daños y de colapso de edificaciones.

Se espera que la mayor parte de las edificaciones rehabilitadas utilizando este manual se comporten conforme a los niveles deseados una vez sometidos a los sismos para los que se han diseñado. Sin embargo, ajustarse a estas indicaciones no garantiza el desempeño; sino que representa el estado actual de la práctica de diseño para ese desempeño. La práctica de Ingeniería Sísmica evoluciona rápidamente, y nuestra comprensión del comportamiento de edificaciones sometidas a fuertes temblores, así como nuestra habilidad

de predecir su comportamiento está avanzando. En el futuro, nuevos conocimientos y tecnologías mejorarán la certeza de alcanzar estas metas.

4.2 NO ESTRUCTURAL

ASCE-31 y ASCE-41 también exigen la consideración de riesgos no estructurales, por ejemplo partes de la edificación, contenidos, o sistemas de instalaciones que afecten el nivel de desempeño sísmico deseado. ASCE-41 contiene una variedad de metas de desempeño que cambian de forma similar a las metas de desempeño estructural. La meta seleccionada en este manual es la de "*Hazards Reduced non-structural performance level*", **Nivel de Desempeño No-estructural de Riesgos Reducido**s del ASCE-41 Sección 1.5.2.4, extractado (traducido) del mismo a continuación:

NIVEL DE DESEMPEÑO NO-ESTRUCTURAL DE RIESGOS REDUCIDOS (N-D)
El nivel de desempeño no-estructural de riesgos reducidos N-D, se definirá como un estado de daños, post-terremoto en el que los componentes no estructurales pueden estar dañados y potencialmente en riesgo de caerse, pero los componentes no estructurales de alto riesgo están asegurados de manera que no puedan caer sobre áreas de reunión. El aseguramiento de las salidas, la protección de sistemas contra incendios, y situaciones similares de seguridad humana no están consideradas en este nivel de desempeño no estructural.

Los componentes que el ASCE-41 típicamente requiere que estén anclados, usualmente no están presentes en la edificación informal de mampostería de Colombia, por lo que se ha identificado y estudiado únicamente una cantidad limitada de ellos en este manual, como antepechos y muretes hechos de mampostería. Los otros elementos se asumen como responsabilidad del ocupante.

Los criterios dados en ASCE-31 y ASCE-41 en términos generales son compatibles con las metodologías establecidas en el Reglamento NSR10, en A.10.10.2.3 sobre Criterios para diseñar la reparación y que son FEMA 306, 307, 308 y ASCE/SEI 41-06

5. Cómo utilizar este manual

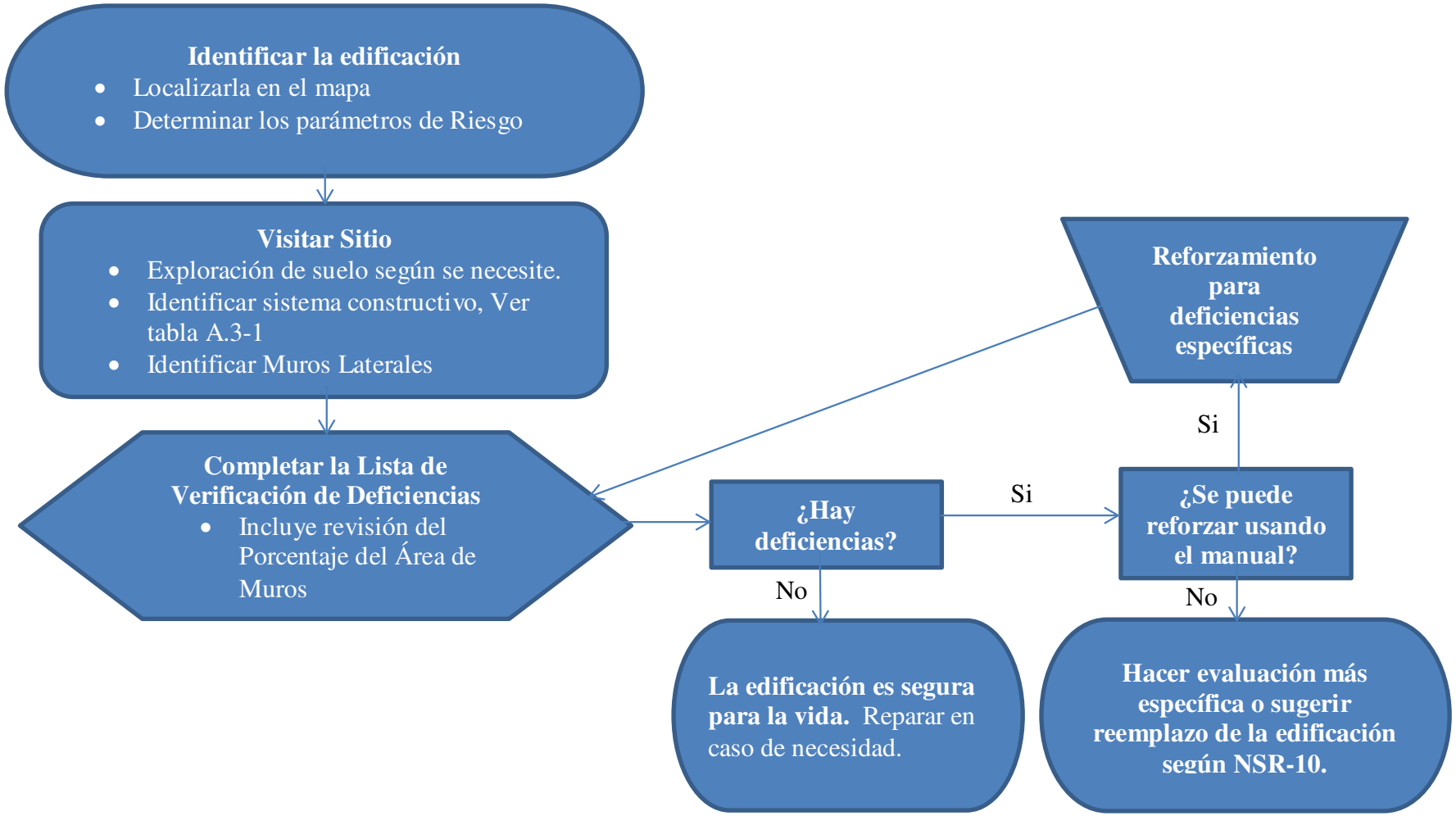
El proceso de evaluación y reforzamiento está sintetizado en el diagrama de flujo de la página siguiente. El procedimiento de evaluación sísmica se hace siguiendo una lista de verificación (*checklist*) que se utiliza para identificar deficiencias sísmicas críticas. Una vez identificadas las deficiencias se pueden proponer medidas de reforzamiento para subsanarlas, y luego se repite la evaluación para verificar que todas las deficiencias hayan sido abordadas.

El procedimiento de la lista de verificación se utiliza para identificar problemas críticos del sitio y de la configuración de la edificación, que en eventos anteriores han sido observados como elementos de colapso. Un problema común en el tipo de construcciones que nos ocupa es la insuficiencia en el área de muros o su densidad en el plano horizontal. Esto resulta en fallas coplanarias excesivas de los muros de mampostería, que luego colapsan generalmente por esfuerzos laterales, teniendo como resultado un colapso parcial o total en ese nivel de la edificación.

Uno de los ítems de la lista de verificación aborda ese problema, requiriendo que el ingeniero evalúe el **P**orcentaje de **Á**rea de **M**uros (PAM) en cada nivel y para cada dirección por separado, de manera que se pueda determinar un área suficiente de muros para el tipo de construcción de que se trate (mampostería con o sin refuerzo, o confinamiento). Si la densidad de muros cortantes es MENOR a la requerida la edificación necesita ser reforzada.

El ingeniero puede escoger de una lista de alternativas que incrementan el Porcentaje de Área de Muros, o que reducen el porcentaje requerido de muros cortantes. Las técnicas que incrementan el porcentaje del área de muros incluyen; agregar paredes de mampostería, rellenar vanos, o sobreponer un recubrimiento de concreto reforzado a un muro existente. Las técnicas que reducen el porcentaje necesario de área de muros incluyen la introducción de elementos confinantes de concreto reforzado para hacer la estructura más dúctil, mejorar la calidad de la mampostería, suprimir un piso superior, o convertir una cubierta de concreto en una cubierta liviana.

Una vez que el ingeniero ha seleccionado las opciones de reforzamiento, se vuelve a realizar la evaluación para confirmar que todas las deficiencias hayan sido corregidas, incluyendo el requerimiento del Porcentaje de Área de Muros.


Identificar la edificación
Localizarla en el mapa
Determinar los parámetros de Riesgo
Visitar Sitio
Exploración de suelo según se necesite.
Identificar sistema constructivo, Ver tabla A.3-1
Identificar Muros Laterales
Completar la Lista de Verificación de Deficiencias
Incluye revisión del Porcentaje del Área de Muros
¿Hay deficiencias?
Si
No
¿Se puede reforzar usando el manual?
Si
No
Reforzamiento para deficiencias específicas
La edificación es segura para la vida. Reparar en caso de necesidad.
Hacer evaluación más específica o sugerir reemplazo de la edificación según NSR-10.

Una vez que se ha diseñado el proyecto de reforzamiento, el ingeniero civil (facultado según la Ley 400 de 1997), será el responsable de desarrollar los planos, detalles, y especificaciones necesarias para que el contratista o el propietario ejecuten correctamente la construcción. El ingeniero es el responsable de adaptar todo a las condiciones particulares específicas, y debe tener el cuidado de integrar el esquema de reforzamiento al sistema general de resistencia a esfuerzos laterales de la estructura.

Las consideraciones de reforzamiento deberían ser discutidas con el propietario de la vivienda. Las opciones de rellenar una puerta o ventana, o demoler un piso superior pueden no ser muy agradables, pero tienden a ser soluciones más económicas. Agregar nuevas paredes de mampostería, o elementos confinantes puede ser más atractivo, pero también más caro. Este manual pretende proveer a los ingenieros con las herramientas necesarias para desarrollar proyectos de reforzamiento que consideren los casos y las necesidades particulares de cada propietario.

Esta manual no aborda los requerimientos para la ejecución de las obras. Las edificaciones nuevas deben cumplir los reglamentos y normas vigentes y aplicables especialmente NSR-10 en cuanto a control de materiales y deben solicitar las respectivas licencias de construcción.

6. Consideraciones para ampliaciones futuras al diseñar un reforzamiento:

Puede ser que se tengan intenciones de ampliar la vivienda en el futuro agregando un piso adicional sobre lo existente. En ningún caso se debe permitir la ampliación de una edificación que ha sido reforzada, más allá del número de pisos descritos en la TablaA.3.1 según el sistema constructivo y la sismicidad aplicable a la estructura.

Es la responsabilidad del ingeniero evaluar y determinar la factibilidad de un crecimiento en altura para cada caso específico. Se deben considerar las condiciones del suelo, las características de la cimentación, y la configuración del Sistema estructural de la edificación, así como la capacidad de la misma de soportar la carga adicional. Los sistemas de resistencia a fuerzas verticales y laterales de las ampliaciones verticales siempre deberán ser compatibles con los que estén abajo, y estar alineados a la configuración existente para mantener una continuidad vertical. Los procedimientos de este manual pueden utilizarse para revisar la capacidad del sistema lateral de resistir cargas sísmicas de una ampliación vertical modificando los factores de piso (c_P), e incrementando el número de niveles, N, utilizado en el cálculo de área de muros, reflejando la situación futura una vez realizada la ampliación vertical. Adicionalmente debería aplicarse la hoja de verificación de deficiencias a la vivienda considerando la ampliación futura, para asegurar que el desarrollo progresivo no creará deficiencias nuevas. El ingeniero diseñador también debe referirse a las Secciones A.10.7, y A.10.8 del Capítulo A.10 de NSR-10 para los requisitos que tienen que ver con el crecimiento vertical y horizontal de edificaciones existentes.

B. VISITA DEL SITIO

Una parte esencial de la evaluación sísmica y del proceso de reforzamiento es la visita del sitio. Para una mejor eficiencia del tiempo requerido en la visita de campo, se recomienda que ésta se realice en equipos de dos personas. Alguna información, como consultar mapas de sismicidad local, tipo de suelo, y estabilidad de laderas, debería ser recopilada antes de la visita.

1. Qué llevar

- Este Manual
- Lista de Verificación de Deficiencias en papel o electrónica.
- Tablero, libreta, y lápices o bolígrafos.
- Cámara
- Cinta métrica
- Casco
- Zapatos o botas con protección para construcción.
- Receptor GPS (en ausencia de tableta electrónica)

2. El Dibujo de los planos

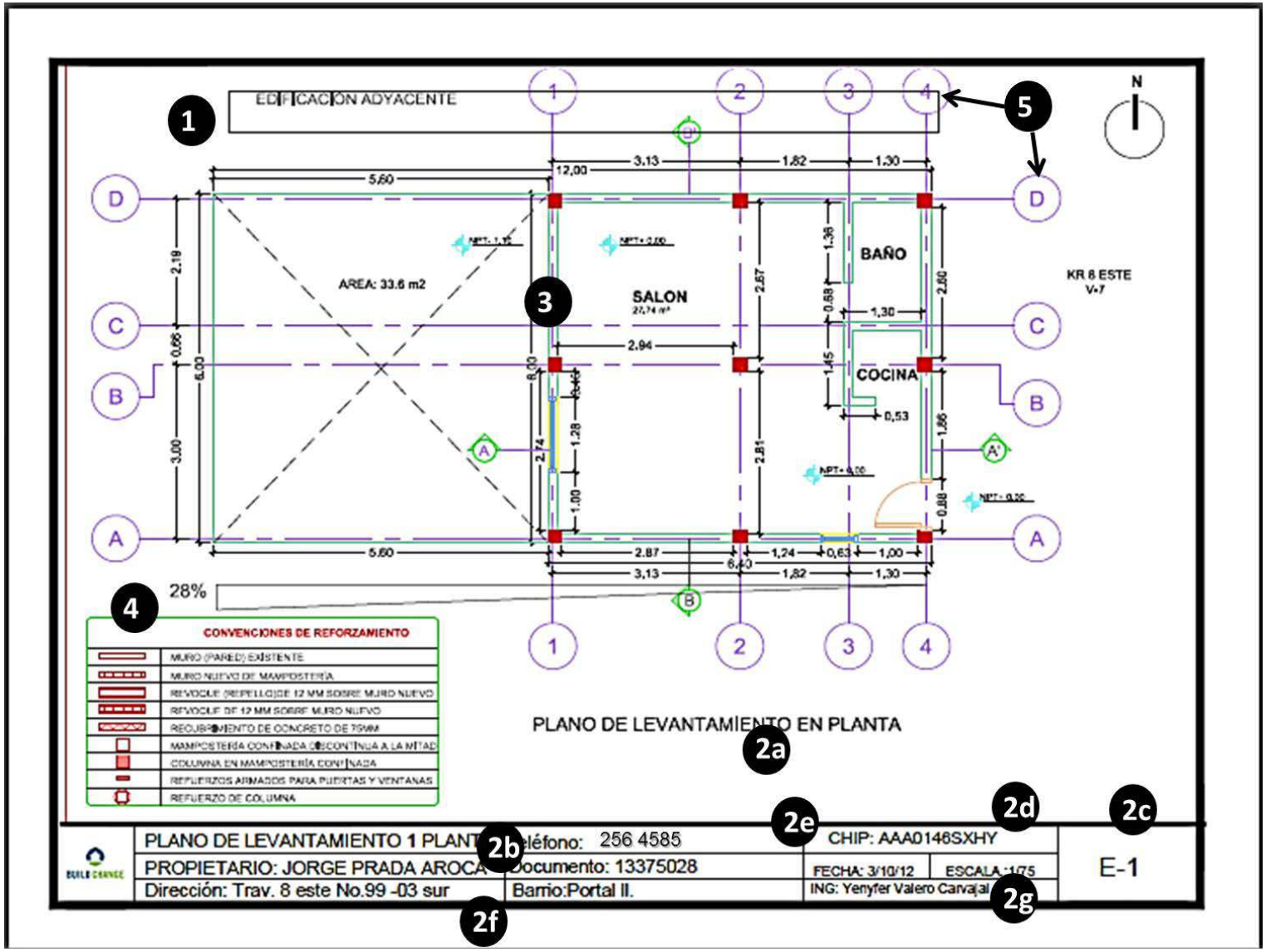
Para Planos de Planta de Edificaciones Existentes:

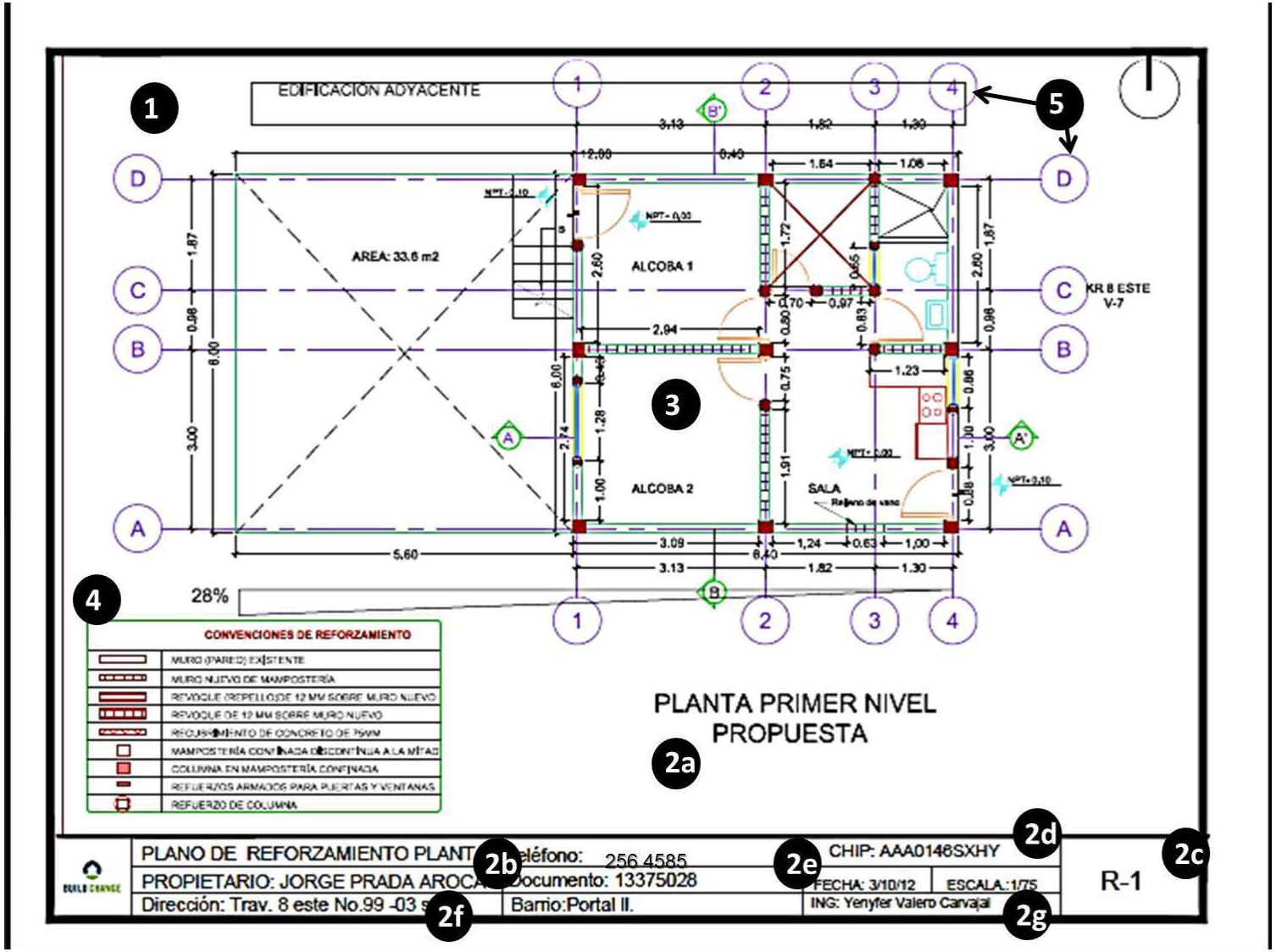
1. Comience con una cuadrícula y una escala aproximada (ej. 2cm=1m). El plano no tiene que estar a escala estrictamente pero es bueno tener una guía.
2. Llene la información del módulo con lo siguiente:
   a. Contenido (Describiendo el plano y el nivel)
   b. Nombre y teléfono del propietario
   c. Número de hoja (E para existente, R para reforzamiento)
   d. Número de proyecto (ej. CVM000X), o código identificador CHIP y dirección actualizada del inmueble
   e. Fecha
   f. Coordenadas GPS
   g. Nombre y matrícula profesional del evaluador y del ingeniero civil responsable (facultado según NSR-10)

3. Dibuje el plano de planta existente – recuerde que las paredes tienen un espesor, no son solamente líneas.
4. Utilice la simbología correcta del cuadro para representar los elementos de la estructura.
5. Agregue ejes a las paredes.
6. Indique el frente de la edificación.
7. Indique las dimensiones siguientes en el plano:
   a. Longitud de paredes (indicando en qué lado de la pared se ha tomado la cota)
   b. Longitud y ubicación de vanos de puertas y ventanas.
   c. Posiciones y tamaños de columnas
   d. Espesor de muros (paredes), anote las dimensiones del mampuesto y aparte el espesor de revoques (pañetes) u otros recubrimientos que existan.
   e. Longitud de voladizos y/o balcones
   f. Distancia de separación de edificaciones colindantes
   g. Altura de paredes (muros)
   h. Altura de parapetos (cornisas)
8. Resultados de apique de exploración de suelo según lo requerido por NSR-10.
9. Los resultados y la localización de exploraciones en lugares representativos.
10. Anote cualquier otra información relevante de la edificación o del sitio, como pendiente de terreno, al lado del plano.

Para el plano de planta de Reforzamiento propuesto:

1. Comience con los pasos de 1-6 de Planos de Planta de Edificaciones Existentes.
2. Dibuje los elementos de reforzamiento.
3. Agregue las cotas de los nuevos elementos.
4. Agregue los llamados a los detalles correspondientes indicando el número de página correcto.
5. Indique cualquier información importante sobre el reforzamiento (ej. Espaciamiento de vigas) al lado del plano.
6. Indique las especificaciones de los materiales para las obras nuevas.


EDIFICACION ADYACENTE
1
5
N
AREA: 33.6 m2
3
SALON
BAÑO
COCINA
KR 8 ESTE
V-7
28%
4
CONVENCIONES DE REFORZAMIENTO
MURO (PARED) EXISTENTE
MURO NUEVO DE MAMPOSTERÍA
REVOQUE (REPELLO) DE 12 MM SOBRE MURO NUEVO
REVOQUE DE 12 MM SOBRE MURO NUEVO
RECUBRIMIENTO DE CONCRETO DE 75MM
MAMPOSTERÍA CONFINADA (DISCONTINUA A LA MITAD)
COLUMNA EN MAMPOSTERÍA CONFINADA
REFUERZOS ARMADOS PARA PUERTAS Y VENTANAS
REFUERZO DE COLUMNA
PLANO DE LEVANTAMIENTO EN PLANTA
2a
2b
2c
2d
2e
2f
2g
PLANO DE LEVANTAMIENTO 1 PLANT
Teléfono: 256 4585
CHIP: AAA0146SXHY
PROPIETARIO: JORGE PRADA AROCA
Documento: 13375028
FECHA: 3/10/12
ESCALA: 1/75
Dirección: Trav. 8 este No.99 -03 sur
Barrio:Portal II.
ING: Yenyfer Valero Carvajal
E-1


1
EDIFICACION ADYACENTE
5
AREA: 33.6 m2
ALCOBA 1
ALCOBA 2
SALA
KR 8 ESTE
V-7
3
28%
4
CONVENCIONES DE REFORZAMIENTO
MURO (PARED) EXISTENTE
MURO NUEVO DE MAMPOSTERÍA
REVOQUE (REPELLO) DE 12 MM SOBRE MURO NUEVO
REVOQUE DE 12 MM SOBRE MURO NUEVO
REFUERZAMIENTO DE CONCRETO DE 75MM
MAMPOSTERÍA CONFINADA DISCONTINUA A LA MITAD
COLUMNA EN MAMPOSTERÍA CONFINADA
REFUERZOS ARMADOS PARA PUERTAS Y VENTANAS
REFUERZO DE COLUMNA
PLANTA PRIMER NIVEL
PROPUESTA
2a
PLANO DE REFORZAMIENTO PLANT
2b
eléfono: 256 4585
2e
CHIP: AAA0146SXHY
2d
PROPIETARIO: JORGE PRADA AROCA
Documento: 13375028
FECHA: 3/10/12
ESCALA: 1/75
R-1
2c
Dirección: Trav. 8 este No.99 -03
2f
Barrio: Portal II.
ING: Yenyfer Valero Carvajal
2g

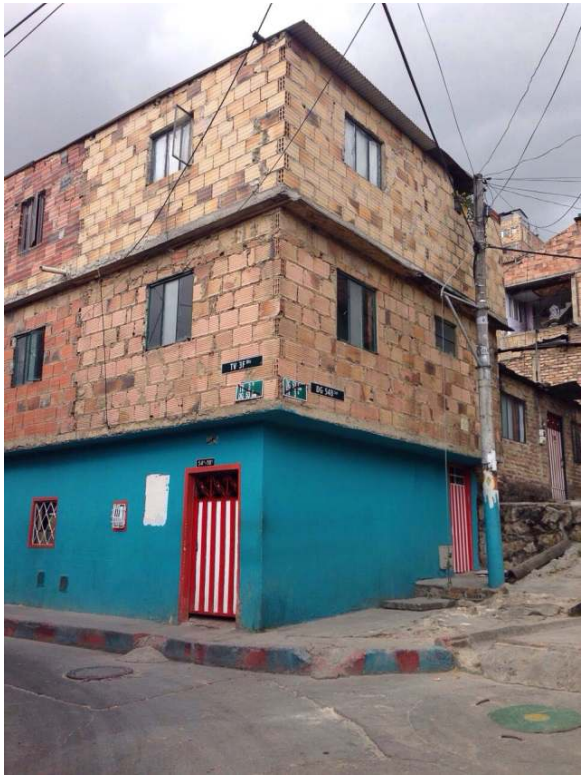
3. Defina el tipo de construcción

Este manual es aplicable a la típica construcción de mampostería, descrita en la Sección A.3 de este manual; Aplicabilidad, con sistemas de entrepiso de concreto reforzado. La cubierta puede ser del mismo sistema que los entrepisos, o una cubierta liviana. Dentro de este tipo de construcción identificamos, para efectos de evaluación sísmica, dos sistemas estructurales: Mampostería No Reforzada (MNR) sin refuerzo de acero y Mampostería Confinada (MC). Los sistemas de Mampostería Confinada (MC) cuentan con elementos confinantes verticales de concreto reforzado en las esquinas, en las intersecciones de muros, y alrededor de los vanos de puertas y ventanas, mientras que la Mampostería No Reforzada (MNR) es solamente mampostería sin refuerzo sosteniendo los entrepisos y el techo.

En la MC, normalmente se construyen primero las paredes de mampostería alrededor de los refuerzos verticales, y los elementos de concreto se construyen después. Las fotografías subsiguientes ilustran las diferencias.

El desempeño sísmico de las edificaciones de MC es preferible al de la Mampostería No Reforzada (MNR) porque los elementos de concreto reforzado ayudan a controlar el daño de la mampostería evitando que colapsen durante un terremoto. En dos edificaciones idénticas aparte del sistema constructivo, las edificaciones de mampostería no reforzada (MNR) son más susceptibles de fallar que aquellas de mampostería confinada. Es por eso que en muchos países sísmicamente activos la mampostería simple o no reforzada está prohibida para edificaciones nuevas. En Colombia según el Reglamento NSR10, sólo se permite en las regiones de las zonas de amenaza sísmica baja donde Aa sea menor o igual a 0.05 cuando se trata de edificaciones del grupo de uso I, de uno y dos pisos, de acuerdo con la tabla **Tabla A.3-1** numeral 2.i. Sólo para propósitos de evaluación de edificaciones existentes, este manual es aplicable a edificaciones de un solo nivel de mampostería no reforzada en áreas de alta sismicidad ($Aa \geq 0.2$) y de dos niveles en las demás. Véase la Tabla A.3.1 de este manual en la página #6. Las edificaciones de MC pueden ser evaluadas si son de no más de tres niveles de altura. El reforzamiento de mampostería no reforzada (MNR) a una mampostería confinada (MC), es recomendado, especialmente en edificaciones de más de un nivel en zonas de actividad sísmica alta e intermedia.

El sistema estructural de la edificación se calificará en cada nivel y para cada dirección (longitudinal y transversal), y se señalará en el plano. Para que los muros puedan ser considerados como mampostería confinada, deben haber amarres de concreto reforzado en todos los bordes del muro, en cada intersección de muros y en todos los lados de los vanos. Muros de menos de 1m de longitud no se consideran parte del sistema estructural. Todos los muros en una dirección dada deben ser de MC para ser clasificados así, de lo contrario se deben considerar como de MNR. Es posible y frecuente que una edificación tenga una mezcla de sistemas distintos en las diferentes direcciones y en los diferentes niveles.



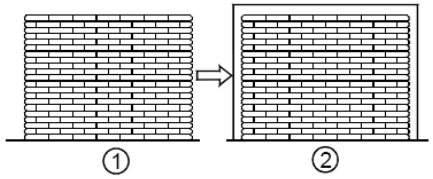
Mampostería No Reforzada (MNR) a la izquierda y Mampostería Confinada (MC) a la derecha.

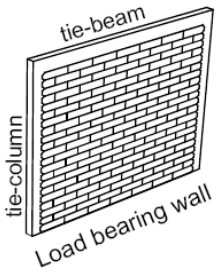
Mampostería No Reforzada (MNR)

Utilícese siempre que no se pueda confirmar otro sistema.

Mampostería Confinada (MC)

- Primero se construye el muro
- Columnas y vigas de amarre alrededor del muro
- Los muros laterales se ubican entre las columnas confinantes





- "tie-beam" = Viga de amarre de confinamiento
- "tie-column" = Columna de confinamiento
- "Load bearing wall" = Muro de Carga

Fuente: Confined Masonry Design Manual: Abril 2010 Borrador

C. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA IDENTIFICAR DEFICIENCIAS (CHECKLIST)

La lista de verificación para identificar deficiencias es la parte más importante del proceso de evaluación. El anexo C contiene una copia de la lista de verificación. En ella se suministra una lista de deficiencias sísmicas potenciales que se sabe han causado colapsos de edificaciones. Lea cada enunciado cuidadosamente y anote sus comentarios en la columna de observaciones para cada ítem:

C **Cumple –** Haga esta selección cuando sus observaciones concuerden con el enunciado de la lista.

NC **No-Cumple –** Haga esta selección cuando sus observaciones no concuerden con el enunciado de la lista. Los ítems no conformes deben ser corregidos mediante la propuesta de reforzamiento.

N/A **No Aplicable –** Haga esta selección cuando el enunciado de la lista no sea aplicable a la edificación en evaluación. Los ítems no aplicables no se toman en consideración en la evaluación de la seguridad sísmica del inmueble.

Al completar la evaluación y ya conociendo las deficiencias, el ingeniero identifica un esquema adecuado de reforzamiento para convertir todo lo que "*No Cumple*" a un "*Cumple*". Para que la edificación cumpla con el Nivel de Desempeño meta de Salvaguarda de Vidas o de Seguridad Humana, al final todos los ítems deben estar en condición de *"Cumple"*.

El ingeniero tendrá siempre la opción de realizar una evaluación más detallada para intentar convertir un ítem de *No Cumple* a una condición de *Cumple*. Eso es una mitigación a través de evaluación adicional. El ingeniero haría esa evaluación utilizando la normativa y los estándares aplicables y vigentes como es el Reglamento la NSR-10.

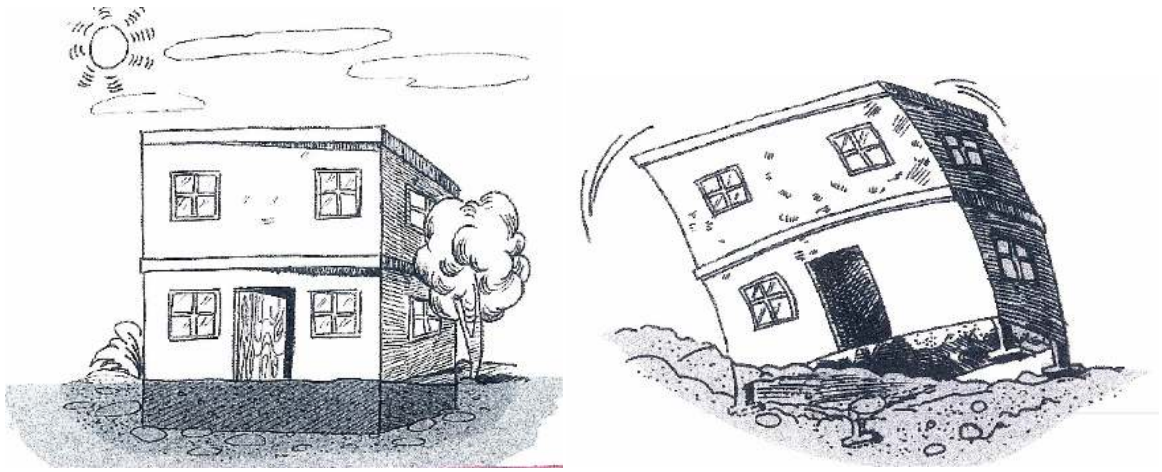
Se han previsto técnicas de reforzamiento adecuadas para la mayoría de los ítems de la Lista de Verificación, pero no para todos. Algunos ítems en condición de *No Cumple* requerirán de una intervención de una ingeniería más detallada, por un profesional ingeniero civil calificado y habilitado legalmente, o de información adicional por parte de las autoridades, por ejemplo, en edificaciones ubicadas en laderas de alta pendiente o zonas de amenaza por fenómenos de remoción en masa o por inundación.

A menos que los reforzamientos hubiesen sido ordenados por autoridad competente para alcanzar el Nivel de Desempeño de Salvaguarda de vidas, entonces se consideran técnicamente como un reforzamiento voluntario. Por consiguiente, es posible informar al propietario de la deficiencia y sus posibles consecuencias, y que el reforzamiento no es viable económicamente o técnicamente en ese caso particular. El propietario puede entonces decidir reconstruir, reubicarse, o asumir el incremento de riesgo.

1. Amenazas Geotécnicas del Sitio

1.1: Licuefacción:

No deben existir suelos sueltos, granulares, saturados, susceptibles a licuefacción porque podrían comprometer el desempeño sísmico de la edificación en los 15 metros por debajo de la cimentación. Esto debe ser considerado en especial en las zonas geotécnicas identificadas en la tabla 1 y mapa 1 del decreto distrital 523 de 2010 que son zonas aluviales, de llanura y cauce. Ver http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40984
Para determinar si la edificación CUMPLE identifique UNO de los siguientes ítems.



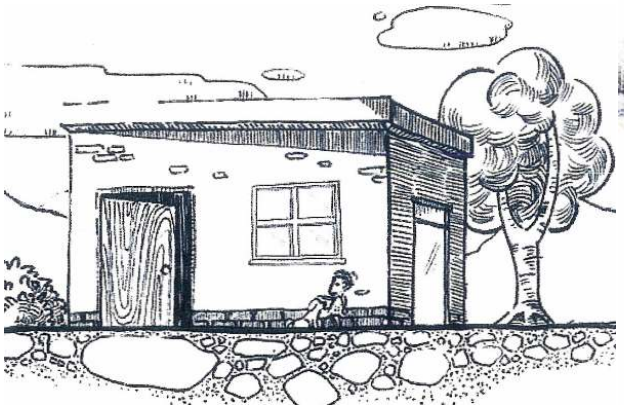
Fuente: Guide de bonnes pratiques pour la construction de petits bâtiments en maçonnerie chaînée en Haïti, MTPTC, Septiembre 2010

CUMPLE	NO CUMPLE
El sitio se localiza fuera de zonas de licuefacción conocidas. Consultar mapas. O Verifique la localización del nivel freático inspeccionando un pozo, apique o mediante indagaciones con propietarios o residentes. Si está a más de 15 metros de profundidad CUMPLE. O Evalúe las condiciones del suelo excavado hasta la base de los cimientos, inserte una barra de 12mm de diámetro en el suelo. Si no se puede introducir más de 15cm CUMPLE.	El sitio se localiza en un área que ha sufrido asentamientos antes o durante algún sismo. Si existe evidencia de asentamiento inspeccione las edificaciones adyacentes y entreviste a los residentes para determinar las causas de los asentamientos y de las rajaduras asociadas a ellos. Si el predio se encuentra localizado en una zona de amenaza alta por fenómenos de inundación según los mapas de la FOPAE, hoy IDIGER, Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. http://www.idiger.gov.co/

Un resultado de No Cumple, en este ítem de la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando este Manual y debe realizarse una evaluación más detallada por medio de un Estudio de Suelos realizado de acuerdo al Título H del Reglamento NSR-10.

1.2: Falla de Ladera

El ingeniero deberá tener en cuenta las limitaciones y condiciones de riesgo del municipio y sus normas de ordenamiento territorial, donde se encuentra el proyecto para establecer requisitos o estudios especiales. En el caso específico de Bogotá la reglamentación vigente sobre la materia están definidas en la Resolución Distrital 227 de 2006 modificada parcialmente por la Resolución Distrital 110 de 2014 y los mapas del Plan de Ordenamiento Territorial, Decreto 190 de 2004 y las normas que los modifiquen o sustituyan...



CUMPLE	NO CUMPLE
Pendiente inferior a 17% O Pendiente entre 17% y 30% y se realiza una evaluación más detallada por un profesional calificado.	Pendiente entre 17% y 30% y no se ha realizado una evaluación más detallada. Pendiente superior a 30%.

Si la pendiente del terreno es superior al 17% e inferior al 30%, se requiere una evaluación más detallada para determinar qué medidas de mitigación o reforzamiento son las necesarias. Si la pendiente es superior al 30% el ítem se considerará como No Cumple. Al igual donde las condiciones de amenaza sean de riesgo alto deberán realizarse estudios geotécnicos siguiendo los criterios establecidos en el Capítulo H.5 Excavaciones y Estabilidad de Taludes y H.10 Rehabilitación Sísmica de Edificios del Reglamento NSR10

1.3: Muros de Contención del Sitio

Los muros de contención de piedra sin refuerzo o muros de concreto ciclópeo (ambos muros de gravedad) que soporten directamente la estructura no podrán tener una elevación superior a 2.0m sin refuerzo adicional. Todos los sistemas de muros de gravedad sólidos deberán contar con perforaciones de drenaje (lloraderas).

Seleccione CUMPLE si alguna de las proposiciones siguientes es verdadera:

- No existen ni se necesitan muros de contención.
- Los muros de gravedad sin refuerzo que soportan la estructura, no superan 2.0 m de altura.
- Los muros de contención reforzados cuentan con perforaciones de drenaje.

Seleccione NO CUMPLE si alguna de las proposiciones siguientes es verdadera:

- Los muros de gravedad sin refuerzo que soportan la estructura, superan los 2.0 metros de altura.
- Los muros de contención reforzados no cuentan con perforaciones de drenaje.

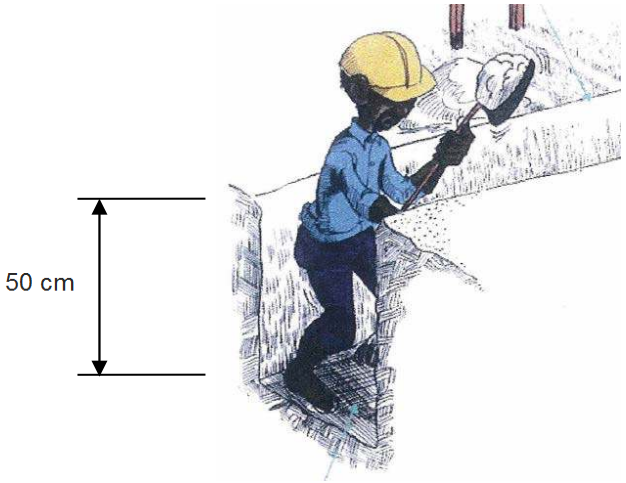
Un resultado de No Cumple con este ítem de la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando esta Guía y debe realizarse una evaluación más detallada, por un ingeniero civil habilitado para estudios geotécnicos y diseños estructurales según lo indicado en el Reglamento NSR-10.

2. Cimientos

2.1: Cimentación de Muros (paredes)

CUMPLE: Todas son verdaderas:

- El cimiento está hecho de concreto ciclópeo (o de piedra con mortero), o de concreto reforzado.
- La cimentación es continua bajo todos los muros y en todo el perímetro.
- Hay una viga de concreto reforzado abajo de todos los muros cuando el sistema es en mampostería confinada o cuando la pendiente del terreno es superior a 17%
- Todas las columnas están conectadas a la cimentación.
- Los cimientos están empotrados al menos 50cm por debajo del nivel de desplante.



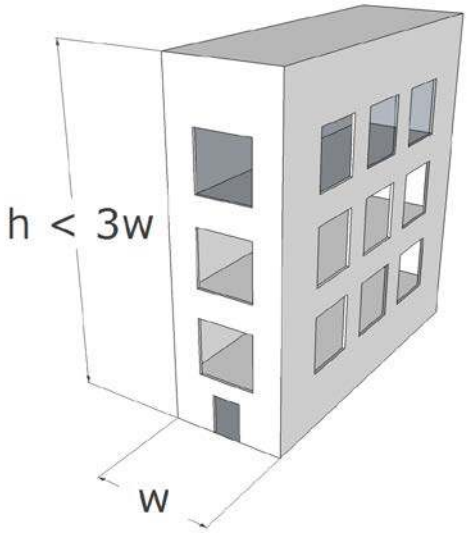
Las estructuras identificadas en condición de NO CUMPLE requieren subsanar la deficiencia. Considere las siguientes soluciones:

- Aumente la dimensión del cimiento existente agregando concreto.
- Rellene con cimientos nuevos en las zonas necesarias para completar el perímetro.
- Descubra el refuerzo de las columnas y prolongue la conexión de acero hasta la cimentación.

2.2: Desempeño de los Cimientos

1. No hay evidencias de movimientos excesivos de la cimentación, como asentamientos o levantamientos que afecten la integridad o resistencia de la estructura.

Un resultado de No Cumple para este ítem de la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando esta Guía y debe realizarse una evaluación más detallada de acuerdo al Reglamento NSR10 por un ingeniero civil facultado.



2.3: Volcamiento

CUMPLE:
La altura total de la edificación (h) es inferior a tres veces la menor dimensión lateral (w).

Las estructuras que se identifiquen en condición de No Cumple para esta deficiencia pueden ser modificadas agregando paredes o suprimiendo niveles para pasar a situación de Cumple.

2.4: Conexión entre los elementos de la cimentación.

Para todos los sitios en ladera (>17% pendiente) o para sitios con suelo blando, los elementos de la cimentación estarán interconectados por una placa de concreto reforzado, y los cimientos y vigas de concreto reforzado serán continuas bajo todos los muros.

CUMPLE:

- Para los sitios planos o de suelos duros: Todos los elementos de cimentación independientes están empotrados por lo menos 50cm por debajo del nivel de desplante en todos los lados (según Ítem 2.1)
- Para suelos blandos o laderas (>17%): Todos los elementos de cimentación están interconectados por losas de concreto reforzado y todos los muros (paredes) tendrán cimientos continuos y vigas.

Las estructuras en condición de NO CUMPLE se pueden reforzar agregando vigas corona o losas de piso de concreto reforzado.

2.5: Deterioro

No hay evidencias de que los elementos de la cimentación tengan deterioro excesivo debido a la corrosión, ataque de sulfatos, descomposición de materiales, u otras razones que pudieran afectar la integridad o resistencia de la estructura.

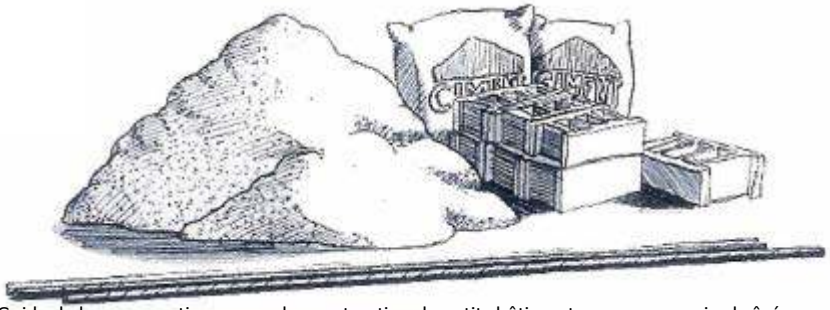
CUMPLE:
No hay evidencias de que los elementos de la cimentación tengan deterioro excesivo debido a la corrosión, ataque de sulfatos, descomposición de materiales.

Las estructuras en condición de NO CUMPLE serán reparadas o reconstruidas para superar el deterioro.

3. Sistema Constructivo

3.1: Materiales

Los materiales utilizados para los sistemas de cargas por gravedad y de cargas laterales son de concreto reforzado y mampostería de unidades de arcilla, o unidades de concreto. Un sistema liviano de madera y lámina metálica para la cubierta puede estar presente, pero sin diseño sísmico.



Fuente: Guide de bonnes pratiques pour la construction de petits bâtiments en maçonnerie chaînée en Haïti, MTPTC, Septiembre 2010

Este manual no es aplicable a estructuras que no estén construidas en concreto reforzado, o en mampostería. Las estructuras en condición de NO CUMPLE Requieren una evaluación más detallada realizada según estándares y referencias aprobadas por el Reglamento NSR-10.

Cuando se hagan reparaciones utilice siempre materiales de Buena calidad apegados a la normativa vigente. En Colombia las normas para materiales son las NTC (Norma Técnica Colombiana) relacionada en el Reglamento NSR-10.

3.2: Trayectoria de las Cargas (cumple con todas las condiciones siguientes)

- Es necesario un mínimo de dos ejes distintos de muros en cada dirección.
- Un eje adicional de muro es necesario por cada 4.0 m de espacio.
- Los muros a los que se les atribuya resistencia lateral deberán tener una longitud de al menos 1.0 m.
- Los muros paralelos no tendrán más de 4.0m de distancia entre ellos.
- Los muros estarán conectados al diafragma de arriba y de abajo por vigas reforzadas continuas y centradas en el eje del muro.
- La viga de cimentación deberá ser contigua a la placa de contra-piso.

Si la Trayectoria de las Cargas NO CUMPLE, la estructura puede ser reforzada con nuevos muros para proporcionar una trayectoria de carga adecuada.

3.3: Cantidad de pisos

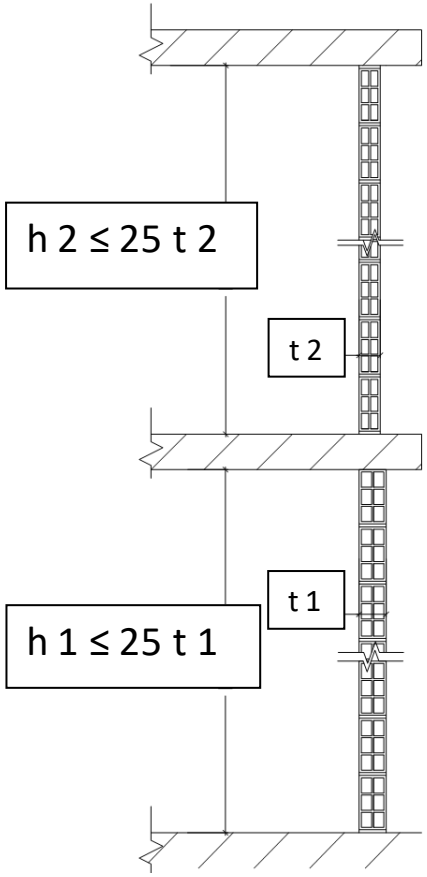
La cantidad máxima de pisos está de acuerdo a lo establecido en la tabla A 3.1

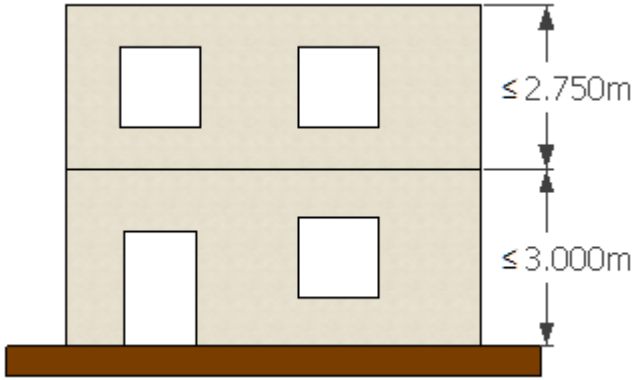
Se pueden suprimir niveles para satisfacer esta condición en el procedimiento de evaluación, en caso contrario se requeriría una evaluación más detallada, por un ingeniero habilitado según lo establecido en el Reglamento NSR-10.

Zona	Aa
Baja	0.05-0.10
Intermedia (Bogotá Aa=0.15)	0.15-0.20
Alta	>0.20

3.4: Altura de Pisos

Se considerarán condición de CUMPLE las estructuras que tengan una altura máxima de 25 veces el espesor mínimo de los muros en ese piso (NSR-10, 10.3.3). No se recomienda que en ningún caso la altura libre exceda los 3.0 metros en planta baja, o 2.75 metros en los pisos superiores.





Para las estructuras que estén en condición de NO CUMPLE en este ítem, se requiere una evaluación más detallada de acuerdo a lo contemplado en el Reglamento NSR-10.

3.5: Carga

El peso promedio (1.0xD) de cada nivel, incluyendo la carga aferente de paredes y contenidos (cargas vivas y muertas), no excede 4.8kPa (0.480 tonf/m², *100 psf, libras por pie cuadrado*). Ese es el peso correspondiente a una edificación típica con pocos o ningún recubrimiento sobre los muros. Vea el Anexo B para los ajustes de la carga sísmica basada en recubrimientos de muro usuales.

> Cuando el peso sísmico promedio del nivel sea mayor debido a los recubrimientos de los muros, u otras causas, se puede hacer uso del factor de peso sísmico de acuerdo a las indicaciones descritas en el Anexo B y lograr el cumplimiento del inciso. Cuando se encuentren distribuciones muy irregulares de carga, se requiere una evaluación más detallada.

3.6: Sistema de Piso y Cubierta

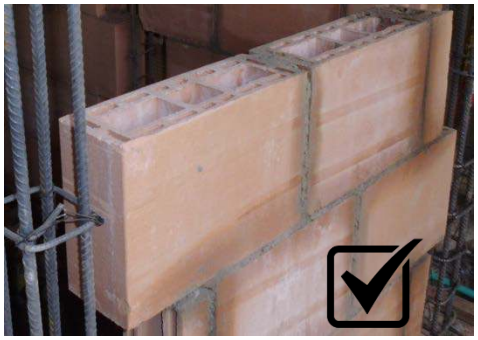
Los sistemas de pisos elevados y de cubierta son del tipo común en Colombia (aproximadamente entre 10 y 15cm de espesor de concreto armado). Las cubiertas también pueden ser de materiales livianos, como son perfiles metálicos y lámina de techo.

> Para las estructuras que estén en condición de NO CUMPLE en este ítem, se requiere una evaluación más detallada que la contemplada en este manual.

3.7: Muros

Muro de Mampostería Ladrillo

Muro de Mampostería Bloques Cerámicos, Perforación Horizontal



Muro de Mampostería Bloques Cerámicos, Perforación Vertical

Los muros estructurales están compuestos de unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos y mortero. Las unidades de mampostería y las juntas están en condiciones aceptables. Puede ser que los muros estén recubiertos de pañete, pero eso no se toma en cuenta para el espesor ni para la Resistencia a menos de que se tenga la certeza de que se trata de pañete con características estructurales específicas. En ningún caso deberán los muros tener un espesor nominal (incluyendo el pañete estructural) menor a lo indicado en NSR-10 D.9.1.3 para MNR, o en D.10.3.3 para MC, o en la Tabla E.3.5-1para vivienda de uno y dos niveles.

Para las estructuras con muros de un espesor inferior al requerido, se puede incrementar el espesor de los muros con pañete estructural, o recubrimiento de concreto reforzado.

3.8: Voladizos

Los muros perimetrales de los niveles superiores no están soportados por voladizos o aleros que se extiendan desde las paredes exteriores inferiores más allá del 50% del espesor de la pared. Este enunciado no aplica a edificaciones de un solo nivel.

Es importante coordinar con la Empresa de Energía Eléctrica, la separación requerida a los cables de media tensión (ver foto de la derecha) según el RETIE, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctrica, dichos aspectos están fuera del alcance de este manual.

3.9: Daños

La estructura no tiene daños producidos por sismos ni eventos climáticos, ni en las paredes de mampostería ni en el sistema de cubierta. Las edificaciones con daños se consideran en condición NO CUMPLE pero pueden ser reparados siguiendo la normativa aplicable, para poder ser considerados en condición CUMPLE.

4. Muros de Mampostería

4.1: Confinamiento

Los muros están ajustados a las vigas superiores de amarre (conocidas comúnmente como viga cinta) o a las placas de entrepiso y a las columnas si es que éstas existen. No hay elementos de encofrado presentes en las caras inferiores de las placas ni en las vigas.

Los muros de mampostería que estén en condición de NO CUMPLE pueden ser reparados siguiendo las indicaciones contempladas en el presente Manual.

4.2: Vanos

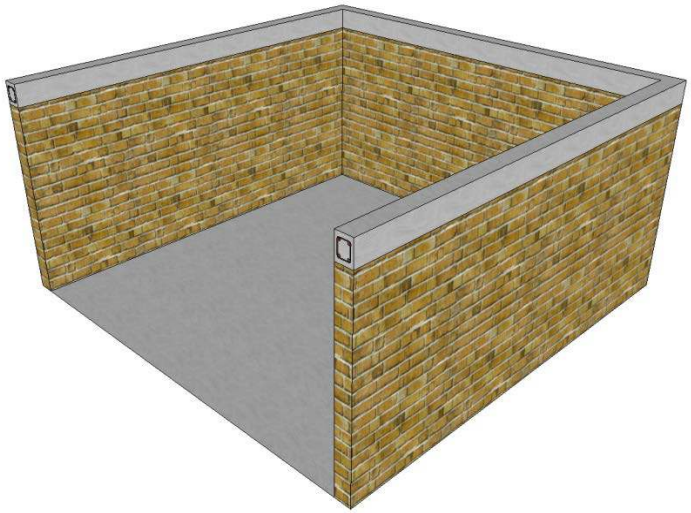
Las puertas, ventanas, y otras aberturas mayores a 0.5m deberán extenderse hasta la viga de amarre, o deberán contar con un dintel de concreto reforzado. Los dinteles deben extenderse como mínimo 20 cm dentro de la mampostería adyacente, o estar conectados a un elemento vertical de concreto.

Los vanos que estén en condición de NO CUMPLE pueden ser rellenados, modificados para pasar a CUMPLE, o se les puede agregar un dintel según las especificaciones requeridas.

*4.3: Viga de Amare (o viga cinta)** *Viga de Amarre (NSR-10, Titulo E Capitulo E1, Definiciones)*

Las edificaciones con techo en cubierta liviana cuentan con un elemento de concreto continuo, y con refuerzo de acero en la parte superior de las paredes para transferir fuerzas laterales a las paredes transversales.
Las vigas de amarre pasan sobre los vanos de las puertas. El sistema de cubierta está firmemente anclado a la viga de amarre.

Para las estructuras en condición NO CUMPLE en este ítem, se agregarán vigas o se hará una evaluación más detallada fuera del alcance de este manual.



Sección de edificación de MNR con viga de amarre continua sobre los muros

4.4: Porcentaje de Área de Muros

El porcentaje de área de muros es superior al porcentaje de área de muros existente (ver tabla abajo) en cada nivel y en cada dirección. A continuación, se da una descripción general del enfoque. Los anexos A y B ofrecen información más detallada en caso de ser necesaria.

Identificar el tipo de construcción, localización y longitud de muros

Se clasifica cada nivel y cada dirección horizontal de muros dentro de uno de los dos tipos de construcción previstos. Mampostería No reforzada (MNR), o Mampostería Confinada (MC). Para cada nivel y dirección todas las paredes deben cumplir los requerimientos de MC para poder ser catalogados como confinados, de lo contrario deben considerarse como MNR.

Los muros de mampostería de la edificación se detallarán en planta de un borde de muro a otro borde de muro. Un borde de Muro se presenta en las esquinas de la edificación, a los lados de las puertas u otras aberturas completas, o en la intersección de dos muros. Los costados de ventanas u otros vanos de más de 0.6m de longitud se designarán también como Borde de Muro.

Si todos los muros de una dirección en un nivel dado cumplen el siguiente requisito de MC entonces se puede considerar que esa dirección a ese nivel es MC, en caso contrario se considerará MNR (Mampostería No Reforzada):

- La longitud mínima para la resistencia a fuerza lateral es de 1.0m. Se pueden permitir longitudes menores pero no se pueden tomar en cuenta para el cálculo del Porcentaje de Área de Muro.

- Cada Arista de Muro deberá contar con refuerzo vertical de acero. Una columna de cuatro barras se requiere en las esquinas, y en los vanos de puertas, y se exige por lo menos una barra a los lados de puertas y ventanas.

- Se permiten segmentos de muro aislados con una sola columna siempre y cuando su longitud no sea superior a los 0.60m. Estos segmentos no se tomarán en cuenta para el cálculo del Porcentaje de Área de Muro.

Porcentaje de Área de Muros Existente

Una vez que se han identificado y clasificado los tipos de construcción y las longitudes de los muros en cada dirección y en cada nivel se puede determinar la densidad (porcentaje) de muros cortantes EXISTENTE. Esta información se levanta durante la visita de campo tomando la superficie del entrepiso o el techo soportado y la superficie de los muros en cada dirección primaria de la edificación. Dividiendo el área de muro entre el área de la estructura soportada, da como resultado el porcentaje EXISTENTE de área de muros. Las paredes de mampostería que no cumplan los requerimientos mínimos aquí descritos no pueden ser incluidos en el cálculo de Porcentaje de Área de Muros (PAM). Vea el anexo A.

No se puede considerar que los revoques de cemento existentes (pañetes) contribuyan a la capacidad de Resistencia lateral sin antes confirmar el espesor promedio y el nivel de adherencia a la mampostería del substrato. La contribución de revoque existente se incluirá aumentando el espesor de los muros existentes, y/o la superficie neta, distintamente al repello nuevo de reforzamiento.

Porcentaje de Área de Muros REQUERIDO (en %)

Luego, determine el Porcentaje de Área de Muros REQUERIDO (densidad) para cada nivel medido en planta y para cada dirección horizontal de la edificación. Esto se basa en los valores tabulados siguientes, ajustados según los supuestos descritos:

NIVEL	MNR Mampostería No reforzada		NOTAS	MR /MC Mampostería Reforzada o Confinada		
	# DE NIVELES			# DE NIVELES		
	1 PISO	2 PISOS		1 PISO	2 PISOS	3 PISOS
3	-	-	PARA EDIFICACIONES CON ENTREPISOS Y CUBIERTAS DE CONCRETO REFORZADO MACIZAS	-	-	4.9 %
2	-	9.4 %		-	4.7 %	8.1 %
1	8.3 %	14.2 %		4.1 %	7.1 %	9.7 %
3	-	-	PARA EDIFICACIONES CON CUBIERTA LIVIANA	-	-	4.0 %
2	-	8.0 %		-	4.0 %	5.7 %
1	8.3 %	9.4 %		4.1 %	4.7 %	7.6 %

Supuestos y Ajustes:

- La tabla es aplicable para Sa = 0.73g (la zona más exigente de Bogotá), para otros valores de movimiento del suelo proporcione los valores pertinentes.
- Los valores tabulados son para calidades "promedio" de construcción. Para calidades deficientes de construcción incremente en un 50%. Ver la guía fotográfica del anexo B.
- La Resistencia a la compresión del bloque asumida es de 2.0MPa. Ver el anexo A para ajustes de otras capacidades.
- Estos valores son para evaluación de edificaciones, incremente en un tercio para evaluar propuestas de diseño de reforzamiento.
- El bloque es usualmente de 95mm de ancho, aproximadamente 30 % sólido sin el revoque. Para otros espesores, porcentajes de superficie neta, ajuste el Porcentaje de Área de Muros requerido con la información de los anexos A y B.
- Se recomienda que, en cualquier caso, el PAM requerido no sea menor del 4% para MC, y no menos de 8% para MNR.

Revisión de Porcentaje de Área de Muros

El Porcentaje de Área de Muros provisto debe ser superior al Porcentaje de Área de Muros requerido (ver cuadro de abajo) en cada nivel y en cada dirección.

Si el Porcentaje de Área de Muros existente es superior al requerido en cada nivel y dirección, entonces para ese ítem debe señalarse que CUMPLE marcando C. Anote los Porcentajes de Área de Muros en la Lista de Verificación para referencia.

Si el Porcentaje de Área de Muros cortantes existente es inferior al requerido, la edificación necesita ser reforzada. El ingeniero puede seleccionar en la Sección D, entre las diferentes alternativas que pueden incrementar el porcentaje muros cortantes o reducir la cantidad necesaria.

Si la densidad de muros cortantes existente es menor que la densidad de muros cortantes requerida la edificación necesita ser reforzada. Escoja entre las alternativas en la Sección D para incrementar la densidad o reducir la demanda.

Se puede utilizar la tabla siguiente para calcular la longitud necesaria de muros de 12cm (si es bloque #4 deberá tener revoque en ambos lados, en caso de tener revoque por un solo lado no se contabilizará) para un Porcentaje de Área de Muros cortantes requerido (%) para una superficie dada en una edificación m^2:

Bloque #4 + pañete estructural en las dos caras *Longitud en metros*

Espesor = 0.12 m y CN = 1.5

Longitud requerida de muros en metros en cada dirección							
Área construida por nivel en m²	% de Área requerida						
	5%	**7.50%**	**10%**	**12.50%**	**15%**	**17.50%**	**20%**
10	2.8	4.2	5.6	6.9	8.3	9.7	11.1
20	5.6	8.3	11.1	13.9	16.7	19.4	22.2
30	8.3	12.5	16.7	20.8	25.0	29.2	33.3
40	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4
50	13.9	20.8	27.8	34.7	41.7	48.6	55.6
60	16.7	25.0	33.3	41.7	50.0	58.3	66.7
70	19.4	29.2	38.9	48.6	58.3	68.1	77.8
80	22.2	33.3	44.4	55.6	66.7	77.8	88.9
90	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0
100	27.8	41.7	55.6	69.4	83.3	97.2	111.1

Por ejemplo una edificación de dos pisos con un área de 100m² por nivel, con Sa de 0.73 (piedemonte B) con placas pesadas (pág.35, sección 4.4) requiere 5% de área de muros en segundo piso para un longitud de 27.8m (tabla pág. 37) y en primer piso 7.1% del área es decir una longitud de 41m de muros.
Este mismo proyecto de acuerdo a Título E NSR10, requeriría en piso dos L=13*100/120=10.8m de muros y en piso uno 21.6m de muros. Gran parte de la diferencia radica que Título E no usa el valor de Fa que este caso es 1.95, lo cual muestra la gran ventaja y el nivel conservador del empleo del presente Manual.
Los 12cm empleados son solo indicativos y fueron tomados de D.9.1.3 de NSR-10, el espesor final será evaluado por el ingeniero según el Anexo A.

5. Configuración

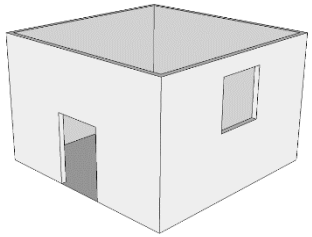
5.1: Torsión

1. Hay muros en todos los lados exteriores de la edificación, a no más de un 25% de la cota en planta del borde de la edificación, incluyendo plantas en Longitud y en Transversal.

O

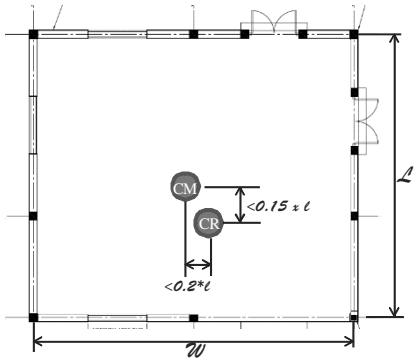
2. Alternativamente, la distancia estimada entre el centro de inercia y el centro de rigidez, para cada dirección ortogonal, calculada en cumplimiento de la ecuación E.3.6-2 de NSR-10 Capítulo E.3, será menor al 15% de la mayor cota de la edificación en planta.

CUMPLE:



Hay muros a todos los lados exteriores de la edificación a (Adentro del 25% de la dimensión en planta)

O



La distancia entre el centro de gravedad y el de rigidez es menor un 15% de la menor dimensión en planta de la edificación.

Si la edificación no cumple el primer requerimiento, debe realizarse una evaluación más detallada para demostrar la conformidad con el Segundo criterio.
Las estructuras que estén en condición de NO CUMPLE requieren atención. Recomiende agregar muros a la edificación para mitigar la condición. Ver sección D.

5.2: Junta Sísmica Edificaciones Adyacentes

Si la Junta Sísmica cumple lo dispuesto en el Capítulo A.6 del Reglamentos NSR10 (Figura A.6.5-1), se puede considerar que CUMPLE.

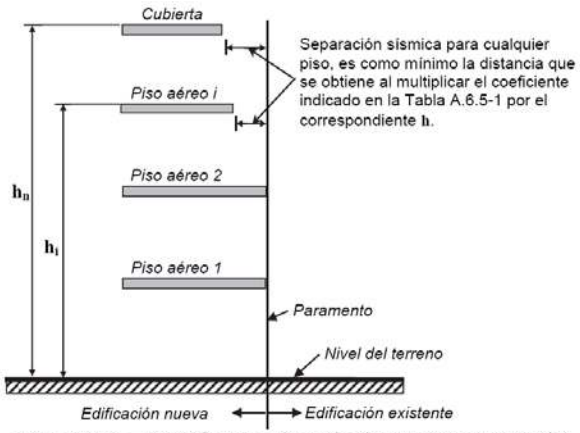
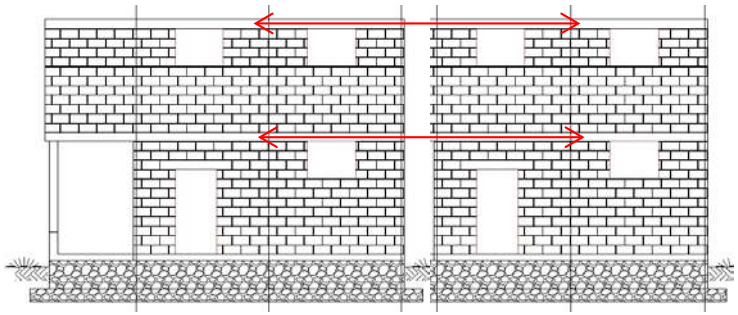


Figura A.6.5-1 — Medición de la separación sísmica (vista en elevación)

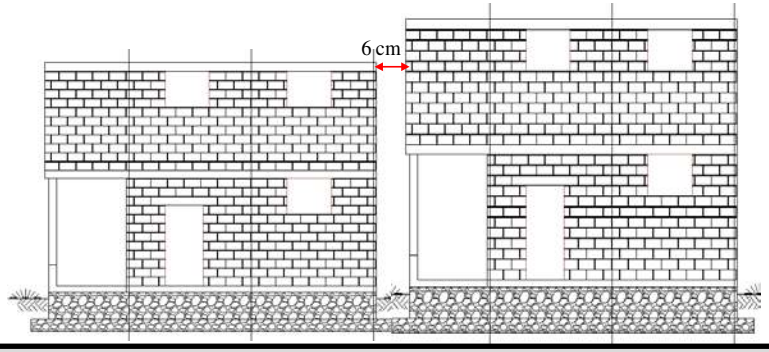
Figura A.6.5-1 de NSR-10

Si las placas de cubierta y entrepisos de las edificaciones vecinas no están alineadas verticalmente debe haber una distancia de contacto superior a 3cm para estructuras de un solo nivel, 6cm para dos niveles, y de 9cm para tres niveles. Si las losas de entrepiso y de cubierta están alineadas el ítem se puede considerar como una buena práctica de carácter no obligatorio.

CUMPLE:



O



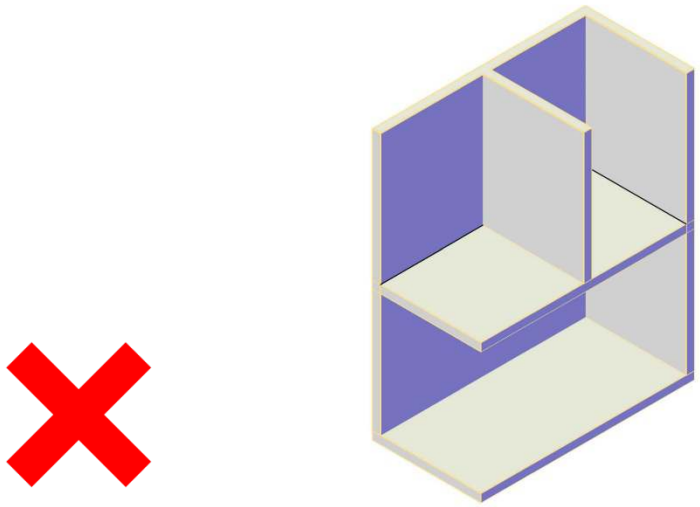
Para cuando la estructura NO CUMPLE en este ítem, se requiere una evaluación más detallada que la contemplada en este manual.

5.3: Discontinuidades Verticales

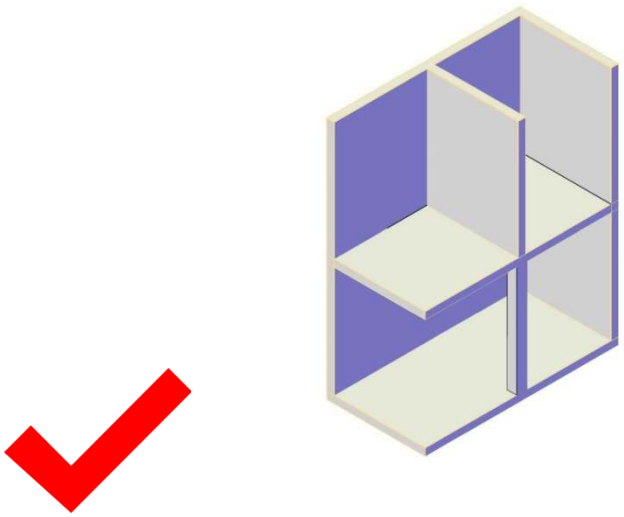
En general, los muros del Segundo nivel están ubicados sobre los del primer nivel. Los muros del segundo nivel que no estén alineados con los del nivel inferior, estarán soportados por alguna de las siguientes maneras, y no tendrán más de 3.0m de longitud sin apoyo:

- Columnas aisladas que cumplan, ver lista de verificación específica para los requerimientos de este ítem.
- Muros perpendiculares que se prolonguen al menos 60cm a cada lado del muro de arriba.
- Muros paralelos con por lo menos ¼ de la longitud del muro superior (30cm como mínimo) de traslapo con la pared de abajo.

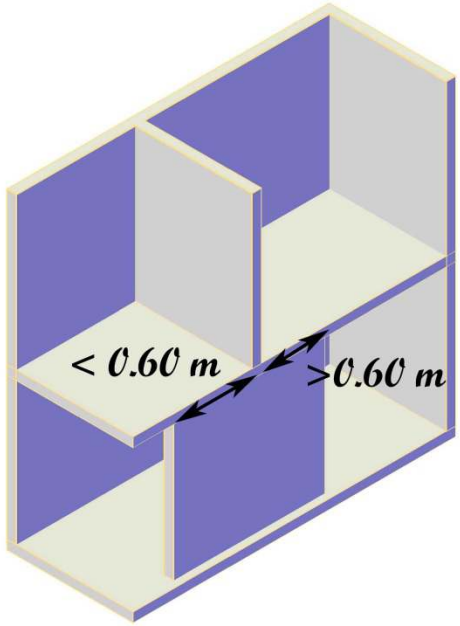
Este enunciado no aplica a edificaciones de una sola planta.
Ejemplos de CUMPLE y NO CUMPLE:



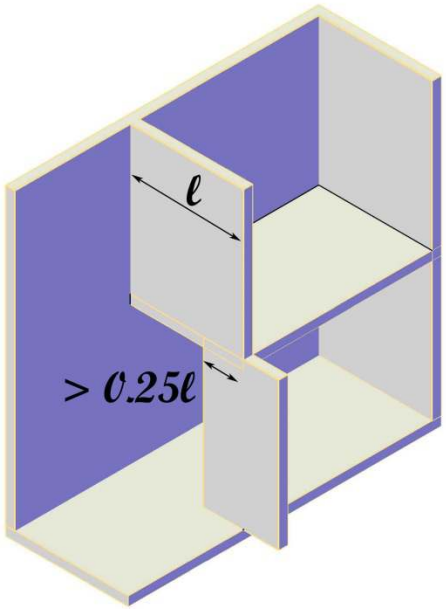
NC – Muros del segundo piso no alineados



C – La columna cumple con los requisitos, ver Ítem 6.1



C – Hay muros perpendiculares que se prolongan al menos 60cm (30cm como mínimo) a cada lado del muro superior



C – Existen muros paralelos con al menos ¼ de traslape entre ellos

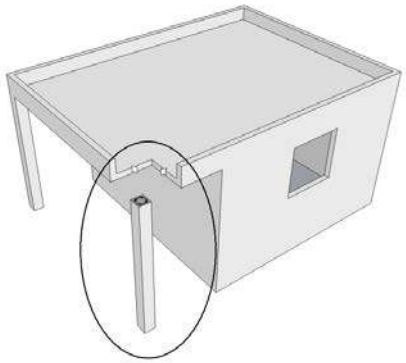
Las estructuras en condición de NO CUMPLE en este ítem pueden ser reforzadas suprimiendo muros en un nivel superior, agregando muros de carga y cimientos abajo, o construyendo columnas adecuadas. Ver la Sección D para los requerimientos.

6. Elementos Constructivos

6.1: Columnas de concreto aisladas o discontinuas

Las columnas aisladas que estén soportando losas de concreto o los tramos de paredes de mampostería discontinuas deberán cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

- Las columnas estarán construidas de concreto reforzado, y en buen estado con una altura libre mínima de 1.5m.
- La base de la columna estará conectada al resto de la edificación mediante un cimiento corrido o una losa de concreto reforzado.
- Las columnas tendrán una dimensión mínima de 15cm (6”) en caso de soportar una losa de techo o terraza, de 20cm (8”) si soporta una pared discontinua de un nivel, y 30cm (12”) si la pared es de dos niveles sobre ella.



Si la columna NO CUMPLE:

- Se puede reforzar “in situ”.
- La columna que no cumple se puede substituir por una que si cumple.
- Se pueden agregar paredes y cimientos de carga a los lados de la columna en cada dirección horizontal.

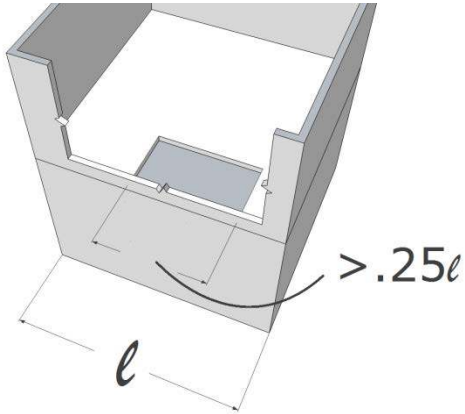
6.2: Vanos en placas cerca de muros cortantes.

Las aberturas en las placas adyacentes a los muros cortantes deberán cumplir los siguientes requerimientos:

- Las aberturas adyacentes a los muros cortantes deben medir menos del 25% de la longitud del muro.
- Las aberturas cercanas a las paredes de mampostería no serán mayores a 2.5m en su longitud, y existirá una viga de concreto reforzado en toda la longitud del muro adyacente.

Si la estructura NO CUMPLE requerirá atención. Considere las siguientes soluciones:

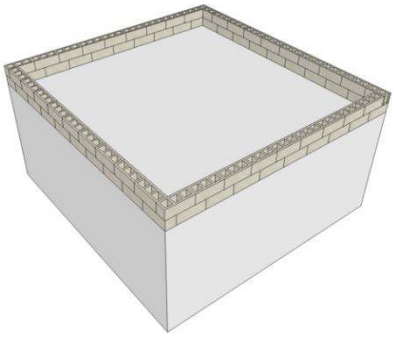
- Rellene parcial o totalmente la abertura con un diafragma con una rigidez similar a la existente.
- Agregue una viga de refuerzo a lo largo de la abertura.



6.3: Parapetos (cornisas)

No habrá parapetos ni cornisas sin soporte lateral que tengan una relación de espesor-altura superior a 1.5. Los parapetos de mampostería deberán estar en buenas condiciones con sus elementos bien adheridos a la estructura que los soporta.

NO CUMPLE:



Si la estructura NO CUMPLE para este ítem requerirá de atención. Considere las siguientes soluciones:

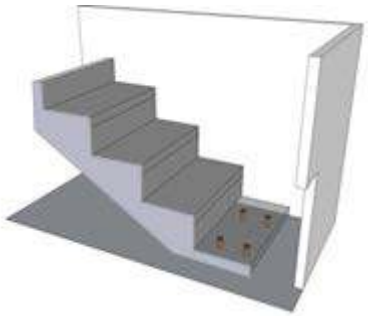
- Suprima o reduzca de altura el parapeto o la cornisa.
- Agregue soportes adicionales o elementos de concreto reforzado para proporcionar soporte lateral para los antepechos o muros.

6.4: Escaleras y descansos

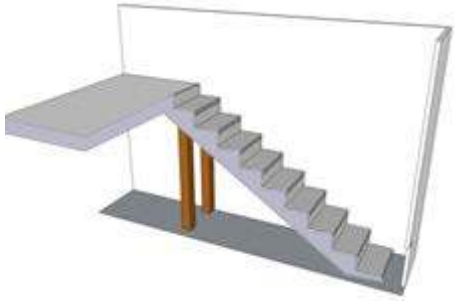
Las escaleras deberán cumplir todos los requisitos siguientes:

- Las escaleras estarán conectadas al entrepiso de concreto en cada nivel elevado de la edificación por un descanso continuo de concreto reforzado. Las escaleras no dependerán de las paredes o muros de la edificación como forma de apoyo vertical.
- El apoyo vertical de las escaleras y descansos será provisto por columnas aisladas competentes, o muros de mampostería de por lo menos 60cm de longitud.
- La cimentación de las escaleras deberá estar edificada con concreto ciclópeo o concreto reforzado con un empotramiento en el suelo de por lo menos 30cm. En sitios con una pendiente superior al 17% o en suelos blandos la cimentación de las escaleras deberá ser continua con la del resto de la edificación.

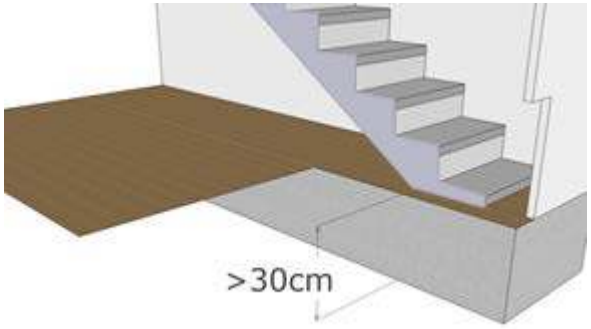
CUMPLE:



Y



Y



Si la estructura NO CUMPLE para este ítem requerirá de atención. Considere las siguientes soluciones:

- Conectar estructuralmente la escalera con el entrepiso
- Apoyar la escalera verticalmente sobre muros o columnas
- Extender y conectar la cimentación, en caso de necesidad.

D. INFORMACIÓN DE REFORZAMIENTO

Una vez que se ha entendido la estructura y que se han identificado sus deficiencias, se puede desarrollar un proyecto de reforzamiento adecuado. El proyecto de reforzamiento necesario, surge del proceso de evaluación que se hace con la Lista de Verificación. Las deficiencias como las de parapetos y escaleras se pueden superar de manera sencilla, mediante supresión o reemplazo, o con apoyos y refuerzos adicionales.

La evaluación de porcentaje de área de muros también indica unas potenciales soluciones de reforzamiento. Si la densidad existente de muros cortantes es menor a la requerida, la edificación debe ser reforzada. El ingeniero puede escoger de una lista de alternativas que incrementarían el porcentaje de muros o reducirían la cantidad de muros cortantes requerida.

Para incrementar el porcentaje de muros cortantes, el ingeniero diseñador puede recomendar…

- Agregar muros cortantes adicionales o incrementar la longitud de aquellos que son inferiores a 1.0m.
- Redoblar el espesor de los muros cortantes existentes.
- Incrementar la superficie efectiva de los muros existentes con revoque o pañete de mortero estructural.
- Incrementar la superficie efectiva de los muros existentes con recubrimientos de concreto reforzado.
- Rellenar vanos de puertas y ventanas.
- Mejorar la calidad de las paredes existentes reparándolas, aunque si el material es de muy baja Resistencia, se pueden reemplazar con paredes nuevas.
- Agregar apoyo bajo una pared discontinua para que pueda ser incluida en el cálculo de porcentaje de superficie de muros.

Para reducir la densidad de muros cortantes requerida el ingeniero puede recomendar…

- Hacer el sistema estructural más dúctil (introducir elementos confinantes de concreto reforzado).

- Reducir la carga sísmica de la edificación (Suprimir peso – ej. demoler un nivel superior, reemplazar una cubierta de concreto con una cubierta ligera, substituir acabados de pisos pesados por alternativas más livianas).

- Justificar mejores resistencias a la compresión de la mampostería existente mediante pruebas de laboratorio.

- Reparar mampostería de mala calidad utilizando técnicas adecuadas.

Los detalles de muestra para estas técnicas de reforzamiento se adjuntan en el Anexo D. El ingeniero tiene la responsabilidad de confirmar que sean adecuados al uso específico. Un juego de planos en planta y elevación debería desarrollarse, indicando el punto de utilización de cada detalle.

Al haber seleccionado la o las opciones, se deben hacer los cálculos de porcentaje de área de muros y la lista de verificación de deficiencias una vez más, para confirmar que la propuesta cumple con los requerimientos de esta guía.

Las propuestas de reforzamiento deben ser discutidas con el propietario. Es posible que no deseen agregar paredes nuevas, o rellenar vanos de puertas o ventanas, ni demoler un segundo piso. Un enfoque flexible permite diferentes opciones para las diferentes necesidades de los propietarios. Si el reforzamiento se hace de manera voluntaria, el propietario puede escoger hacer sólo una parte, y aceptar algunos riesgos como la licuefacción o deficiencias del sitio. El ingeniero debe informar de esos riesgos y priorizar las opciones de reforzamiento para que el propietario pueda tomar una decisión informada sobre los trabajos a realizar.

Respuestas a preguntas frecuentes y consejos generales sobre el reforzamiento

- Si su proyecto de reforzamiento convierte el sistema a mampostería confinada, el factor R se duplica, y el Porcentaje de Área de Muros requerido se reduce significativamente. Esa es una buena manera de reforzar.
- Muros diagonales. Si el ángulo es leve (por ejemplo, menor a 15 grados) normalmente suponemos que actúa en uno de los ejes. Si el ángulo es mayor deberemos considerar los componentes x, y de la longitud en los cálculos.
- Longitud significativa. Los muros de menos de 1m de longitud no cuentan.
- En caso de que una ventana sea rellenada consideraremos a K_m=1.0, ya que su parte inferior todavía tiene mampostería vieja.
- El revoque no debe ser tomado en cuenta donde hay vanos.

- Antes de anotar algo más, anote el número de la vivienda sobre el documento de evaluación. Mantenga presente una buena organización y documentación. Donde hay muchos papeles, los que no están rotulados, ni en un lugar adecuado probablemente se pierdan para siempre.
- Frecuentemente hay inconsistencias entre los dibujos, la lista de verificación, los cálculos, el presupuesto, etc. El ingeniero debe preparar un paquete que sea consecuente.
- Asegúrese de que sus documentos de evaluación sean claros y concisos. Cualquiera que no esté familiarizado con la edificación debería poder entender el trabajo, y comprender sus observaciones y las propuestas de reforzamiento.
- Recuerde la situación correcta de la edificación cuando proponga el diseño de reforzamiento. Por ejemplo, no especifique revoque sobre un muro que ya esté revocado, o uno de difícil acceso.
- Tenga conciencia del costo. Si su proyecto de reforzamiento contiene mucha más superficie o área de muros que la requerida, es posible que esté desperdiciando recursos. La eficiencia económica de parte del ingeniero es importante. Mientras más eficazmente se diseñe, más viviendas podrán ser reforzadas.
- No olvide considerar la torsión y otros problemas de la lista de verificación que no están específicamente abordados en los cálculos de porcentaje de superficie de muros.
- Mantenga presente que se pueda construir lo que propone de manera práctica, al diseñar su proyecto de reforzamiento. Antes de seleccionar un detalle tipo, asegúrese de que es en realidad aplicable a su caso particular.
- Mezclar entre Mampostería Confinada y Mampostería No reforzada, aun cuando se está reforzando una edificación, se considera como Mampostería No Reforzada. Existe la tendencia entre los ingenieros de agregar columnas nuevas en muros existentes y una reticencia a construir muros sin columnas. Los ingenieros deben comprender la diferencia entre los sistemas de MNR y MC y de qué manera se asegura la suficiente densidad de muros cortantes, de tal manera que los elementos confinantes sean menos necesarios.
- Asegúrese de comprender el procedimiento constructivo de cada detalle antes de incluirlo en su proyecto de refuerzo.

E. Referencias

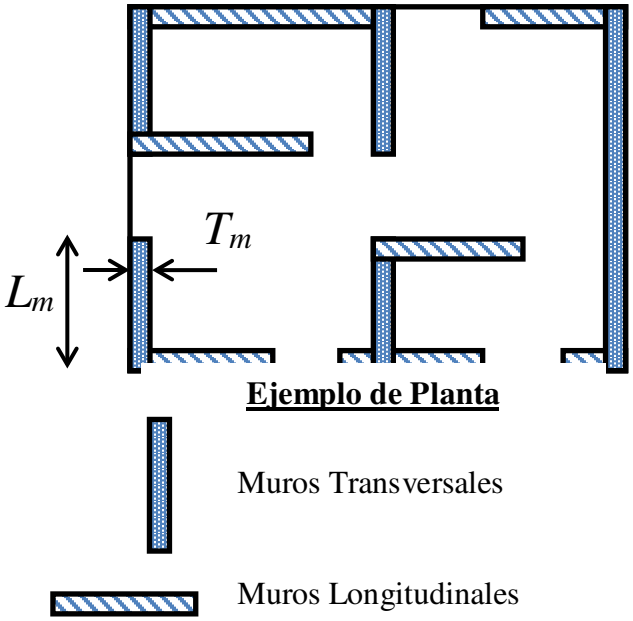
-NSR-10, **Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente**, Diario Oficial de Colombia 26 de marzo, 2010. Decretos 926 de 2010, 2525 de 2010, 092 de 2011 y 340 de 2012.
-Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de Mampostería en Estratos Uno y Dos Según Tipificación de la Estructura, Jairo Andrés Giraldo Galvis y David Mauricio Méndez Nivia, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, Bogotá DC, Colombia, 2006.
- ASCE-31 **Seismic Evaluation of Existing Buildings**,
- ASCE-41 **Seismic Rehabilitation of Existing Buildings**,
-The Confined Masonry Network, Seismic Design Guide for Low-Rise Confined Masonry Buildings. www.confinedmasonry.org : World -**Housing Encyclopedia, Earthquake Engineering Research Institute** (EERI), Risk Management Solutions (RMS), Indian Institute of - Technology , Pontificia Universidad Católica del Perú, International Association for Earthquake Engineering (EERI), World Seismic Safety Initiative (WSSI), Build Change.
-Compliance Catalogue Guidelines for the Construction of Compliant Rural Houses, ERRA, Mars 2008
-Experience in Repair and Retrofitting in the Housing Sector after the Kashmir Earthquake, Pakistan 2005, UN-HABITAT, 6 pages.

ANEXO A: PORCENTAJE DE AREA DE MUROS PROVISTA

La evaluación estructural exige el cálculo del porcentaje de área de muros existente y del provisto en caso de necesitar reforzamiento, en su sección C.4.4.

Evaluación de Condiciones Existentes

El Porcentaje de Área de Muros (PAM) existente se calcula como el área de paredes en cada dirección dividido entre el área total del entrepiso o techo soportado por las paredes. El PAM se debe calcular por separado para la dirección trasversal y la longitudinal de la edificación en cada nivel.



$$PAM\ existente = \frac{t_{m1} \times l_{m1} \times C_{N_1} + t_{m2} \times l_{m2} \times C_{N_2} + \ldots + t_{mn} \times l_{mn} \times C_{N_n}}{A_c}$$

Dónde:

t_{m1} = Espesor de muro #1 (repetir para todos los muros de la misma dirección)

l_{m1} = longitud del muro #1 (repetir para todos los muros de la misma dirección). Ver la página 39 para las recomendaciones de longitud de muros utilizables.
C_{N_1} = Factor de área neta del muro. Ver abajo para los valores de C_N aplicables a configuraciones típicas de muros.
A_c = Área de cubierta o entrepiso

Típicamente las áreas de muros andan en el orden de 2% a 8% del área de la cubierta sobre las paredes. El valor calculado en cada dirección debe cotejarse con las áreas requeridas en el Anexo B.

C_N = Factor de Área Neta. C_N =1.0 para bloques de 9.5 cm (bloque 4) con una área sólida de 30% a 35% incluyendo secciones internas y externas sin ningún revoque o pañete

Factor de Área Neta, C_N = (Área Sólida / Área bruta)/0.32 nota: por revoque se entiende pañete con capacidad estructural			
Bloque	Sin revoque	Revoque o pañete 1 cara (1.5cm)	Revoque o pañete en 2 caras (3 cm)
4	1.00	no se contabiliza	1.51
5	0.82	1.09	1.31
Tolete (ladrillo sólido)	3.15	3.15	3.15

Ejemplo: Si el bloque fuese sólido, entonces C_N = 3.15, se necesita menos pared.

Evaluación de Reforzamiento

Si el Porcentaje de Área de Muros (PAM) existente es menor al requerido, entonces la edificación debe ser reforzada. Las opciones están en la Sección D. Algunas de ellas incrementan el PAM, así que se debe recalcular para incluir lo previsto en el plan de reforzamiento. Las técnicas posibles incluyen:

1. Reconvertir de MNR a MC agregando los detalles de MC requeridos.
2. Incrementar la superficie de muros efectiva mediante:
    - Agregar nuevos muros de mampostería
    - Redoblar el espesor de muros existentes
    - Rellenar vanos de puertas y ventanas
    - Agregar un recubrimiento de pañete de concreto de 3.0 cm (1.5 cm a cada lado de la pared, o de 1.5cm en muros por una sola). Tener en cuenta el factor de ajuste para pañete en la pág. 55
    - Agregar un recubrimiento nuevo de concreto reforzado de 6.0cm de espesor.

La incorporación de nueva mampostería, pañete, o concreto proporciona un incremento a la superficie de muros que se calculó en la evaluación de las condiciones existentes de la edificación. La resistencia de los nuevos materiales se normaliza a la resistencia del bloque típico #4. Los factores 'K' se proporcionan para poder relacionar la Resistencia de los materiales nuevos a la resistencia del material tipo, obteniendo la pared efectiva. Abajo un resumen de los factores K, seguido de una explicación más detallada.

Factor de ajuste para Muros Nuevos en Mampostería, K_m

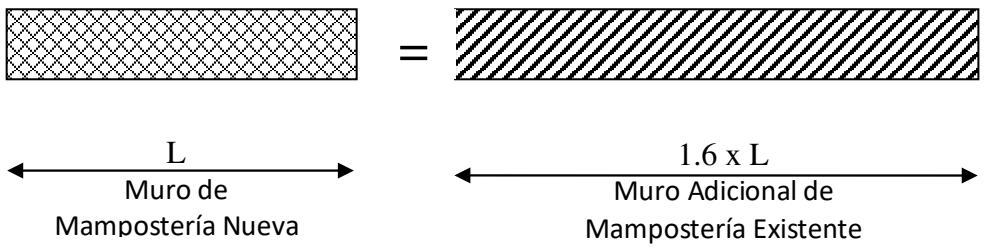
El bloque Nuevo probablemente sea más resistente que el existente; Entonces se le adjudica un incremento a su uso en el reforzamiento. Agregar una pared de mampostería nueva con un factor K_m de 1.6 se considera equivalente a agregar 1.6 veces la longitud del muro existente.

mampostería nueva[2]	mampostería existente[1]					
	f'cu MPa					
	1.5	2.0	3.0	8.0	12.0	15.0
Ladrillo Portante (>15MPa, 67% Sólido)	6.0	6.0	5.0	3.0	2.5	2.0
Ladrillo Estructural PV (>15MPa, 55% Sólido)	5.0	4.0	3.5	2.0	1.8	1.6
Bloque 5 PH (>3 MPa, 26% Sólido)	1.4	1.2	1.0	0.6	0.5	0.5
Relleno de Vanos, Mismo material que el existente (>2Mpa)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

[1] Para poder justificar valores de f'cu superiores a 2 MPa para los bloques existentes, es necesario realizar pruebas del bloque que existe en la edificación.

[2] Cuando se agreguen muros nuevos como parte del reforzamiento, la mampostería debería construirse cumpliendo los requerimientos de muros nuevos indicados en el reglamento NSR-10.

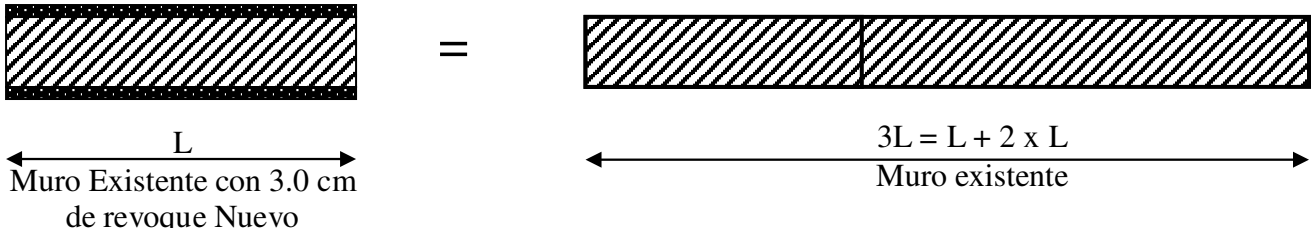
Si K_m = 1.6:



Factor de ajuste para pañete nuevo, K*p*

Kp = 1.0 (1.5 cm de revoque a un lado de la muro)
Kp = 2.0 (1.5 cm de revoque a cada lado del muro, un total de 3.0cm)

Agregar pañete a un muro de mampostería con un factor K_p de 1 puede considerarse equivalente a agregar 1 vez la longitud del muro existente. Para efectos del cálculo el diseñador puede considerar que incorporar 3.0 cm de pañete es igual a incrementar la longitud del muro en un 200%.

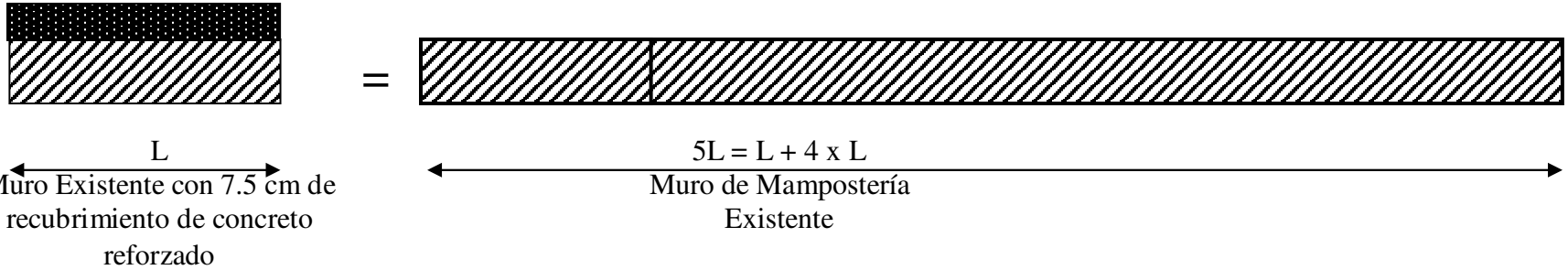


IMPORTANTE: Cuando la resistencia del bloque existente exceda un f' cu de 3.0 MPa, no se permite la utilización de los factores Kp de arriba. Agregar pañete estructural a una edificación que ya está construida con bloques de alta resistencia no incrementa significativamente la resistencia de la estructura a las cargas laterales, y por lo tanto se requieren valores menores de Kp.

Factor de Ajuste de Recubrimiento de Concreto reforzado Nuevo K_c

= 4 al agregar 6.0 cm de recubrimiento de concreto reforzado Nuevo a una pared de 9 cm (en una sola cara).

Agregar un recubrimiento de concreto reforzado a un muro de mampostería con un factor K_c de 4 se puede considerar equivalente a agregar 4 veces la longitud del muro existente. Para efectos de cálculo, el diseñador puede considerar que la incorporación de 6cm de recubrimiento de concreto reforzado es igual a incrementar la longitud del muro existente en 400%.



IMPORTANTE: Cuando la resistencia del bloque existente exceda un f' cu de 3.0 MPa, no se permite la utilización de los factores Kp de arriba. Agregar recubrimiento de concreto reforzado a una edificación que ya está construida con bloques de alta resistencia no incrementa significativamente la resistencia de la estructura a las cargas laterales, y por lo tanto se requieren valores menores de Kc.

Calcule el Área Efectiva de Muros después de reforzar

$$PAM_{efectiva} = \underbrace{\frac{A_{murosexxistentes}}{A_b}}_{PAM_{actual}} + \underbrace{\frac{0.095 \times (\sum K_m L_m + \sum K_p L_p + \sum K_c L_c)}{A_b}}_{PAM_{reforzado}}$$

Calcule el $PAM_{efectivo}$ en cada dirección primaria y coteje contra el $PAM_{requerido}$ en el Anexo B.

ANEXO B: MATERIAL DE REFERENCIA PARA EL PORCENTAJE DE AREA DE MUROS REQUIERDO

Este anexo contiene material de referencia para realizar el cálculo del Porcentaje de Área de Muros Requerido (PAMreq).

$PAM_{requerido}$: ($bPAM_{requerido}$ x C_B x C_Q x C_R x C_P x C_W x 1/R), ≥ 8% (para MNR), ≥ 4% (para MC)

Y, $bPAM_{requerido}$ = 15.1% x N x Sa

Dónde:

N Número de niveles
Sa Parámetro de Aceleración Espectral de Respuesta de Período Corto
C_B Factor de resistencia del bloque de 1.13 a 0.40
C_Q Factor de calidad de obra de 1.00 a 1.70
C_R Factor de vulnerabilidad para el análisis (0.75 para vulnerabilidad, 1.00 para reforzamientos)
C_P Factor de piso de 0.39 a 1.00
C_W Factor de peso sísmico de 1.00 a 2.03
R Factor de Reducción de la fuerza sísmica de 1.0 a 2.0, ver Tabla A.3.1
MNR Mampostería No Reforzada
MC Mampostería Confinada

Información de Referencia

Sismicidad

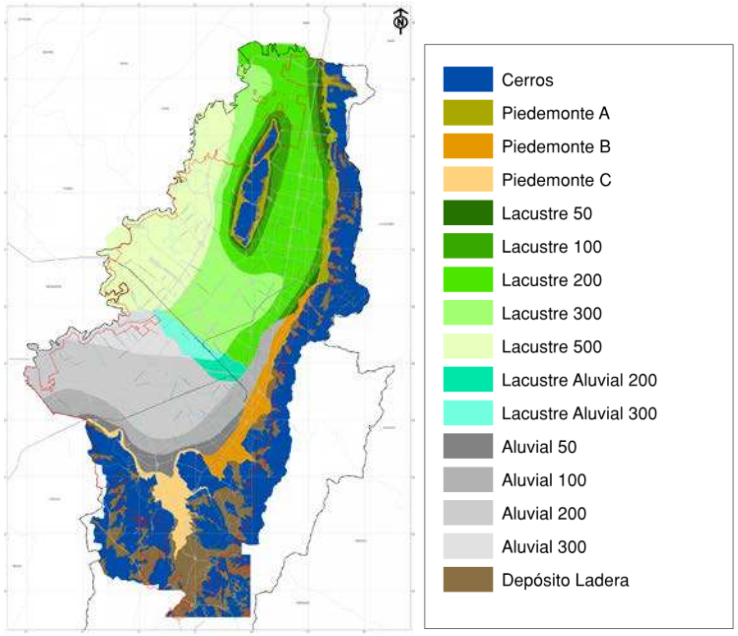
S_a = Parámetro de Aceleración Espectral de Respuesta de Período Corto.

S_a = 2.5 x A_a x F_a x I Ver NSR-10 Titulo A (A2.6.1.2)

Para Bogotá, y según la microzonificación sísmica vigente (Tabla 3 del Decreto 523de 2010) se han calculado los siguientes valores de S_a:

Sa (g) para Bogotá, Factor de Importancia I = 1

Zona	Aa	Fa	S_a (g)
Cerros	0.15	1.35	0.51
Piedemonte A	0.15	1.65	0.62
Piedemonte B	0.15	1.95	0.73
Piedemonte C	0.15	1.80	0.68
Lacustre-50	0.15	1.40	0.53
Lacustre-100	0.15	1.30	0.49
Lacustre-200	0.15	1.20	0.45
Lacustre-300	0.15	1.05	0.39
Lacustre-500	0.15	0.95	0.36
Lacustre Aluvial-200	0.15	1.10	0.41
Lacustre Aluvial-300	0.15	1.00	0.38
Aluvial-50	0.15	1.35	0.51
Aluvial-100	0.15	1.20	0.45
Aluvial-200	0.15	1.05	0.39
Aluvial-300	0.15	0.95	0.36
Depósito Ladera	0.15	1.65	0.62



Para localizar el tipo de suelo sobre el que se está trabajando, referirse a la cartografía oficial. En Bogotá ubicar el predio en el sitio web: , con la herramienta de información geográfica Geoportal.

Ver Anexo D para los valores de referencia fuera de Bogotá

C_B = Factor de Resistencia del Bloque. La resistencia del bloque puede ser cuantificada mediante pruebas de laboratorio o pruebas de campo equivalentes. Se puede asumir una resistencia conservadora de 2.0 MPa (290 psi) para bloque 4 y 5, ante la ausencia de información.

Bloque 4 y Bloque 5

$C_B = 1.0$ para $f'_{cu} = 2.0$ MPa (290 psi)

$C_B = 1.05 / \sqrt{(0.195+0.45\ f'_{cu})}$ para otras resistencias del bloque, f_{cu} en MPa (Mega Pascales) (5MPa mortero asumido)

Tolete (ladrillo sólido)

$C_B = 1.0$ para $f'_{cu} = 1.5$ MPa (218 psi)

$C_B = 1.05 / \sqrt{(0.62+0.35\ f'_{cu})}$ para otras resistencias del bloque, f_{cu} en MPa (Mega Pascales) (5MPa mortero asumido)

Factor de Resistencia del bloque, C_B

f'cu de la mampostería MPa (psi)[1]	Factor C_B	
	Bloque 4 y 5	Tolete[2]
1.5 (218)	1.13	1.00
2.0 (290)	1.00	0.91
3.0 (436)	0.74	0.74
8.0 (1160)	0.54	0.57
12.0 (1740)	0.44	0.48
>15 (2750)	0.40	0.43

El factor se puede utilizar para ajustar el PAM requerido para las diferentes resistencias, y también en el caso de las propuestas de reforzamiento para ajustar las longitudes de los muros nuevos cuando el bloque Nuevo tiene una Resistencia distinta al existente.

El factor se puede modificar realizando pruebas con el bloque existente.

[1] Para justificar el uso de valores f'cu mayores a 2.0MPa, para los bloques existentes es necesario hacer pruebas del material de la edificación.

[2] Use los valores C_B para tolete solamente cuando TODOS los muros de la edificación en planta baja estén construidos con ese material, de lo contrario use los valores de bloque 4 y 5.

***C_Q* = Factor de Calidad de Obra**, su intención es plasmar los detalles de mala calidad de obra en Mampostería No reforzada, o Confinada. No es para plasmar mampostería frágil (Ver factor C_B)

C_Q = 1.0 para calidad común

C_Q = 1.35 para mala calidad

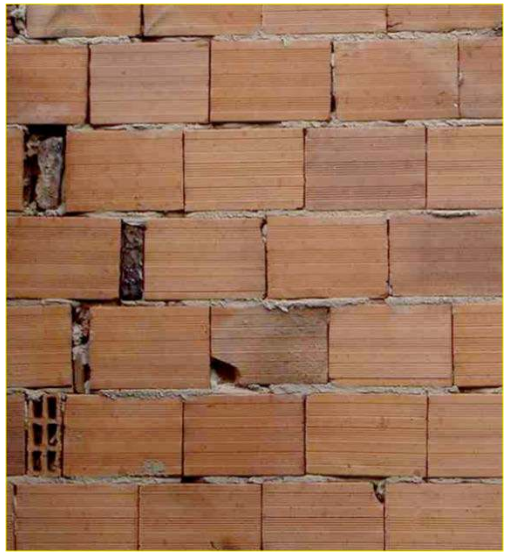
C_Q = 1.70 si se observa que una mayoría de las juntas verticales de la mampostería no tienen mortero.

Se pueden utilizar valores intermedios basándose en la seriedad de los problemas de calidad de obra. Se podrá requerir demolición selectiva en algunos casos para confirmar detalles de refuerzo. Esperas de acero u otras condiciones expuestas visibles se pueden también utilizar como indicios del refuerzo presente en la edificación.

Se muestran ejemplos fotográficos de mala calidad de obra, en la página siguiente.

Se puede reducir el factor aplicando técnicas de reparación aceptadas en la normativa vigente.

Ejemplos de mala calidad de obra:



Juntas con relleno incompleto o vacío.

Hilada superior de mampostería sin contacto con la losa o viga superior.

Obra en ejecución que muestra detalles mal hechos

C_R = Factor de vulnerabilidad para el análisis

0.75 para vulnerabilidad,

1.00 para reforzamientos

C_P= Factor de Piso requerido para considerar las diferentes demandas sísmicas en los distintos niveles. Una evaluación diferenciada se requiere para cada nivel (piso) de la edificación. Los pisos superiores en voladizo sobre niveles inferiores deberán ser reforzados según los requerimientos de la lista de verificación.

Para edificaciones con pisos y cubiertas pesadas compuestas por entrepisos y cubiertas de concreto reforzado macizas.

Nivel	# de pisos		
	1 piso	2 pisos	3 pisos
3	-	-	0.39
2	-	0.57	0.65
1	1.00	0.86	0.79

Para edificaciones con entrepisos de concreto y cubierta liviana:

Nivel	# de pisos		
	1-Piso	2-Pisos	3-pisos
3	-	-	0.14
2	-	0.19	0.46
1	1	0.57	0.61

Nota: Los factores se han derivado de una combinación de ASCE-31 esfuerzos cortantes por nivel (3.5.2.2) y el Factor de Modificación C (Cuadro 3-4) para edificaciones de Mampostería No Reforzada (MNR) de varios niveles. Los factores han sido normalizados a 1.0 para un piso con cubierta pesada al incluir el factor de 1.4 en la evaluación del área de muros base.

- ***Si se prevé la posibilidad de que se adicione un piso posteriormente, no utilice los factores de cubierta liviana, utilice los de cubierta pesada en su lugar.***

C_W = Factor de Peso Sísmico

Se debe considerar la variación de peso entre las condiciones existentes y las de la edificación reforzada, así como los pesos de los diferentes revoques de los muros.

C_w = (Peso sísmico tributario distribuido para un piso medianero)/4.8 kPa

Se muestran los valores C_w para los revoques comunes:

Factor de Peso Sísmico, C_W = (Peso Sísmico real distribuido a medio nivel)/4.8kPa			
Revoque de muros (Bloque 4 o 5)	Revoques en los otros muros		
	Ninguno		
Ninguno	1.00		
1-capa de pañete (1.5cm) <50% de los muros	1.07		
1- capa de pañete (1.5cm) >50% de los muros	1.14	**1-Capa de pañete (1.5cm)**	
2- capas de pañete (3cm) <50% de los muros	1.14	1.20	
2- capas de pañete (3cm) >50% de los muros	1.27	1.27	**2- Capas de pañete (3cm)**
Recubrimiento de concreto reforzado <50% de los muros	1.32	1.38	1.45
Recubrimiento de concreto reforzado >50% de los muros	1.63	1.63	1.63
Revoque de muros (Tolete)	Revoques en los otros muros		
	Ninguno		
Ninguno	1.40		
1-capa de pañete (1.5cm) <50% de los muros	1.46		
1- capa de pañete (1.5cm) >50% de los muros	1.53	**1-Capa de pañete (1.5cm)**	
2- capas de pañete (3cm) <50% de los muros	1.53	1.60	
2- capas de pañete (3cm) >50% de los muros	1.66	1.66	**2- Capas de pañete (3cm)**
Recubrimiento de concreto reforzado <50% de los muros	1.71	1.78	1.85
Recubrimiento de concreto reforzado >50% de los muros	2.03	2.03	2.03

Anexo C: Listas de verificaciÓn de deficiencias

1.0		AMENAZAS GEOLÓGICAS DEL SITIO	NOTAS
1.1	C NC N/A	LICUEFACCION: No deben existir suelos sueltos, granulares, saturados, susceptibles a licuefacción porque podrían comprometer el desempeño sísmico de la edificación en los 15 metros por debajo de la cimentación.	
1.2	C NC N/A	FALLA DE LADERA: La pendiente de la ladera es inferior al 17%	
1.3	C NC N/A	MUROS DE CONTENCION DEL SITIO: Los muros de contención de piedra sin refuerzo o muros de concreto ciclópeo (ambos muros de gravedad) que soporten directamente la estructura no podrán tener una elevación superior a 2.0m sin refuerzo adicional. Todos los sistemas de muros de gravedad sólidos deberán contar con perforaciones de drenaje (lloraderas).	

2.0		CIMIENTOS	NOTAS
2.1	C NC N/A	CIMENTACION DE MUROS: El cimiento esta hecho de piedra y mortero, concreto ciclópeo, o concreto reforzado. La cimentación es continua bajo todos los muros y en todo el perímetro. Hay una viga abajo de todos los muros cuando el sistema sea mampostería confinada o cuando la pendiente sea superior a 17%. Todas las columnas están conectadas a la cimentación Y los cimientos están empotrados al menos 50cm por debajo del nivel de desplante.	
2.2	C NC N/A	DESEMPEÑO DE LOS CIMIENTOS: No hay evidencias de movimientos excesivos de la cimentación, como ser asentamientos o levantamientos que afecten la integridad o Resistencia de la estructura.	
2.3	C NC N/A	VOLCAMIENTO: La altura total de la edificación (h) es inferior a tres veces la menor dimensión lateral (w).	
2.4	C NC N/A	CONEXIÓN ENTRE LOS ELEMENTOS DE LA CIMENTACIÓN: Para todos los sitios en ladera (>17% pendiente) o para sitios con suelo blando, los elementos de la cimentación estarán interconectados por una placa de concreto reforzado, y los cimientos y vigas serán continuos bajo todos los muros.	
2.5	C NC N/A	DETERIORO: No hay evidencias de que los elementos de la cimentación tengan deterioro excesivo debido a la corrosión, ataque de sulfatos, descomposición de materiales, u otras razones que pudieran afectar la integridad o resistencia de la estructura.	

3.0		SISTEMA CONSTRUCTIVO	NOTAS
3.1	C NC N/A	MATERIALES: Los materiales utilizados para los sistemas de cargas por gravedad y de cargas laterales son de concreto reforzado y mampostería de unidades de arcilla, o unidades de concreto. Un sistema liviano de madera y lámina metálica para la cubierta puede estar presente pero sin diseño sísmico.	

3.0		SISTEMA CONSTRUCTIVO	NOTAS
3.2	C NC N/A	TRAYECTORIA DE LAS CARGAS: • Es necesario un mínimo de dos ejes distintos de muros en cada dirección. • Un eje adicional de muro es necesario por cada 4.0 m de espacio. • Los muros a los que se les atribuya resistencia lateral deberán tener una longitud de al menos 1.0 m. • Los muros paralelos no tendrán más de 4.0m de distancia entre ellos. • Los muros estarán conectados al diafragma de arriba y de abajo por vigas reforzadas continuas y centradas en el eje del muro. • La viga de cimentación deberá ser contigua a la placa de contra-piso.	
3.3	C NC N/A	CANTIDAD DE PISOS: La cantidad máxima de pisos es de tres, y de uno o dos en zona sísmica alta, según el sistema constructivo, ver la Tabla A.3.1	
3.4	C NC N/A	ALTURA DE PISOS: La altura máxima no es mayor a 25 veces el espesor mínimo de los muros en ese piso (NSR-10, 10.3.3). No se recomienda que en ningún caso la altura libre exceda los 3.0 metros en planta baja, o 2.75 metros en los pisos superiores.	
3.5	C NC N/A	CARGA: El peso promedio (1.0xD) de cada nivel, incluyendo la carga aferente de paredes y contenidos (cargas vivas y muertas), no excede 4.8kPa (0.480 tonf/m², 100 psf, libras por pie cuadrado). Ese es el peso correspondiente a una edificación típica con pocos o ningún recubrimiento sobre los muros.	
3.6	C NC N/A	SISTEMA DE PISO Y CUBIERTA: Los sistemas de pisos elevados y de cubierta son del tipo común en Colombia (aproximadamente entre 10 y 15cm de espesor de concreto armado). Las cubiertas también pueden ser de materiales livianos, como son perfiles metálicos y lámina de techo.	
3.7	C NC N/A	MUROS: Los muros estructurales están compuestos de unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos y mortero. Las unidades de mampostería y las juntas están en condiciones aceptables. Puede ser que los muros estén recubiertos de pañete, pero eso no se toma en cuenta para el espesor ni para la Resistencia a menos de que se tenga la certeza de que se trata de pañete con características estructurales específicas. En ningún caso deberán los muros tener un espesor nominal (incluyendo el pañete estructural) menor a lo indicado en NSR-10 D.9.1.3 para MNR, o en D.10.3.3 para MC, o en la Tabla E.3.5-1para vivienda de uno y dos niveles.	
3.8	C NC N/A	VOLADIZOS: Los muros perimetrales de los niveles superiores no están soportados por voladizos o aleros que se extiendan desde las paredes exteriores inferiores más allá del 50% del espesor de la pared. Este enunciado no aplica a edificaciones de un solo nivel.	
3.9	C NC N/A	DAÑOS: La estructura no tiene daños producidos por sismos ni eventos climáticos, ni en las paredes de mampostería ni en el sistema de cubierta. Las edificaciones con daños se consideran en condición NO CUMPLE pero pueden ser reparados siguiendo la normativa aplicable, para poder ser considerados en condición CUMPLE.	

4.0		MUROS DE MAMPOSTERÍA	NOTAS
4.1	C NC N/A	CONFINAMIENTO: Los muros están ajustados a las vigas superiores de amarre (conocidas comúnmente como viga cinta) o a las placas de entrepiso y a las columnas si es que éstas existen. No hay elementos de encofrado presentes en las caras inferiores de las placas ni en las vigas.	

4.0		MUROS DE MAMPOSTERÍA	NOTAS
4.2	C NC N/A	VANOS: Las puertas, ventanas, y otras aberturas mayores a 0.5m deberán extenderse hasta la viga de amarre, o deberán contar con un dintel de concreto reforzado. Los dinteles deben extenderse como mínimo 20 cm dentro de la mampostería adyacente, o estar conectados a un elemento vertical de concreto.	
4.3	C NC N/A	VIGA DE AMARRE: Las edificaciones con techo en cubierta liviana cuentan con un elemento de concreto continuo, y con refuerzo de acero en la parte superior de las paredes para transferir fuerzas laterales a las paredes transversales. Las vigas de amarre pasan sobre los vanos de las puertas. El sistema de cubierta está firmemente anclado a la viga de amarre.	
4.4	**Transversal** **Nivel C-NC-N/A** **3** **2** **1** **Longitudinal** **Nivel C-NC-N/A** **3** **2** **1**	PORCENTAJE DE ÁREA DE MUROS: El porcentaje de Área de muros es superior al porcentaje de Área de muros existente en cada nivel y en cada dirección. Anote el Porcentaje de Área de Muros Requerido a la derecha, y C, NC, o N/A en la columna de la izquierda.	**Área de Muros Provista y Requerida** **Transversal** **Nivel Requerida Provista** **3** **2** **1** **Longitudinal** **Nivel Requerida Provista** **3** **2** **1**

5.0		CONFIGURACION	NOTAS
5.1	C NC N/A	TORSION: 1. Hay muros en todos los lados exteriores de la edificación, a no más de un 25% de la cota en planta del borde de la edificación, incluyendo plantas en Longitud y en Transversal. O 2. Alternativamente, la distancia estimada entre el centro de inercia y el centro de rigidez, para cada dirección ortogonal, calculada en cumplimiento de la ecuación E.3.6-2 de NSR-10 Capítulo E.3, será menor al 15% de la mayor cota de la edificación en planta.	

5.0		CONFIGURACION	NOTAS
5.2	C NC N/A	Junta Sísmica Edificaciones Adyacentes: Si la Junta Sísmica cumple lo dispuesto en el Capítulo A.6 del Reglamentos NSR10 (Figura A.6.5-1), se puede considerar que CUMPLE. Si las placas de cubierta y entrepisos de las edificaciones vecinas no están alineadas verticalmente debe haber una distancia de contacto superior a 3cm para estructuras de un solo nivel, 6cm para dos niveles, y de 9cm para tres niveles. Si las losas de entrepiso y de cubierta están alineadas el ítem se puede considerar como una buena práctica de carácter no obligatorio.	
5.3	C NC N/A	DISCONTINUIDADES VERTICALES: En general, los muros del Segundo nivel están ubicados sobre los del primer nivel. Los muros del segundo nivel que no estén alineados con los del nivel inferior, estarán soportados por alguna de las siguientes maneras, y no tendrán más de 3.0m sin apoyo: • Columnas aisladas que cumplan, ver lista de verificación específica para los requerimientos de este ítem. • Muros perpendiculares que se prolonguen al menos 60cm a cada lado del muro de arriba. • Muros paralelos con por lo menos ¼ de la longitud del muro superior (30cm como mínimo) de traslapo con la pared de abajo. Este enunciado no aplica a edificaciones de una sola planta.	

6.0		ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	NOTAS
6.1	C NC N/A C NC N/A C NC N/A	COLUMNAS DE CONCRETO AISLADAS O DISCONTINUAS: Las columnas aisladas que estén soportando las losas de concreto o los tramos de paredes de mampostería discontinuos deberán cumplir los siguientes requerimientos mínimos: • Las columnas estarán construidas de concreto reforzado, y en buen estado con una altura libre mínima de 1.5m. • La base de la columna estará conectada al resto de la edificación mediante un cimiento corrido o una losa de concreto reforzado. • Las columnas tendrán una dimensión mínima de 15cm (6”) en caso de soportar una losa de techo o terraza, de 20cm (8”) si soporta una pared discontinua de un nivel, y 30cm (12”) si la pared es de dos niveles sobre ella.	
6.2	C NC N/A C NC N/A	VANOS EN PLACAS CERCA DE MUROS CORTANTES: Las aberturas en las placas adyacentes a los muros cortantes deberán cumplir los siguientes requerimientos: • Las aberturas adyacentes a los muros cortantes deben medir menos del 25% de la longitud del muro. • Las aberturas cercanas a las paredes de mampostería no serán mayores a 2.5m en su longitud, y existirá una viga de concreto reforzado en toda la longitud del muro adyacente.	
6.3	C NC N/A	PARAPETOS (cornisas): No habrá parapetos ni cornisas sin soporte lateral que tengan una relación de espesor-altura superior a 1.5. Los parapetos de mampostería deberán estar en buenas condiciones con sus elementos bien adheridos a la estructura que los soporta.	

6.0		ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	NOTAS
6.4	C NC N/A C NC N/A C NC N/A	ESCALERAS Y DESCANSOS: Las escaleras deberán cumplir todos los requisitos siguientes: Las escaleras estarán conectadas al entrepiso de concreto en cada nivel elevado de la edificación por un descanso continuo de concreto reforzado. Las escaleras no dependerán de las paredes o muros de la edificación como forma de apoyo vertical. El apoyo vertical de las escaleras y descansos será provisto por columnas aisladas competentes, o muros de mampostería de por lo menos 60cm de longitud. La cimentación de las escaleras deberá estar edificada con concreto ciclópeo o concreto reforzado con un empotramiento en el suelo de por lo menos 30cm. En sitios con una pendiente superior al 17% o en suelos blandos la cimentación de las escaleras deberá ser continua con la del resto de la edificación.	

ANEXO D: USO DEL MANUAL EN COLOMBIA, FUERA DE BOGOTA

Además de que este manual incluye las consideraciones para las condiciones, reglamentación y regulaciones específicas de Bogotá, el enfoque y la metodología son aplicables a Colombia en general. Los ingenieros que deseen utilizar el manual como guía para evaluar y reforzar viviendas en ubicaciones fuera de Bogotá, pueden hacerlo siempre que se apeguen a las siguientes consideraciones:
Aplicabilidad: Las estructuras que se vayan a considerar deben estar dentro de los parámetros de aplicabilidad descritos en la sección 1.3.

Identificación de la edificación: El evaluador deberá usar el Sistema de identificación aplicable localmente para referenciar correctamente el inmueble (CHIP u otro).
Planos existentes y de reforzamiento: El evaluador debe verificar con las autoridades locales cuales son los requerimientos de información a incluir en los planos que se deben radicar para aprobación.

Licuefacción: Refiérase a las autoridades y normativa local para obtener la cartografía local de licuefacción, donde esta se encuentre disponible.
Pendiente: Refiérase a la NSR-10 y a la autoridad municipal para determinar si hay restricciones adicionales o particulares para lotes en pendiente.

Aceleraciones de diseño, Sa: Refiérase a la información disponible en A.2 de la NSR-10, o a la micro-zonificación vigente, donde exista, para determinar las aceleraciones de diseño aplicables Sa. La tabla siguiente resume la aceleración Sa para los distintos tipos de suelo y valores de Aa considerados en la NSR-10.

Tabla Anexo D: Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado, Sa, basado en el tipo de suelo y Aa en concordancia con el Capitulo A.2, NSR-10

Sa (g)						
Aa	**Tipo de perfil**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
0.05	0.10	0.13	0.15	0.20	0.31	*
0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.63	*
0.15	0.30	0.38	0.45	0.56	0.79	*
0.20	0.40	0.50	0.60	0.70	0.85	*
0.25	0.50	0.63	0.72	0.81	0.91	*
0.30	0.60	0.75	0.83	0.90	0.90	*
0.35	0.70	0.88	0.92	1.01	0.92	*
0.40	0.80	1.00	1.00	1.10	0.90	*
0.45	0.90	1.13	1.13	1.18	1.01	*
0.50	1.00	1.25	1.25	1.25	1.13	*

*Refiérase a NSR-10, Capítulo A.2

TABLA C.3.5.3-2
DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO
(Diámetros basados en octavos de pulgada)

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm²	Perímetro mm	
No. 2	1/4”	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8”	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2”	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8”	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4”	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8”	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1”	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8”	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4”	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8”	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4”	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4”	57.3	2581	180.1	20.240

Nota: El No. de la barra indica el número de octavos de pulgada del diámetro de referencia

*Tomado de NSR-10, Titulo C. Capitulo C-3, Materiales.