

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

Recinto universitario Rubén Darío

Facultad de ciencias e ingeniería

Departamento de construcción



Trabajo de seminario de graduación para optar al título de técnico superior en ingeniería civil con mención en construcción.

Manual de clasificación y reparación de daños en estructuras afectadas por sismos.

Elaborado por:

Br. Dorwin Erick Altamirano Gutiérrez.

Tutor:

Ing. Oswaldo Balmaceda.

Managua, Enero del 2016.



Manual de clasificación y reparación de daños en estructuras afectadas por sismos

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico primeramente a Dios, por su apoyo incondicional en todo tiempo, a mis padres por toda la ayuda brindada que he tenido siempre, a pesar de los distintos problemas y circunstancias, a mis hermanos por todo su apoyo y a todos aquellos de los cuales siempre tuve ayuda, ánimo y buenos deseos para con mis estudios.

Dorwín E. Altamirano G.



AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios porque él siempre estuvo conmigo guiándome y dirigiéndome en cada paso que daba hacia la meta, el título de mi carrera verdaderamente le pertenece a Él, porque todo lo que hacía era lo que Él me dictaba, gracias Dios por tu fidelidad en todo tiempo y momento.

Agradezco a mi madre Ana Gutiérrez R. y a mi padre Juan C. Altamirano M. porque ellos fueron pieza fundamental para mi desarrollo académico, sin su apoyo, sacrificio y esmero no hubiera podido llegar hacer lo que soy hoy en día.

A mis hermanos porque siempre me han motivado a seguir adelante y a superarme en todo tiempo y momento.

• **Agradecimientos en especial a:**

Lic. Gustavo Siles.

Pastor. Mercedes Sotelo.

• **Por su gran ayuda y apoyo para la realización de mi trabajo:**

Msc. Juan R. García.

Ing. Oswaldo Balmaceda

Arq. Rommel Zambrana

Ing. Víctor Tirado

Ing. Martha Maradiaga.

A cada uno de mis profesores por sus valiosos aportes y enseñanzas.

A todas mis amistades por su gran y apreciable apoyo y porque siempre han creído en mí.

DE TODO CORAZÓN, MUCHAS GRACIAS.

Dorwín E. Altamirano G.



TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	3
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
IV. JUSTIFICACIÓN.....	4
V. OBJETIVOS	5
5.1 Objetivo general.....	5
5.2 Objetivos específicos.....	5
VI. DESARROLLO	6
6.1 Datos generales.....	6
6.2 Efectos de los sismos.....	8
Ondas sísmicas	9
Las ondas internas o de cuerpo	9
6.3 Sismo resistencia.....	10
6.3.1 Forma regular.....	11
6.3.2 Bajo peso.....	11
6.3.3 Mayor rigidez.....	11
6.3.4 Buena cimentación.....	12
6.3.5 Estructura apropiada.....	12
6.3.6 Capacidad de disipar energía	12
6.3.7 Aspectos geométricos	13
6.3.8 Cantidad de muros en dos direcciones	13
6.4 Fuerzas estructurales	14
6.4.1 Fuerzas internas	14
La fuerza axial.....	14
La fuerza cortante	15
Momento flector.....	15
Momento torsor.....	16
6.4.2 Fuerzas externas.....	16
La carga muerta (d):	16
La carga viva (l):.....	16



Manual de clasificación y reparación de daños en estructuras afectadas por sismos

La carga sísmica (e):	16
La carga de viento (w):	17
6.4.3 Configuraciones estructurales.....	17
Las configuraciones regulares	17
Las configuraciones irregulares.....	17
6.4.4 Las irregularidades verticales	18
Discontinuidades en relación con la carga.....	18
Casos de irregularidades de trayectorias de cargas.....	18
6.4.5 Las irregularidades horizontales	18
Configuración no paralela	18
6.5 Elementos estructurales.....	19
6.5.1 Columnas.....	19
Tipos de columnas.....	19
6.5.2 Vigas	20
Tipos de vigas	20
6.5.3 Muros	21
Tipos de muros.....	21
6.5.4 Mampostería confinada	22
6.5.5 Mampostería reforzada.....	23
6.5.6 Cimentación	25
6.5.7 Concreto reforzado	26
Relación agua-cemento.....	26
Procedimientos para la verificación del revenimiento	27
Ventajas del concreto como material estructural.....	28
6.5.8 El acero.....	29
6.5.9 El mortero.....	30
Mortero para caliche.....	30
Mortero para repello.....	31
Mortero para fino.....	31
6.6 Entorno constructivo.....	31
Problemática en el Pacífico	32
6.7 Clasificación del nivel de daño en los elementos estructurales.....	32
6.8 Practicas no adecuadas en la construcción.....	45



Manual de clasificación y reparación de daños en estructuras afectadas por sismos

6.8.1	Ausencia de muros en una dirección	45
6.8.2	Presencia de columnas cortas	45
6.8.3	Ausencia de viga corona, viga asísmica y viga intermedia:	46
6.8.4	Confinamiento con madera rolliza	47
6.8.5	Sistemas constructivos mixtos	49
	Elaboración y manejo del concreto.....	50
	Los pasos para realizar una mezcla de concreto manual son los siguientes:	51
	Normas a seguir, para el uso del concreto.....	51
6.8.7	Encofrado	54
	Desencofrado	55
6.8.8	El acero	56
6.8.9	Estribos.....	57
6.9	Propuesta de reparación para viviendas.....	58
6.9.1	Reparación de elementos de confinamiento de concreto reforzado	59
6.9.2	Sustitución de muros dañados	61
6.9.3	Relleno y reparación de grietas en los mampuestos.	63
6.9.4	Revestimiento estructural.....	65
6.9.5	Construcción de vigas y columnas de reforzamiento	68
	Los pasos a seguir construcción de columnas son los siguientes:	68
	Los pasos a seguir construcción de vigas son los siguientes:.....	69
	Los pasos a seguir construcción vigas y columnas para vanos de puertas y ventanas:.....	71
VII.	RESULTADOS	73
VIII.	CONCLUSION	74
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	76

ABREVIATURAS UTILIZADAS

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

MTI: Ministerio de Transporte e Infraestructura.

RNC-07: Reglamento Nacional de la Construcción publicado en el año 2007



Manual de clasificación y reparación de daños en estructuras afectadas por sismos

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo surge a partir de la necesidad de abordar la problemática que han ocasionado los sismos en nuestro país.

La base para empezar la elaboración de dicho trabajo fue el daño ocasionado por el sismo ocurrido el 11 de Abril del 2014 en el pacifico de Nicaragua, principalmente en los municipios de Nagarote, Mateare y Ciudad Sandino

En estos municipios se reportaron los mayores daños en sus estructuras, los cuales se abordarán en el presente trabajo, sus causas y los efectos que ocasionan, estos distintos tipos de daños se abordaran de la manera más clara y sencilla posible con el objetivo de que el lector pueda entender e interpretar los daños.

Referente a los daños, se mostrará una clasificación de estos con características específicas que nos ayudaran a comprender la gravedad del asunto.

Anexado a esto se agregarán métodos que se proponen para dar una reparación, mantenimiento y reforzamiento seguro a las viviendas ante eventos de magnitudes catastróficas como los sismos.



I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de seminario tiene como objetivo final de estudio, presentar los distintos tipos de daños, causas y efectos que ocasionan los sismos en las estructuras, de una manera simplificada y a su vez mostrar que muchos de esos daños no se originan directamente por los sismos, sino que hay muchos casos que atienden directamente a informalidades de parte de los albañiles, constructores e inclusive arquitectos e ingenieros civiles.

Si bien se dice que el motivo principal de todas estas apatías, se deba al factor economía, en parte es cierto, pero cabe señalar que es realmente sorprendente saber que muchos de los casos se cometan debido a la falta de conocimientos mínimos de los conceptos y funciones de cada uno de los elementos estructurales de una construcción, e inclusive el no saber que los detalles en el proceso constructivos son los que pueden dejar en pie una obra, salvando las vidas de las personas al evitar el colapso de las viviendas.

Si las personas supieran de la importancia de seguir normas mínimas de construcción, las seguirían sin titubear al elaborar sus viviendas, pero lastimosamente no es así, ya que a estas solamente se le toman importancia a la hora que hay devastaciones caóticas y es ahí cuando se dan cuenta de la importancia de construir apegado a normas de construcción establecidas por las instituciones correspondientes.

La región del pacifico de Nicaragua se ha tomado en cuenta en la elaboración de este manual de clasificación y reparación de daños en estructuras, con el fin de mostrar el problema del mal habito constructivo que existe ahí y generar conciencia en la población, también con el interés de que las personas puedan adquirir los conocimientos mínimos acerca de la naturaleza de las estructuras, su función, características y comportamiento ante los distintos tipos de fuerzas. Asimismo proponer un método de clasificación sencillo de los daños en las construcciones y como alcance final sugerir la aplicación de algunas de las muchas buenas prácticas constructivas, reparación de daños y reforzamiento



en las viviendas, basándose en los tipos de sistemas constructivos más comunes que predominan en toda la región.

II. ANTECEDENTES

El 23 de diciembre es un día en el cual se conmemora un evento catastrófico en la ciudad de Managua. El día sábado 23 de diciembre de 1972 a las 12:35 am. Se produjo un terremoto que estremeció la capital de Nicaragua, la magnitud que se registro fue de 6.2 grados en la escala abierta de Richter, causando una devastación total en aquella mañana del 72.

La duración fue de 30 segundos, tiempo suficiente para que destruyera la enorme cantidad de casas, que en su mayoría eran de taquezal ya que este era el sistema constructivo que predominaba en la época; sistema constructivo que no es tan resistente ni adecuado para emplearlo en zonas con un alto grado de sismicidad como es el caso de Managua.

Los daños económicos fueron enormes, el número estimado de muertos ascendió a más de 19,300 personas y el número de personas heridas a más de 20,000. Según los registros se indica que antes de 1972 se produjo un sismo igual de devastador, ocurrido el 31 de marzo de 1931, tras la ocurrencia de estos eventos surgieron muchas curiosidades que necesitaban respuesta, para así poder saber cuál era la causa.

De 1972 a la fecha corriente han ocurrido infinidad de movimientos telúricos, pero el último de mayor magnitud y desastre fue el sismo del 10 de abril del 2014, con una magnitud de 6.2 grados en la escala abierta de Richter, ocurriendo a eso de las 5:27 pm.

No es nada nuevo mencionar que todo esto se deba a la posición geográfica de nuestro país. Según el instituto de estudios territoriales (INETER¹) la mayor causa es el choque abrupto entre la placa coco y caribe que convergen 8 centímetros anuales aproximadamente. Aparte de la problemática de las placas

¹ Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales



tectónicas otra causa importante es el mal uso de cada uno de los diferentes sistemas constructivos, ya que habemos muchos que no tomamos en cuenta las normas y los procedimientos adecuados para construir viviendas seguras que puedan soportar eventos naturales, como es el caso de los sismos.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los desastres naturales son eventos con los que el ser humano ha tenido que convivir, estos se dan producto de las constantes transformaciones a las que está sometido nuestro planeta.

Entre los desastres naturales destacan los terremotos o sismos, ya que son unos de los desastres más catastróficos. Los sismos producen movimientos o desplazamientos bruscos y nocivos para toda construcción, al grado de llegar a desbarrar ciudades enteras en cuestión de segundos.

Nicaragua es un país con un alto índice de sismicidad, ocasionado por la posición geográfica en la que se encuentra, ya que está rodeada por dos grandes placas, las cuales son la del Coco y la del Caribe y por esta razón está sometida a la continua actividad dinámica de estas.

Cabe señalar que Nicaragua es parte del denominado cinturón de fuego y esto hace que el pacífico sea la región más afectada de nuestro país, puesto que aquí es donde se generan los sismos con mayor frecuencia.

Otra situación que cabe mencionar es la falta de control en los materiales de construcción, en el mercado de la construcción se encuentran productos tal vez más baratos, pero de muy mala y baja calidad, que al final resultan más caros. Otro problema grave es el mal uso de los procedimientos en la construcción, puesto que muchas casas presentan serios problemas en sus estructuras, convirtiéndose así en una bomba de tiempo.

Aun con todo esto en el país existe poco interés en el ámbito de la construcción de viviendas populares, ya que, aunque se han elaborado cartillas y reglamentos de construcción, el seguimiento no existe por parte de las



Manual de clasificación y reparación de daños en estructuras afectadas por sismos

alcaldías para que la población no cometa errores en los diseños de sus casas y en los métodos apropiados de construcción a seguir.

Este trabajo tiene la finalidad de aportar conocimientos básicos de la construcción menor, con el fin de prever daños y evitar tragedias futuras.

Nicaragua ya ha sufrido experiencias devastadoras, hablando de sismos, una de las más fuerte ocurrió el 23 de diciembre del año 1972, la cual destruyó la capital y causo una enorme cantidad de muertos y heridos.

El ultimo acontecimiento con mayor magnitud fue el 10 de abril del año 2014, ocurrió en el occidente del país, afectando mayormente los municipios de Nagarote y Mateare y Ciudad Sandino.

IV. JUSTIFICACIÓN

Un buen diseño estructural que sea factible y duradero, son facetas que todo experto de la construcción trata de satisfacer, enfrentándose a problemas y situaciones adversas al objetivo, uno de estos problemas son los sismos. Existen estudios que se realizan para tratar de hacer construcciones más seguras para que mitiguen el impacto ocasionado por tales movimientos telúricos.

Para la ubicación de una construcción los sismógrafos han podido detectar zonas sísmicas, pero no han podido descifrar el saber el cuándo y cómo ocurrirá un sismo.

Es por ello que es de vital importancia estudiar el comportamiento de estos, los efectos que causan en las edificaciones y saber interpretar los daños, para así poder construir edificaciones futuras que resistan los sismos, ya que estos nunca dejaran de manifestarse.

Es de ahí donde surge la necesidad de realizar un documento que clasifique los daños en las estructuras, según el tipo de fuerza a la que estuvo sometida, que facilite la evaluación de los daños, tomando en cuenta las características



finales de la construcción después de un sismo, y si existe la posibilidad de una rehabilitación que indique la forma más adecuada de ejecutarla.

Con este documento se generan beneficios para todo aquel que está relacionado con la construcción ya que facilita el conocimiento concreto de lo que se pretende conocer acerca de los daños que ocasiona la sismicidad, sus causas, los efectos y consecuencias.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Elaborar un manual de clasificación y reparación de daños en estructuras de mampostería, afectadas después de un sismo.

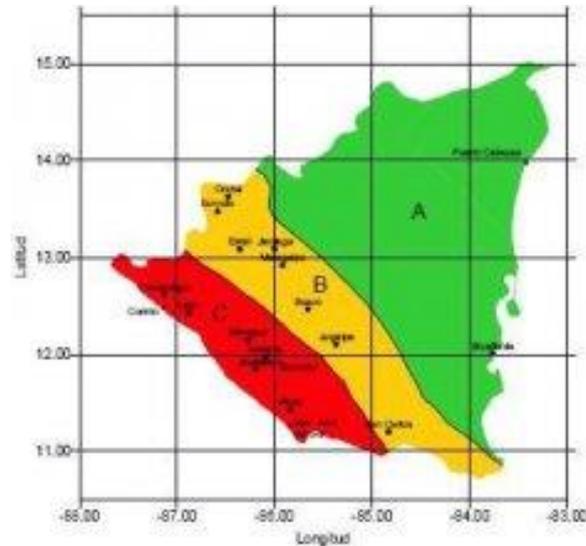
5.2 Objetivos específicos

- ✓ Describir los tipos de daños en viviendas de mampostería ante el efecto de vibraciones sísmicas.
- ✓ Clasificar los tipos de daños en viviendas según su mecanismo de falla.
- ✓ Describir prácticas constructivas adecuadas e inadecuadas, básicas en la construcción de viviendas de mampostería.
- ✓ Presentar propuesta para la reparación de daños en viviendas de mampostería que son afectadas por sismos.



VI. DESARROLLO

6.1 Datos generales



1. Nueva Cartilla de la Construcción de Nicaragua. (2011). Mapa de zonificación sísmica de Nicaragua. [Figura] Recuperado de <http://www.mscestructurales.com/descargas/Nueva%20cartilla%20de%20la%20construccion%2019-05-2011%20-%20copia.pdf>

Desde el punto de vista administrativo, la Región del Pacífico (franja de color rojo en la imagen de arriba) está dividida en siete departamentos y sesenta y un municipios; estos están agrupados en tres regiones de planificación: la Región I o Pacífico Norte (Departamentos de Chinandega y León); la Región II o Pacífico Central (Departamentos de Managua, Masaya, Granada y Carazo); la Región III o Pacífico Sur (Departamento de Rivas).

Del noroeste al sudeste la región está atravesada en su parte media y en toda su extensión por una cadena de volcanes, entre los cuales se destacan el San Cristóbal con 1,745 metros de altura, el Momotombo con 1,191 metros, el Mombacho con 1,222 metros y el Concepción con 1,610 metros.

En el pacifico de Nicaragua se encuentran trece volcanes que sitian todo el pacifico de los cuales seis están inactivos y los otros siete se encuentran activos, convirtiendo así la región en una zona altamente sísmica por la constante actividad de estos, según INETER se denotan muchos factores que



se juntan para catalogar la región con un alto riesgo sísmico, entre las razones destacan las siguientes causas:

Causas:

- 1) La ubicación se encuentra en la depresión nicaragüense que abarca la cadena volcánica.
- 2) La continua actividad a la que se encuentra expuesto el territorio por parte de los volcanes activos.
- 3) Las diversas fallas geológicas locales en el pacifico.
- 4) La convergencia que existe entre las placas coco y caribe.
- 5) La utilización de materiales y métodos de construcción no adecuados en la edificación de viviendas.
- 6) La falta de conocimiento y aplicación de las normas de construcción.

Todos estos son factores son indicadores de riesgos muy peligrosos en la región, si bien las cuatro primeras causas son totalmente imposibles de cambiar debido a su naturaleza, las últimas dos no están largo de poder llegar a hacer un cambio con ellas, con el fin de mejorar la calidad en las construcciones y vivir más seguro.

Hay que señalar que según los registros de INETER en los últimos 500 años la mayoría de sismos más fuertes que han ocurrido en Nicaragua se han desarrollado en las cuides de Managua, Chinandega, Granada, Rivas, Masaya y León.

En el año 1975 se estableció la Red Sísmica Nacional. La Red se interrumpió de 1985 a 1991, pero hoy en la actualidad es una de las mejores de América Latina y ha localizado cerca de 25 mil sismos en Nicaragua.

Eso significa que cada año ocurren unos 1500 sismos. Si se distribuyen a lo largo del año, diario se dan de cuatro a cinco. La mayoría de los epicentros se ubican en el Océano Pacífico, donde chocan las placas Coco y Caribe.



En los bordes de las placas es donde ocurren los temblores y nacen los volcanes. La tierra a través de temblores o erupciones de volcanes, saca parte de la presión del centro de la tierra. Nicaragua está ubicada sobre la Placa Caribe, que colinda en el Océano Pacífico con la Placa de Coco. La placa de Coco se va deslizando por debajo de la Placa Caribe, cuando se dan roces o choques se producen los sismos o temblores. Debajo de Managua, la placa del Coco va a una profundidad de más de 200 kilómetros. En esta profundidad, parte del material de la placa del Coco se funde o derrite por las altas temperaturas que suben del centro de la tierra.

Ese material ya fundido, sube y penetra la placa del Caribe a lo largo de una línea casi recta; y así se ha ido formando la cadena volcánica, con sus erupciones sismos superficiales. La cadena volcánica corre sobre una gran falla o grieta profunda, que va desde el Volcán Cosigüina, en Chinandega hasta el volcán Concepción en la isla de Ometepe. Las ciudades cercanas a esta faja están en peligro de ser afectadas.

En esta faja de la cadena volcánica de unos 20 kilómetros de ancho, es donde se producen temblores peligrosos por darse a poca profundidad. Managua, Masaya y Granada son las ciudades que se ubican directamente en la zona sísmica más peligrosa.

De todas las ciudades del país Managua es la más amenazada de sufrir un terremoto. Puesto que se ubica directamente en el eje de la faja de la cadena volcánica, por lo que es la ciudad más amenazada por los sismos o temblores.

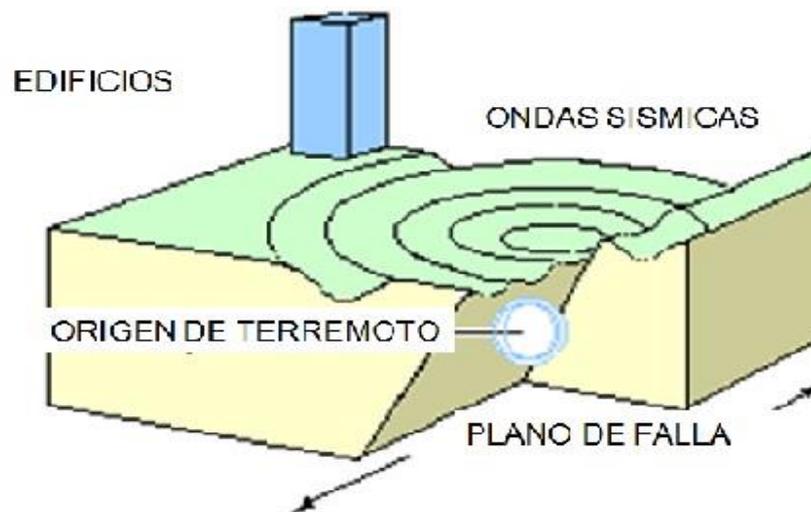
6.2 Efectos de los sismos

Los sismos generan muchos problemas en cada lugar que se manifiesten, entre ellos están pérdidas económicas, avalanchas y deslizamientos de tierra, asentamientos y fracturas del terreno, maremotos o tsunamis, incendios, pérdidas humanas, etc. Ante las causas de estos efectos que ocasionan los sismos, están sus distintos tipos de movimientos, que son provocados por las ondas que generan. (Sauter, 1989)



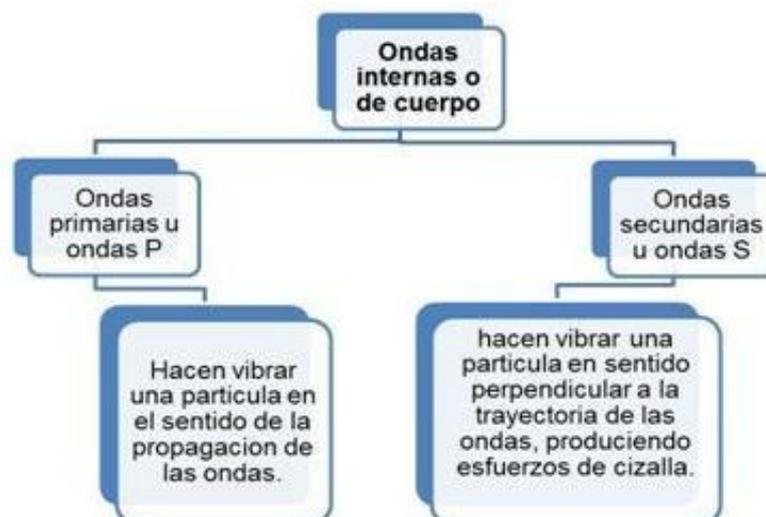
Ondas sísmicas

Las ondas sísmicas se propagan a partir de la zona donde se inicia la ruptura, llamada foco o epicentro, en todas direcciones hacen vibrar la superficie de la tierra y son percibidas por las personas como temblores, eventos que son denominados terremotos cuando causan destrucción (Sauter, 1989).



2. Efecto de una onda sísmica. [Figura]. Recuperado de https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQEYZnDxHn7IDRj5B8O0Bqt51t2h-zrG8F_vlborAJ9UTxMwEpGrg

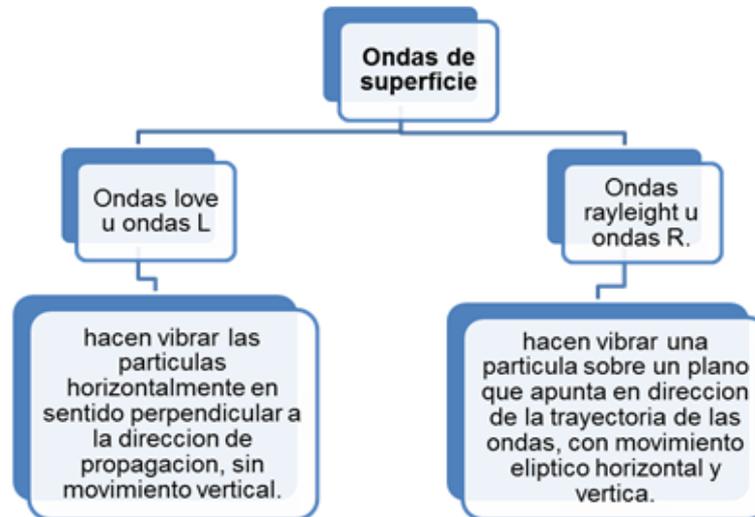
Las ondas internas o de cuerpo, se caracterizan por que se propagan a través del medio sólido de la tierra.



3. Sauter, F. (1989). Clasificación de las ondas sísmicas internas. [Figura]. Introducción a la sismología.



Las ondas de superficie, que a como su nombre lo indica, se propagan a través de la superficie terrestre.



4. Sauter, F. (1989). Clasificación de las ondas sísmicas de superficie. [Figura]. Introducción a la sismología.

Si bien ya conocimos un poco acerca de las ondas y los movimientos que generan los sismos, nos podemos hacer una idea de los desastres que pueden causar, estos movimientos en el momento que están ocurriendo desencadenan distintos tipos de reacciones en las estructuras que son perjudiciales para estas.

6.3 Sismo resistencia

El terremoto ocurrido el pasado 10 de Abril del 2014, se originó cerca del volcán Momotombo, ocasionando grandes estragos en la zona pacifica del país, Mateare, Nagarote, La Paz Centro y Ciudad Sandino fueron los municipios más afectados por el evento sísmico, el suceso natural genero grandes daños en las estructuras, debido a la falta de propiedades sismo-resistente que tiene que poseer toda construcción.

Anexado a esto, se encontró que muchas de las casas fueron construidas hace mucho tiempo, algunas de ellas desde los años de 1950 las cuales ya dieron su vida útil y en la actualidad solo son un riesgo para las vidas humanas ya que su función estructural dejo de ser factible.



La sismo resistencia es la propiedad que tiene una estructura para resistir la actividad sísmica que se pueda presentar, realizando una buena distribución de la estructura y con el uso de materiales utilizados para que la estructura cumpla con las distintas normas de sismo resistencia, no todas las estructuras son 100% sismo resistentes debido a que la actividad sísmica se puede presentar con diferente magnitud, y aun que sufra daños no colapsara y contribuirá a que no allá pérdida de vidas humanas.

Para que las estructuras sean más estables y protejan la vida de las personas que se encuentran en su interior y no se vean afectadas durante un sismo es recomendable cumplir los siguientes principios que se deben de acatar sobre la sismo resistencia:

6.3.1 Forma regular

La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación. Las formas complejas, irregulares o asimétricas causan un mal comportamiento cuando la edificación es sacudida por un sismo. Una geometría irregular favorece que la estructura sufra torsión o que intente girar en forma desordenada los elementos estructurales.

6.3.2 Bajo peso

Entre más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación, entre más liviana sea la estructura, mejor comportamiento mostrará esta, antes las fuerzas a las que estará sometida.

6.3.3 Mayor rigidez

Aunque la estructura sea liviana o de bajo peso es deseable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo. Una estructura



muy flexible o poco sólida, al deformarse exageradamente favorece que se presenten daños en paredes o divisiones no estructurales, incluso hasta separaciones entre los muros y paneles de mampuestos.

6.3.4 Buena cimentación

La cimentación debe ser adecuada para transmitir con seguridad la carga gravitatoria de la edificación al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos en la cimentación, que pueden afectar la estructura, ocasionando que se corten los elementos estructurales y las paredes. Si el tipo de suelo en el cual se asentara nuestra estructura es muy blando, se recomienda mejorarlo y si es preciso hay que removerlo totalmente y reemplazarlo por un material más factible como el material selecto.

6.3.5 Estructura apropiada

Para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación ya sea parcial o total.

6.3.6 Capacidad de disipar energía

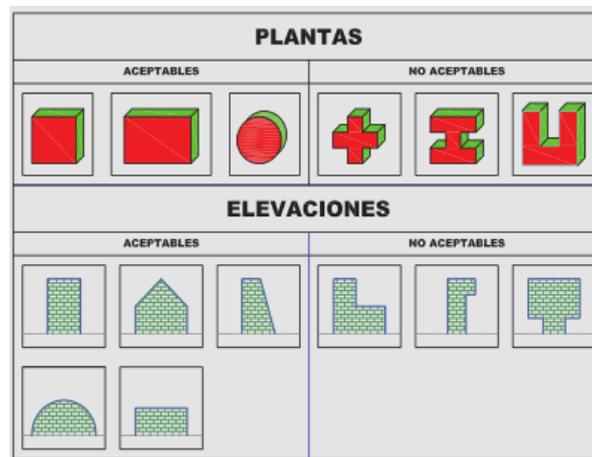
Una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz se rompe fácilmente al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y puede colapsar súbitamente.



6.3.7 Aspectos geométricos

Los requisitos geométricos, son todos aquellos que tienen que ver con la forma final que tendrá la construcción, ya sea en planta o en su elevación. El aspecto geométrico es de vital importancia ya que define características especiales con cada forma que uno pueda diseñar, y estas pueden ser a favor o en desfavor con la construcción.

A continuación veremos cuáles son las formas geométricas que están aprobadas por el MTI² ya que son las más adecuadas que se deben de utilizar.



5. Nueva cartilla de la construcción. (2011). Plantas arquitectónicas aprobadas para construir. [Figura]. Recuperado de <http://www.mscestructurales.com/descargas/Nueva%20cartilla%20de%20la%20construccion%2019-05-2011%20-%20copia.pdf>

6.3.8 Cantidad de muros en dos direcciones

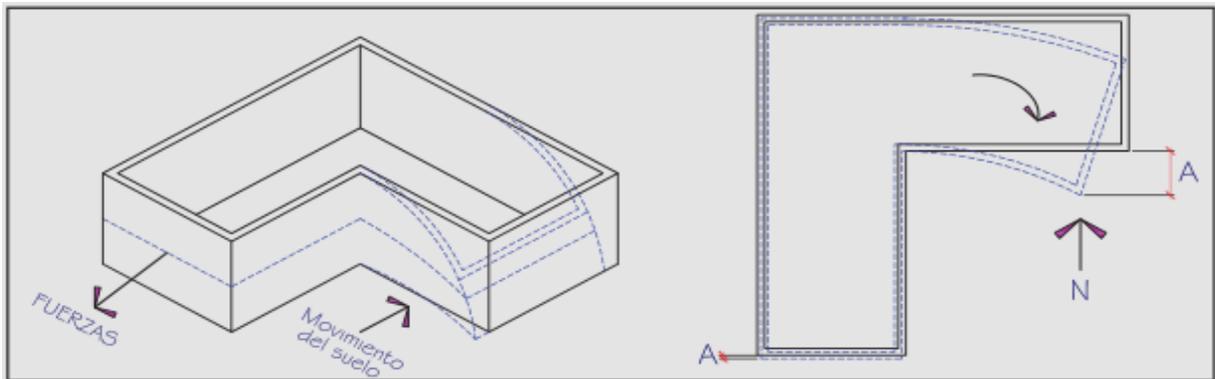
Según el MTI esto se refiere a la cantidad de muros de más de 60 cm de ancho con que cuenta una construcción o índice de muro.

Esto quiere decir que la cantidad de muros que existan en ambas direcciones en una casa, es de vital importancia porque a la verdad no sabemos en qué dirección pueda atacar un sismo, así ya sea de manera transversal o longitudinal los mismos muros se apoyan entre sí para generar mayor

²Ministerio de Transporte e Infraestructura



resistencia ante grandes fuerzas laterales que se puedan generar, ya que estos trabajaran como un todo.



6. Nueva cartilla de la construcción. (2011). Desplazamientos producidos por una mala configuración estructural de los muros en planta. [Figura]. Recuperado de <http://www.mscestructurales.com/descargas/Nueva%20cartilla%20de%20la%20construccion%2019-05-2011%20-%20copia.pdf>

6.4 Fuerzas estructurales

Estas fuerzas son todas aquellas que actúan sobre toda estructura ya sea esta de cualquier tipo, a continuación, se presentara la respectiva clasificación de estas fuerzas y una breve descripción de las distintas maneras de cómo actúan cada una de ellas. (Medina, (s.f.))

6.4.1 Fuerzas internas

Las fuerzas internas son todas aquellas que están en el interior de los elementos estructurales y son las que mantienen unidas todas las partes de los elementos, entre ellas están:

La fuerza axial



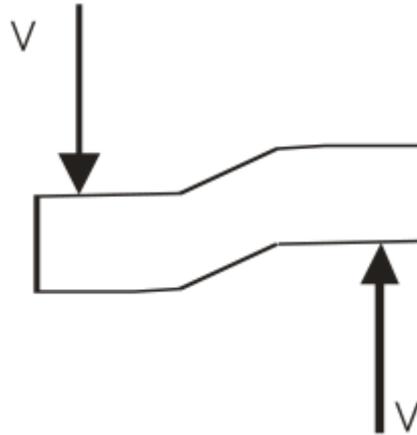
7. Rosenblueth, E. (1991). Efecto de tracción y compresión. [Figura]. Introducción a la sismología.

Actúa a lo largo del elemento y su línea de acción pasa por el centro de la sección del elemento, esta fuerza realiza la acción de tirar y se clasifica por la fuerza de tracción (tendencia al alargamiento) y la fuerza de compresión (tendencia a acortarlo) esta fuerza se simboliza por la letra P. En si se define



esfuerzo o tensión, a la fuerza por unidad de superficie referida en la que se distribuye la fuerza.

La fuerza cortante



8. Rosenblueth, E. (1991). Efecto de la fuerza cortante. [Figura]. Introducción a la sismología.

Esta es la que mide la tendencia de dos secciones continuas a desplazarse una con respecto a la otra, realiza la acción de deslizamiento de una porción de la sección con respecto a la otra con el objetivo de cortar la pieza en dos partes, esta fuerza se simboliza por la letra V.

Momento flector

Mide la tendencia a la rotación que las cargas externas imprimen a un elemento estructural, realiza la función de curvar el cuerpo, o flexionarlo respecto a los ejes “y” o “z”, y se simboliza por la letra M.

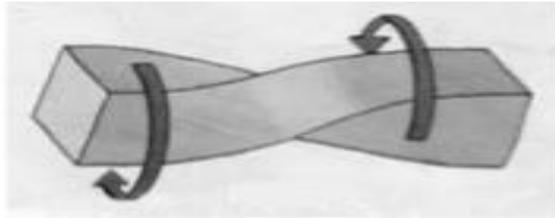


9. Rosenblueth, E. (1991). Efecto del momento flector. [Figura]. Introducción a la sismología.



Momento torsor

Tiende a hacer girar un elemento en relación a su mismo eje longitudinal, realiza la torsión sobre el sólido y se simboliza por la letra T.



10. Rosenblueth, E. (1991). Efecto del momento torsor. [Figura]. Introducción a la sismología.

6.4.2 Fuerzas externas

También cabe destacar que existen otros tipos de fuerzas o cargas a las que están sometidas las estructuras a las que se le denominan fuerzas externas, las cuales se mencionan a continuación: (Medina, (s.f.))

La carga muerta (d):

Compuesta por el peso propio de la estructura, más las cargas que actúan de manera definitiva sobre la misma.

La carga viva (l):

Esta carga está dada por el uso que vaya a tener la estructura: viviendas, parqueos, hospitales, etc. En sí son las personas o animales que vayan a ocupar la construcción, ya sea de manera permanente o temporal.

La carga sísmica (e):

Producida directamente por los sismos que pueden afectar a la estructura durante toda su vida útil.



La carga de viento (w):

Son las que ejerce presión sobre las construcciones y que pueden ser críticas si estas son livianas.

Todas estas cargas y esfuerzos antes mencionados, son los que tienen que soportar nuestras estructuras, y sin un buen empleo de métodos de construcción adecuados y sin un diseño con normas mínimas no podrán ser factibles para ser utilizadas como viviendas. Un aspecto de la construcción que amerita ser mencionado con particularidad, es la configuración estructural ya que, aunque se construya con materiales de la más alta calidad, sin una buena configuración, de nada valdría. A continuación, se abordará un poco acerca de este tema muy importante.

6.4.3 Configuraciones estructurales

Al margen de las debilidades de la estructura, imperfecciones en los códigos o errores en el análisis y diseño, la configuración estructural juega un rol vital en la dimensión de una catástrofe. La configuración de la edificación puede ser descrita como regular o irregular en términos del tamaño y forma de la misma, también por el arreglo de los elementos estructurales y de la masa.

Las configuraciones regulares

Respetan la simetría (en planta y elevación), y tienen una distribución uniforme tanto de fuerzas de gravedad como de resistencia lateral.

Las configuraciones irregulares

Carecen de simetría, y presentan discontinuidades en geometría, masa, o elementos resistentes a carga. Pueden causar interrupción del flujo de fuerzas y concentración de esfuerzos. Las irregularidades de masa y rigidez de elementos, también pueden causar grandes fuerzas de torsión. A su vez, las irregularidades pueden distinguirse como verticales u horizontales.



6.4.4 Las irregularidades verticales

Indican cambios súbitos de resistencia, rigidez, geometría y masa, y conducen a una distribución irregular de fuerzas y deformaciones a lo largo de la altura de la edificación.

Discontinuidades en relación con la carga

La trayectoria general de cargas sísmicas puede explicarse de la siguiente manera. Las fuerzas sísmicas en todos los elementos del edificio, se transmiten vía las conexiones estructurales a los diafragmas horizontales y a los muros de corte (o columnas y marcos). A través de éstos, a la cimentación.

Casos de irregularidades de trayectorias de cargas

Discontinuidades de columnas, de muros de corte, en marcos, o elementos que quedan en una situación flotante. En el caso de columnas o muros de corte que no continúan hacia el terreno, el corte inducido afecta a los otros elementos como lo son las vigas intermedias. Los peligros más críticos se dan en los puntos de conexión entre vigas y columnas.

Los elementos susceptibles a sufrir daños en viviendas de mampostería son los muros (largos y cortos), las vigas y las columnas.

6.4.5 Las irregularidades horizontales

Se refieren a formas asimétricas en planta (como f, l, t, u) o discontinuidades en elementos de resistencia horizontal (como cortes, aberturas, esquinas entrantes, u otros cambios abruptos).

Configuración no paralela

Aquí, los elementos verticales que resisten carga, no son paralelos o simétricos respecto al mayor eje ortogonal del sistema resistente de fuerzas laterales. Ello puede provocar fuerzas de torsión bajo movimientos sísmicos. El problema es



más sensible en formas triangulares, donde la porción más estrecha tiende a ser más flexible que el resto. Se recomienda evitar estas situaciones.

6.5 Elementos estructurales

Estos son todos aquellos componentes que conforman la estructura como tal, en seguida se presentara una breve descripción de cada una de las piezas que conforman una estructura, cuál es su función y su importancia a la hora de una catástrofe, puesto que son distintas unas de otras, pero esas distintas formas y resistencias tienen un motivo, el cual se mostrara a continuación.

6.5.1 Columnas

Son los elementos verticales que soportan todo el sistema estructural. Son miembros en compresión sujetos en la mayoría de los casos a carga axial, flexión y compresión, son de mayor importancia en las consideraciones de seguridad de cualquier estructura.

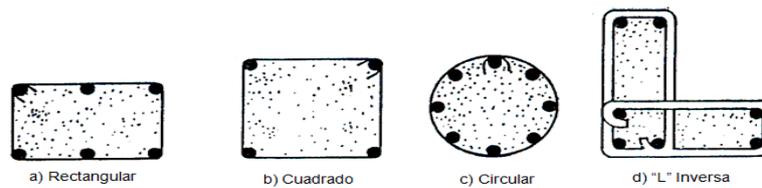
La función de las columnas es de recibir y transmitir cargas. Reciben cargas directas cuando son aisladas y transmiten las cargas repartidas a la zapata donde están fundidas.

En algunos casos en las viviendas pequeñas las columnas transmiten las cargas hacia la viga asísmica, porque generalmente son diseñadas sin zapata aislada.

Tipos de columnas

Los tipos de columnas más utilizadas son:

- | | |
|----------------|--------------|
| A. Rectangular | B. circular |
| C. Cuadrada | D. invertida |



11. MTI. (1997). Secciones de columnas más utilizadas en Nicaragua. [Figura]. Recuperado de <https://erods.files.wordpress.com/2009/09/cartilla-de-la-construccion-1997.pdf>

6.5.2 Vigas

Las vigas son los elementos estructurales que transmiten las cargas tributarias, ya sea de las losas de piso, estructura de techo y paneles de mampostería a las columnas. Las vigas son elementos estructurales que soportan cargas de servicio externas, pesos por gravedad, sismo, contracción, impacto y fuerzas de otros tipos.

Tales cargas generan flexión y deformación en los elementos estructurales (varillas y estribos). La flexión en las vigas es el resultado de la deformación causada por los esfuerzos de flexión debido a las cargas externas.

A medida que aumenta la carga externa, la viga soporta deformaciones mayores, lo que hace evidente la aparición de grietas o fisuras a lo largo del claro de la viga. Un incremento continuo en el nivel de carga conduce a la falla del elemento estructural, cuando la carga externa alcanza la capacidad del elemento. A esto se le llama estado límite de flexión.

Tipos de vigas

Los tipos de vigas varían según el lugar que ocupan en la construcción y se clasifican así:

- **Viga asísmica:** cuando van construidas bajo tierra, o sea constituyen parte de la infraestructura. Las vigas asísmica pueden tener diferentes secciones, estas pueden ser: rectangulares o cuadradas
- **Vigas intermedias:** las que van construidas a la altura del alféizar de las ventanas y a la altura de dinteles de puertas y ventanas.



- **Vigas aéreas:** cuando van construidas o apoyadas únicamente sobre dos o más apoyos.
- **Viga corona:** cuando van construidas en la parte superior de las paredes. En esta viga va anclado el sistema de estructural de techo.
- **Viga dintel:** esta es la viga es la que va en la parte superior de puertas y ventanas la cual contribuye a dar más rigidez y resistencia al vano.

6.5.3 Muros

Los muros son los cerramientos verticales para los marcos de las edificaciones que sirve también para dividir espacios, y a su vez soportar ciertas cargas gravitacionales y laterales. No son en general o necesariamente hechos de concreto sino de cualquier material que llene estéticamente la forma y necesidades funcionales del sistema estructural.

Tipos de muros

Los muros o paredes se pueden clasificar según su función mecánica en los siguientes dos grupos:

- Muro de carga
- Muro divisorio

Según el material del que esté construido:

- Muro de bloques
- Muro de piedra natural
- Muro de hormigón
- Muros de ladrillo cuarterón
- Muros mixtos
- Muros de madera



La carga que reciben los muros pueden ser gravitatorias y/o laterales; un muro de carga gravitatoria es aquel que soporta la carga de techo, o la carga de otro piso superior.

El muro de carga lateral es todo aquel muro de contención que tiene la función primordial de contener o confinar distintos materiales, como tierra en el caso de los muros para cauce y de agua en los muros de represas.

En el caso de los muros divisorios, a como su nombre lo indica nos sirve para dividir espacios entre sí, y estos no soportan cargas, más que la de ellos mismos, es por eso que se recomienda construirlos con materiales de bajo peso.

Sin duda, hay que mencionar que los muros elaborados con materiales pétreos se clasifican en mampostería confinada y mampostería reforzada, a continuación, daremos una breve descripción de estos dos tipos de mampostería.

6.5.4 Mampostería confinada

Básicamente la mampostería confinada consiste en un sistema de muros que están encerrados o confinados en vigas y columnas, estas están distribuidas a lo largo de toda la construcción a una separación variable, en dependencia de las dimensiones que posean las piezas de mampostería, las piezas de mampuestos deben de poseer como ancho mínimo 10 cm. Y su altura máxima no debe ser mayor a 2 veces su ancho. El RNC-2007³ precisa que la separación libre de vigas y columnas debe ser 20 veces el espesor del bloque.

Las piezas de mampostería, aunque no son elementos meramente estructurales, tienen que poseer una cierta resistencia que los haga rígidos, puesto que, aunque no soportan muchas cargas verticales, están expuestos a cargas laterales, de vientos, empujes, golpes, etc. Que tienen que resistir para que la construcción sea viable.

³Reglamento Nacional de la Construcción del año 2007.



La resistencia mínima a la compresión que tiene que poseer un bloque de concreto según el RNC-2007 es 55 kg/cm^2 (785 psi) y para el caso de los bloques de arcilla o ladrillo cuarterón, es de 100 kg/cm^2 (1,428 psi). También las piezas deben de poseer una resistencia mínima a la tensión de 9 kg/cm^2 (128 psi).

6.5.5 Mampostería reforzada

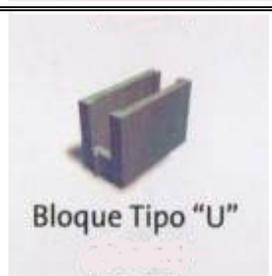
La mampostería reforzada consiste en la elaboración de muros, únicamente con bloques y refuerzos internos de acero, este sistema es lo suficiente mente resistente para soportar las cargas que se le imponen. Sin embargo, este sistema requiere seguir ciertos requisitos que deben de cumplirse al pie de la letra, como, por ejemplo, la armadura interna, el tipo de bloque que se utiliza para su elaboración.

Se aclara que el tipo de bloque que se utiliza para mampostería confinada es totalmente distinto del que se ocupa en la mampostería reforzada, es más, en mampostería reforzada se tiene que usar un conjunto de bloques de diferentes estilos y dimensiones, con una función distinta cada uno pero que juntos conforman una sola estructura.



Manual de clasificación y reparación de daños en estructuras afectadas por sismos

Tabla 1. Holcim Block. Clasificación de bloques de mampostería reforzada. Recuperado de <http://www.holcim.com.ni/desarrollo/holcim-block.html>

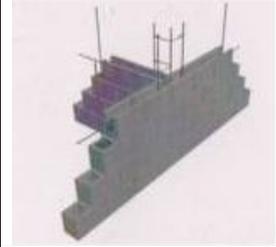
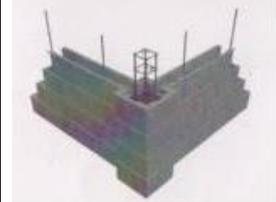
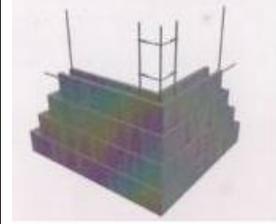
 <p>Bloque Columna</p>	Este tipo de bloque está fabricado para realizar la unión de dos paredes, una transversal y la otra longitudinal. También permite la introducción de elementos de acero en su interior, y concreto a la vez.
 <p>Bloque Entero</p>	El bloque entero sirve para conformar las paredes, y está diseñado para permitir el paso de los elementos verticales de refuerzo de acero.
 <p>Medio Bloque</p>	El medio bloque realiza la misma función que el bloque entero, con la diferencia que ya viene hecho cuchilla, para evitar los cortes en el bloque entero y generar malos cortes o incluso la pérdida del bloque por una mala manipulación de este.
 <p>Bloque Tipo "U"</p>	El tipo U, es por decirlo así las vigas de la pared, puesto que permite la inducción de refuerzos horizontales y la llena de mezcla por el interior de este, permite la intersección de las varillas, creando un tipo de malla de refuerzo estructural, para toda la vivienda.

Otro aspecto interesante que hay que abordar, es la armadura interna que poseen los muros, estas tienen que ser varillas de acero grado 40 o 70. La separación de los elementos verticales tienen que ir @ 0.80m y los refuerzos horizontales @ 0.6m según el MTI.

Otra característica importante que hay que tomar en cuenta con este sistema constructivo, es que tiene que llevar obligadamente viga asísmica y viga corona, puesto que de ellas van anclados los refuerzos y aparte de ello esto ayuda a mantener unidas las piezas de mampostería, en el momento que se ejecute un movimiento.



Tabla 2. Holcim Block. Tipos de intersecciones utilizadas en mampostería reforzada. Recuperado de <http://www.holcim.com.ni/desarrollo/holcim-block.html>

	Intersección en T
	Intersección en L
	Intersección en L
	Intersección en cruz.

6.5.6 Cimentación

Las cimentaciones son los elementos estructurales de concreto que transmiten el peso de la superestructura al suelo. Estos sistemas pueden ser de muchos tipos, el más simple es una zapata aislada. Las zapatas se deben poner en toda intersección de paredes, al finalizar una pared o bien al centro cuando los muros son largos, cuando estos tienen de 6 a 8 m de longitud.

Otras formas de cimentaciones son zapata combinadas que soportan más de una columna; losas de cimentación o zapatas corridas cuya finalidad es la distribución de las cargas de una manera más uniforme.



6.5.7 Concreto reforzado

El concreto es un conglomerado pétreo artificial, que se prepara mezclando una pasta de cemento y agua (lechada), con arena o material fino y piedra triturada (grava). La sustancia químicamente activa de la mezcla es el cemento, el cual se une física y químicamente con el agua y al endurecerse, liga los agregados, para formar una masa sólida semejante a una piedra.

Se entiende por concreto reforzado, que son todas aquellas estructuras de concreto que llevan refuerzos de varillas en su interior, estas aumentan su resistencia. Si bien sabemos el concreto trabaja mejor cuando está sometido a fuerzas de compresión, pero a la hora de resistir tensiones entra en juego lo que es el refuerzo de varillas, ya que el acero trabaja mejor a tracción, cualidad que no posee el concreto por sí solo.

El concreto está constituido de la siguiente manera:

- De un 66% a un 77% por los agregados finos y gruesos.
- De un 6% a un 16% por el cemento
- De un 3% a un 5% agua de reacción química
- De 6% a 16% de agua libre y aire.

Relación agua-cemento

El factor más importante para que el concreto alcance su máxima resistencia es la relación agua-cemento. Podemos pensar que el concreto es como una pasta de agua y cemento, bien mezclada con agregados finos y gruesos; cuando se endurece la pasta, las partículas de arena y piedra triturada se encuentran estrechamente ligadas entre si y forman una masa pétreo sólida.

La calidad de la pasta lo determina, las proporciones de agua y cemento; de igual manera, la resistencia, la impermeabilidad y la intemperie del concreto ya fraguado depende también de la relación agua-cemento. Esta relación se



expresa mediante un número que indica la cantidad de litros de agua por cada saco de cemento de 42.5 kg.

Debemos recordar que el concreto en estado plástico siempre debe ser manejable; no tienen que estar muy seco ni tener demasiada agua. Si está muy seco, será difícil de manipularlo, lo cual dará como resultado defectos de acabado.

Si tienen demasiada agua habrá segregación de los ingredientes. Apreciamos que la relación agua-cemento determina la densidad de la pasta, la cual a su vez determina la resistencia, la durabilidad y la permeabilidad de concreto endurecido.

Observamos que tiene que existir mucho cuidado con el agua que se le vaya a anexar a la mezcla, debe de existir un equilibrio, viéndolo de una manera empírica por así decirlo, lo máximo que se debe de agregar de agua son 26 Lts. Por cada bolsa de cemento de 42.5 kg.

El concreto reforzado se aplica para distintos usos y tipos de elementos, este posee diferentes resistencias según el diseño y es por ello que hay que hacerle prueba antes de que se ocupe, para determinar si es adecuado no es tan necesario ir a un laboratorio, existe la prueba de revenimiento que se puede hacer en el sitio de trabajo.

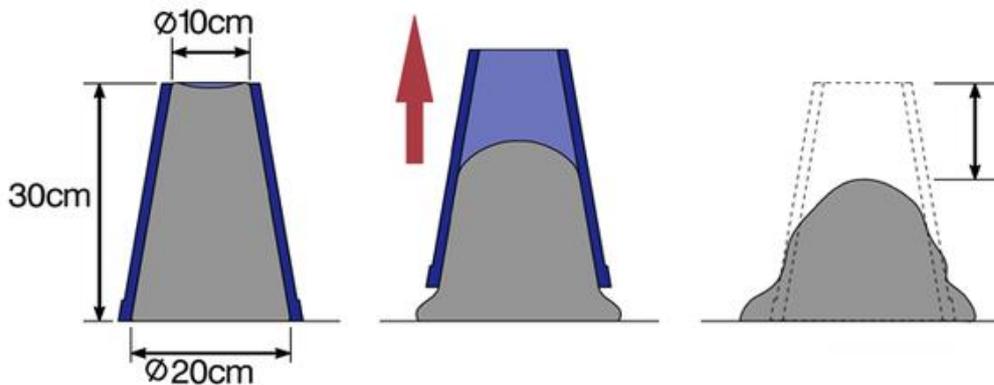
Procedimientos para la verificación del revenimiento

1. Se coloca concreto en el cono hasta completar el primer tercio de su elevación y se hinca con la varilla 25 veces.
2. Se le echa al cono más concreto hasta alcanzar una altura del $\frac{2}{3}$, desde su base y se hinca otras 25 veces.
3. Se le vuelve a echar al cono más concreto hasta llenarlo y se hinca otras 25 veces más.



- Se termina de llenar el cono y se enraza, después se retira el cono con sumo cuidado, verticalmente.

La diferencia de alturas entre el cono-molde y la masa de concreto asentada, es el revenimiento. El revenimiento que debe tener la mezcla de concreto será de 3" a 6". Estas pruebas deberán realizarse "in situ".



12. Construmatica. Ensayo del revenimiento del concreto con el cono de Abrams. [Figura]. Recuperado de http://www.construmatica.com/construpedia/images/thumb/1/1f/AP-019_Consistencia_del_hormig%C3%B3n_fresco_Cono_de_Abrams.JPG/700px-AP-019_Consistencia_del_hormig%C3%B3n_fresco_Cono_de_Abrams.JPG

Ventajas del concreto como material estructural

Una de las mayores ventajas es una alta relación resistencia-costo en muchas aplicaciones. Otra es que el concreto mientras está plástico, puede colarse con facilidad dentro de formas o cimbras a temperaturas normales para producir casi cualquier forma. Además, el concreto tiene una alta resistencia al fuego y a la penetración del agua.

Es un sistema bastante confiable y seguro, pero a pesar de ello, requiere de cuidados especiales que muchas veces no se le da, esto reduce su resistencia y puede llegar a catalogar el trabajo como ineficiente. El cuidado más especial que este debe poseer es el curado puesto que cuando este empieza el fraguado tiene que tener la cantidad suficiente de agua para que el concreto se hidrate bien y pueda alcanzar su resistencia máxima.



6.5.8 El acero.

Llamamos acero de refuerzo a todos aquellos elementos de acero que van alojados internamente en las columnas, vigas, losas, zapatas etc. Para darle resistencia. El acero es el elemento principal del concreto reforzado.

La resistencia a la tensión, es más de 100 veces la resistencia comparada con la del concreto estructural común. En consecuencia, los dos materiales se utilizan mejor en combinación si el concreto se encarga de resistir los esfuerzos de compresión y el acero de los esfuerzos de tensión.

El tipo más común de acero de refuerzo viene en forma de barras circulares llamadas por lo general varillas, estas están disponibles en un amplio intervalo de diámetro aproximadamente de $\frac{3}{8}$ a $1\frac{3}{8}$ de pulgadas para aplicaciones ordinarias. Estas barras se suministran con deformaciones (protuberancias o corrugaciones) en la superficie para aumentar la resistencia al deslizamiento entre el acero y el concreto.

El acero en el comercio se designa por numeraciones que van desde la Nº2 a la Nº11, en seguida presentaremos las numeraciones y cantidad de varillas por quintal.

Tabla 3. Designación de las varillas de acero según su número, diámetro y cantidad de varillas por quinta. Fuente: Recopilado de clases de costo y presupuesto UNAN MANAGUA.

Nº De Varilla	Diámetro En Pulgadas	Cantidad De Varillas De 6m Por Cada Quintal.
2	¼"	29
3	3/8"	13
4	½"	7
5	5/8"	5
6	¾"	3
7	7/8"	2.5
8	1"	2
9	1-1/8"	1.5
10	1-¼"	1



6.5.9 El mortero.

A diferencia del concreto, el mortero es una mezcla de cemento, agua y agregados finos, como lo es el caso de la arena ya sea de cualquier tipo o material cero; no posee agregados gruesos. La mezcla de todo esto, crea un material casi igual al concreto pero su diferencia es la aplicación y la resistencia.

Se denominan 3 tipos de morteros:

Mortero para caliche

Este tipo de mortero es el que se utiliza para la unión de las piezas de mampostería, la resistencia a la compresión que debe poseer el mortero para caliche tiene que ser mayor de 120 kg/cm^2 (1,714 psi), según el RNC-2007 (reglamento nacional de la construcción). El ancho de las juntas como mínimo tiene que ser de un 1 cm.

Otro detalle en este tipo de caliche es que tiene que poseer una resistencia mínima a la tensión de 3.5 kg/cm^2 (50 psi)

Si notamos la resistencia a la compresión, del caliche es mayor que la que poseen las piezas de mampostería, pero su resistencia a la tensión es menor que la de las piezas de mampostería; esto es un requisito que se tiene que cumplir con un objetivo lógico y coherente.

Cuando se presenten movimientos por sismos sabemos que nuestras estructuras estarán sometidas a tensión y a compresión, el mortero tiene que poseer resistencia para soportar la compresión que se le ejerza, pero en el momento de recibir tensión, obviamente el fallo se dará en la parte más débil, y esta será en las juntas de mortero y no en los bloques, el objetivo de esto es una futura reparación y es claro que es más fácil reparar la unión de caliche, que remover las piezas y cambiarlas, lo que nos podría resultar más caro y un trabajo más difícil de resolver.



Mortero para repello

En si el mortero para repello es un mortero cuya aplicación radica en una protección mínima de las piezas de mampostería, al mantenerlas cubiertas. El agregado fino tiene que colarse por la zaranda №4 o №6. El espesor de la capa tiene que ser como mínimo de 1 cm. Y como máximo 2 cm. Capas muy gruesas están sujetas a descascaramientos que pueden surgir en un sismo producto del movimiento y podría ser muy peligroso si los estucos cayeran sobre las personas.

Mortero para fino

La función de este mortero no es estructural es meramente estética, la diferencia que presenta en comparación con el repello, es la proporción de agregado fino y el tamaño de las partículas. La arena para el mortero fino tiene que colarse por la zaranda №16. Las capas de finos van de 3 a 6 mm.

6.6 Entorno constructivo

Los sistemas constructivos que predominan en todo el territorio son variados, pero en su mayoría son de muy mala calidad, como por ejemplo mampostería confinada con madera rolliza, paredes de bloques en condiciones precarias, ripios con plástico y madera, techos de nicalit, teja y zinc.

Los tipos de sistemas constructivos que predominan son:

- Sistemas mixtos (piedra cantera, ladrillo cuarterón, bloques de mortero)
- Mampostería de muy baja calidad
- Mampostería de piedra cantera
- Mampostería de ladrillos
- Mampostería confinada con madera rolliza
- Mampostería confinada con perlines
- Mampostería confinada con concreto de baja calidad
- Sistema prefabricado de losetas
- Paredes de zinc



- Casas de madera
- Techos de palma
- Sistemas de minifaldas
- Mampostería reforzada
- Viviendas precarias con ripios (plástico, zinc, madera)
- Taquezal.

Problemática en el Pacífico

Según las estadísticas recopiladas por el gobierno de Nicaragua, indican que otro problema muy severo que cabe destacar, es que en la región no existe mucha mano de obra calificada, puesto que la mayoría de las edificaciones corresponden a actos de autoconstrucción por parte de los mismos habitantes, que no poseen los conocimientos necesarios para la construcción de obras mínimas. Según Datos de la CÁMARA NICARAGÜENSE DE LA CONSTRUCCIÓN el 80% de las viviendas nicaragüenses cuenta con un alto grado de problemática puesto que construyen sin normas de construcción y con materiales de mala calidad.

Ejemplos claros de esta situación en las construcciones son discontinuidades en los ejes de las columnas, en muros portantes, ausencia de viga corona, viga intermedia, viga asísmica, ausencia de muros en una dirección, presencia de columnas cortas, aberturas en losas, etc. Todas estas irregularidades son blancos frágiles, que colaboran a la vulnerabilidad de las construcciones, puesto que, en vez de ayudar, no aportan ninguna seguridad a la estabilidad de las construcciones, cediendo fácilmente ante fracturas, separaciones y cualquier tipo de daño al que están expuestas las construcciones.

6.7 Clasificación del nivel de daño en los elementos estructurales

En la eventual clasificación de daños de una construcción se valora la demolición, reparación o reforzamiento de una estructura, existen distintos tipos de daños, fallas y causas que ocasionan la debilidad total o parcial de una estructura. Agrupar los distintos daños en leves, moderados y severos, define



el buen o mal estado de una estructura, ya sea total o parcial, aparte de ello colabora a tomar decisiones acerca de las posibles restauraciones o reconstrucciones futuras, las posibilidades más factibles de reparar o construir otra vez, evadiendo el daño y edificando de una manera más segura.

Los daños pueden clasificarse por los distintos anchos y largos de una grieta por la dirección en la que se manifiesta, por separaciones en elementos de mampuestos, desplazamientos verticales, horizontales, o ya sean diagonales, por el lugar donde se dan las fallas, ya sean en el perímetro de un muro, o en el centro o en cualquier otro punto específico.

A continuación, se presentará una descripción de los elementos principales de los sistemas constructivos más comunes y también una clasificación de daños en las estructuras que van de lo leve a lo severo en dependencia del tipo de daño que sufra la construcción.

❖ MAMPOSTERÍA NO REFORZADA

Muros Cortos O Pilastras

Se trata de elementos de mampostería que poseen poca longitud, en general se encuentran encercanías de aberturas de puertas y ventanas, estas conforman pilas de mampostería. Ante la deformación horizontal los daños principales se concentran en las pilas.

Vigas, Dinteles, Antepechos

Se trata de elementos complementarios de mampostería que conforman normalmente vigas, dinteles o antepechos y que acumulan deformaciones y/o daños al ser más débiles que los muros cortos o pilastras adyacentes.

Muros Fuertes

Se trata de muros de mampostería de longitud apreciable y en los que normalmente no se presentan aberturas o vanos. Presentan un comportamiento elástico de cuerpo rígido funcionando en general como un voladizo empotrado en la cimentación.

El diagrama ilustra tres tipos de mampostería no reforzada. El primer tipo, 'Muros Cortos O Pilastras', muestra un muro azul con aberturas de ventanas y puertas, con flechas indicando deformación horizontal y un detalle circular que muestra grietas diagonales en las pilas. El segundo tipo, 'Vigas, Dinteles, Antepechos', muestra un muro azul con vigas y dinteles, con flechas indicando deformación horizontal y un detalle circular que muestra grietas diagonales en los elementos complementarios. El tercer tipo, 'Muros Fuertes', muestra un muro amarillo sólido con un detalle circular que muestra grietas diagonales.

13. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Elementos que conforman la mampostería no reforzada. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart1.pdf



❖ MAMPOSTERÍA CONFINADA

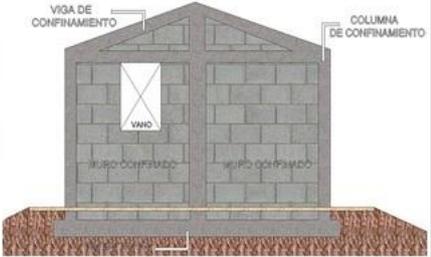
Paneles.

Se trata de los muros de mampostería no reforzada contenidos entre marcos de concreto reforzado de confinamiento.

Los paneles pueden presentar agrietamientos en diagonal o pueden presentar tendencia a la falla en dirección perpendicular al plano del muro.

Elementos de Confinamiento (Vigas Y Columnas)

Vigas y columnas de confinamiento que tienen como función reforzar los paneles de mampostería no reforzada. Estos elementos de confinamiento pueden fallar por corte, por tensión, por compresión o por efectos combinados principalmente como consecuencia del agrietamiento del panel interior y también por corte vertical producido por asentamientos ocasionados por una mala cimentación.



14. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Elementos que conforman la mampostería confinada. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

❖ MAMPOSTERÍA REFORZADA

Muros Fuertes

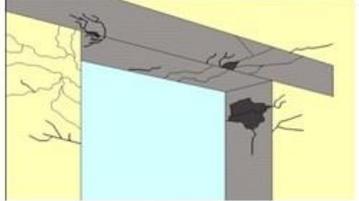
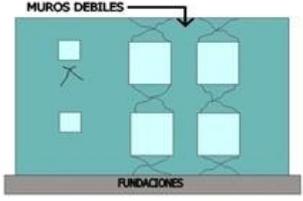
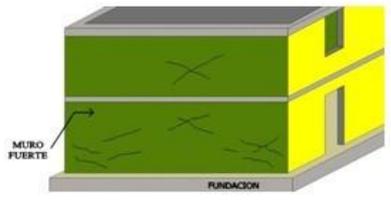
Se trata de muros de mampostería reforzada cuyo funcionamiento en general es equivalente a un muro en voladizo empotrado en la base y cuya capacidad está controlada en general en su base (falla a flexión y/o a cortante). En algunos casos pueden estar unidos a otros muros fuertes mediante vigas de conexión relativamente débiles.

Muros Débiles

Muros de mampostería reforzada que son en general más débiles que las vigas que los conectan. En general la capacidad del sistema está controlada por la capacidad a corte de los muros lo cual se manifiesta comúnmente con grietas diagonales en los mismos.

Vigas, Dinteles, Antepechos

Todos los elementos anexos a los muros tales como vigas, dinteles y antepechos son susceptibles a sufrir daños debido a los desplazamientos horizontales que ocurren en el sistema estructural principal o diafragma.



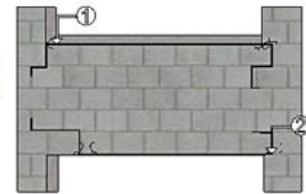
15. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Elementos que conforman la mampostería Reforzada. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf



ACCIÓN: ROTACIÓN EN ELEMENTOS DE SOPORTE (VIGAS, DINTELES, DIAFRAGMAS)

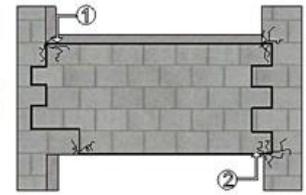
DAÑOS LEVES

1. Grietas pequeñas escalonadas y mortero fisurado en los extremos de la viga en las partes superior e inferior de las uniones sobre la tercera hilada en los extremos del diafragma. No se presentan grietas en las unidades.
2. Solo se evidencian separaciones relativas en los elementos de soporte.



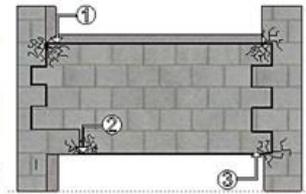
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas moderadas escalonadas y mortero fisurado en los extremos de la viga en la parte superior e inferior de las uniones.
2. Las grietas indican que ha ocurrido un desplazamiento horizontal en el plano y se presentan aberturas en las juntas de pega de aproximadamente 6 mm. No se presentan grietas en las unidades de mampostería.
3. No se presenta desplazamiento vertical de la viga.



DAÑOS SEVEROS

1. Grietas escalonadas y mortero fisurado en los extremos de la viga en la parte superior e inferior de las uniones.
2. Las grietas indican que ha ocurrido un desplazamiento horizontal en el plano y se presentan aberturas en las juntas de pega de aproximadamente 12 mm. No se presentan grietas en las unidades de mampostería.
3. Posible deterioro de las unidades superiores y extremas de la viga pero no hay deslizamientos verticales en la misma.



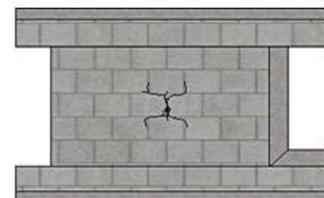
MAMPOSTERIA NO REFORZADA

16. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños ante la rotación de elementos de soporte. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

ACCIÓN: MECANISMO DE TENSIÓN DIAGONAL

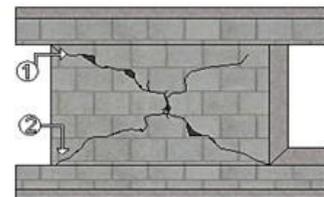
DAÑOS LEVES

1. Grietas diagonales pequeñas en unidades de mampostería en un poco menos del 5% de las hiladas.



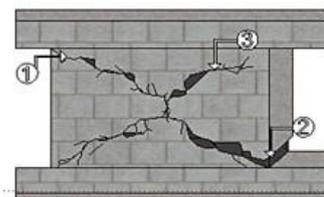
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas diagonales en las hiladas, muchas de las cuales van a través de las unidades de mampostería con grietas de ancho menor a 6 mm.
2. Las grietas diagonales llegan a alcanzar las esquinas. No se presentan roturas o fisuras en las esquinas de las hiladas.



DAÑOS SEVEROS

1. Grietas diagonales en las hiladas, muchas de las cuales van a través de las unidades de mampostería con grietas de ancho superior a 6 mm.
2. Se presentan roturas y fisuras secundarias en las esquinas de las hiladas.
3. Movimientos secundarios a lo largo o a través del plano de rotura.
4. Desprendimiento de partes de mampostería.



MAMPOSTERIA NO REFORZADA

17. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros expuestos al mecanismo de tensión diagonal. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf



➤ ACCIÓN: ROTACION Y EVENTUAL DESPLAZAMIENTO RELATIVO EN ELEMENTOS DE SOPORTE

DAÑOS LEVES

1. Predominan grietas verticales y mortero fisurado en una o dos unidades en el extremo de la viga.

DAÑOS MODERADOS

1. Predominan grietas verticales y mortero fisurado a través de la profundidad total de cada extremo de la viga. Se presentan grietas que atraviesan las unidades de mampostería.
2. Algún deterioro de las unidades en el extremo inferior de la viga pero no se presentan movimientos verticales de la misma.

DAÑOS SEVEROS

1. Predominan grietas verticales y mortero fisurado a través de la profundidad total de cada extremo de la viga. Sobre 1/3 de las hiladas las grietas van a través de las unidades de mampostería.
2. Se presenta gran deterioro de las unidades en el extremo inferior de la viga con movimientos verticales de la misma.

MAMPOSTERIA NO REFORZADA

18. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños ante la rotación y desplazamiento en elementos de soporte. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart1.pdf

➤ ACCIÓN: FLEXIÓN/ROTURA DE LA BASE/DESPLAZAMIENTO DE LAS JUNTAS HORIZONTALES

DAÑOS LEVES

1. Grietas horizontales pequeñas en las juntas horizontales en los talones del muro.
2. Grietas orientadas diagonalmente y fisuras secundarias en el talón del muro

DAÑOS MODERADOS

1. Grietas horizontales y mortero fisurado en las juntas horizontales indican que ha ocurrido un desplazamiento horizontal a lo largo de las grietas y se crea un mecanismo de rotura escalonado con aberturas en las juntas de aproximadamente 6 mm.
2. Grietas diagonales y rotura en el talón del muro. Las grietas se extienden en varias hiladas.
3. Grietas orientadas diagonalmente algunas de las cuales atraviesan las unidades de mampostería.

DAÑOS SEVEROS

1. Grietas horizontales cerca de la base del muro similar al nivel de daño moderado excepto que el ancho es de aproximadamente 12mm.
2. Grietas orientadas diagonalmente y grietas en la base del muro. Las grietas se extienden en varias hiladas. Se presentan grietas a través de las unidades de mampostería. Se presentan roturas locales de la mampostería.

MAMPOSTERIA NO REFORZADA

19. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros expuestos a flexión, rotura y desplazamiento. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart1.pdf



➤ ACCIÓN: GRIETAS POR FLEXIÓN/ ROTURA DE LA BASE EN MUROS

DAÑOS LEVES

- Grietas horizontales pequeñas en las juntas horizontales en el talón del muro.
- Grietas en la porción central del muro. No se presentan desplazamientos horizontales a lo largo de la grieta y el plano de rotura no es continuo a través de la grieta, no hay mecanismo completo y no se presentan roturas en las unidades de mampostería.

DAÑOS MODERADOS

- Grietas moderadas en las juntas horizontales en el talón del muro.
- Roturas horizontales en grietas de la parte central del muro. Se presentan algunos desplazamientos horizontales a lo largo de la grieta.
- Grietas diagonales que se prolongan hacia los talones del muro y tratan de conformar mecanismo general de rotura.

DAÑOS SEVEROS

- Grietas horizontales en las juntas, en el talón del muro.
- Roturas horizontales en grietas en la parte central del muro. Se presentan grandes desplazamientos horizontales a lo largo de la grieta.
- Grietas diagonales en la base del muro que pueden atravesar las unidades de mampostería. Algunas de ellas pueden generar rotura de partes de la mampostería.

MAMPOSTERÍA NO REFORZADA

20. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros producto de grietas ocasionadas por Flexión y rotura. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

➤ ACCIÓN: FLEXIÓN FUERA DEL PLANO DEL MURO

DAÑOS LEVES

- Grietas pequeñas en el mortero de pega de unión con el piso y en la mitad de la altura de el muro.
- No se presentan desplazamientos horizontales fuera del plano o rotura de mortero a lo largo de las grietas.

DAÑOS MODERADOS

- Grietas moderadas en las pegas de unión con el piso y en la mitad de la altura de la pared las cuales pueden presentar roturas en el mortero.
- Desplazamiento fuera del plano a lo largo de grietas con anchos menores a unos 3 mm.

DAÑOS SEVEROS

- Grietas en las líneas del piso y en la mitad de la altura de los muros los cuales pueden presentar fisuras en el mortero.
- Fisuras en los extremos de las unidades de mampostería lo largo del plano de rotura.
- Desplazamientos horizontales fuera del plano a lo largo de grietas con desplazamientos del orden de 12 mm.

MAMPOSTERÍA NO REFORZADA

21. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros ocasionados por flexión fuera del plano del muro. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf



> ACCIÓN: ROTACIÓN Y FISURA EN LAS ESQUINAS DE LOS PANELES

DAÑOS LEVES

1. Separación del mortero alrededor del perímetro del panel y rotura del mortero cerca de las esquinas del panel.

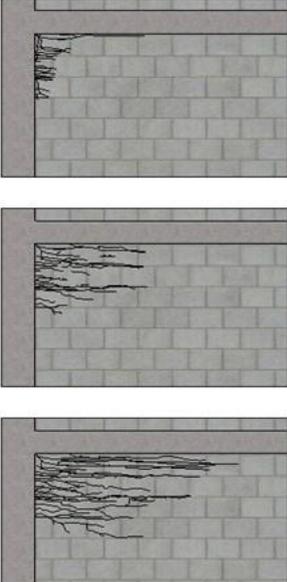
DAÑOS MODERADOS

1. Rotura del mortero, grietas en unidades de mampostería incluyendo movimientos laterales de las fachadas.

DAÑOS SEVEROS

1. Pérdida de partes de la mampostería en las esquinas y total fisuramiento de las fachadas. Roturas diagonales y/o deslizamientos de las juntas.

MAMPOSTERÍA CONFINADA



22. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros producto de rotación y fisura en los paneles de mampostería. [[Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

> ACCIÓN: TENSIÓN DIAGONAL EN LOS PANELES

DAÑOS LEVES

1. Roturas pequeñas en forma de diagonales en las unidades de mampostería estas están asociadas con fallas por adherencia entre el mortero y el bloque. Las grietas se concentran en la zona central del panel.

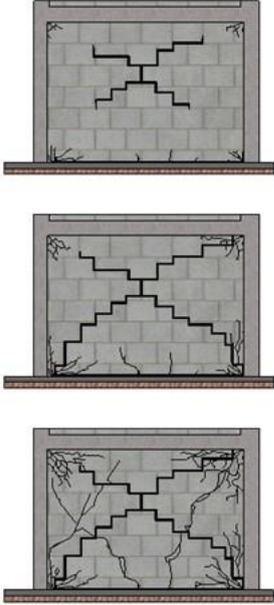
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas moderadas totalmente extendidas a lo largo de diagonales siguiendo las hiladas del mortero escalonadamente. En ocasiones se propagan a través de las piezas de mampostería.
2. Se presentan algunas roturas y desprendimientos de mortero. Las grietas permanecen relativamente cerradas debido al confinamiento provisto por los marcos de concreto reforzado.

DAÑOS SEVEROS

1. Las grietas tienen anchos del orden de 3 mm y están usualmente conectadas con las esquinas deterioradas. Se presentan pérdidas del mortero en zonas de alta compresión. Se presentan varias grietas diagonales y se presenta con frecuencia roturas en las unidades de mampostería.
2. Partes de la mampostería y/o morteros pueden deteriorarse completamente y caerse por fuera del plano del muro.

MAMPOSTERÍA CONFINADA



23. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros producto de tensión diagonal. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf



➤ ACCIÓN: DESPLAZAMIENTO DE LAS JUNTAS HORIZONTALES EN LOS PANELES

DAÑOS LEVES

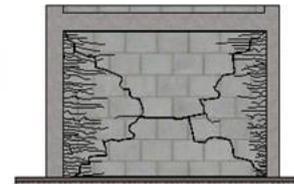
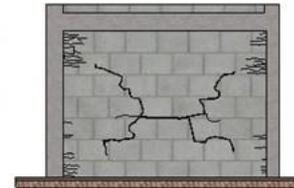
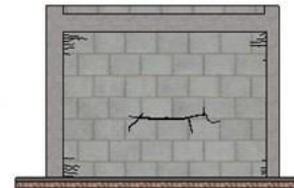
1. Roturas del mortero alrededor del perímetro del marco. Esto se nota muy particularmente en las columnas cerca de las esquinas de los paneles.

DAÑOS MODERADOS

1. Rotura del mortero y agrietamiento de las unidades de mampostería que se extienden sobre grandes zonas adyacentes a la viga y columna.
2. Presencia de grietas horizontales en la parte central del muro. Conexión con las grietas diagonales en las esquinas del panel.

DAÑOS SEVEROS

1. Rotura significativa de mortero y piezas de mampostería que se extienden alrededor del perímetro del marco particularmente a lo largo de la altura de las columnas. Desplazamientos horizontales de las juntas.



MAMPOSTERÍA CONFINADA

24. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros producto de desplazamientos en las juntas. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

➤ ACCIÓN: EFECTOS FUERA DEL PLANO DEL MURO

DAÑOS LEVES

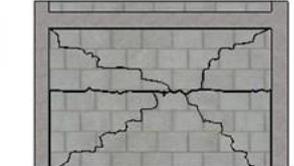
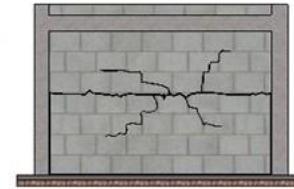
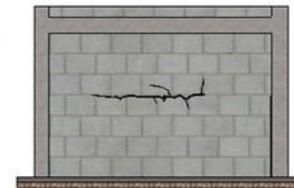
1. Grietas por flexión en el mortero alrededor del perímetro con grietas pequeñas en el mortero a la mitad de la altura del panel.

DAÑOS MODERADOS

1. Rotura y pérdida del mortero a lo largo de la parte superior, inferior y en la mitad del muro.
2. Posiblemente roturas en forma de X en el área central del panel.

DAÑOS SEVEROS

1. Roturas severas de esquina a esquina con alguna mampostería sacada fuera del plano. En la parte superior, inferior y en la mitad el mortero se encuentra completamente fisurado o suelto.
2. Hay mampostería sacada fuera del plano. Roturas extendidas en forma de X.



MAMPOSTERÍA CONFINADA

25. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros ocasionados por efectos fuera del plano del muro. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf



➤ **ACCIÓN: AGRIETAMIENTO DE LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO POR FALLA CORTANTE**

DAÑOS LEVES

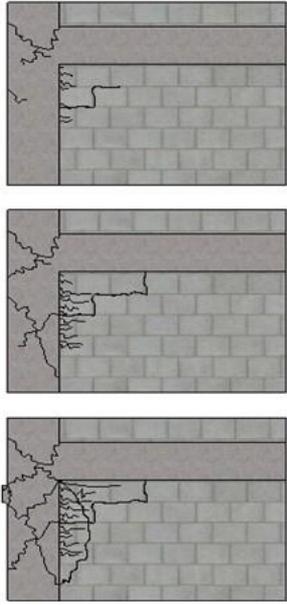
1. Varias grietas por flexión se forman en las columnas cerca de la esquina superior del panel.

DAÑOS MODERADOS

1. Grietas por flexión se convierten a grietas de corte en X sobre una pequeña longitud cerca al extremo de las columnas (generalmente en dos anchos de columna).
2. El recubrimiento del acero de refuerzo en esta zona de la columna se perderá. Algunas roturas asociadas pueden aparecer en el panel.

DAÑOS SEVEROS

1. Roturas severas en las columnas. Los flejes de las columnas han desarrollado su capacidad y pueden presentarse algunas fallas localizadas en los mismos.
2. Se presentan fisuras en el recubrimiento del concreto y probabilidad de desprendimiento del mismo en zonas específicas.



MAMPOSTERIA CONFINADA

26. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros producto del agrietamiento de columnas producidos por falla cortante. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

➤ **ACCIÓN: FALLA DEL EMPALME DE TRASLAPE EN LAS COLUMNAS**

DAÑOS LEVES

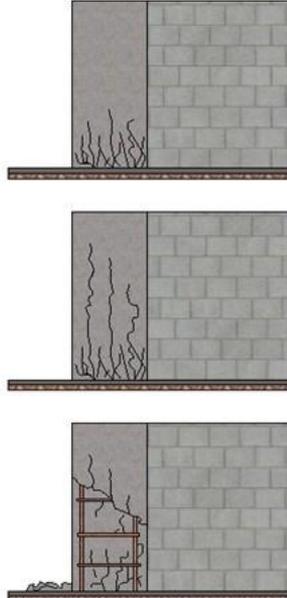
1. Grietas por flexión en la base del piso y grietas verticales pequeñas y leves.

DAÑOS MODERADOS

1. Grietas por flexión y tensión en el nivel de placa de piso con alguna evidencia de rotura de la base.
2. Grietas longitudinales verticales hacen perder el recubrimiento del concreto en la parte inferior de la columna.

DAÑOS SEVEROS

1. Grietas importantes en la zona inferior de la columna.
2. Pérdida del recubrimiento de manera generalizada en las partes inferiores de la columna.
3. Exposición del núcleo de concreto y del acero de refuerzo en la zona que presenta falla por traslape o anclaje.



MAMPOSTERIA CONFINADA

27. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros ocasionados por la falla del empalme en las columnas. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf



➤ ACCIÓN: FLEXIÓN DUCTIL EN MUROS FUERTES

DAÑOS LEVES

1. Las grietas no exceden 3 mm de ancho.
2. Grietas verticales y fisuras leves en las unidades de mampostería.

DAÑOS MODERADOS

1. Las grietas no exceden los 5 mm de ancho.
2. Moderada fisuración en las unidades de mampostería y grietas verticales en las esquinas del muro.
3. Desplazamiento permanente no significativo.

DAÑOS SEVEROS

1. Grietas con ancho en el orden de los 6 mm.
2. Grandes desplazamientos permanentes no recuperables.
3. Extensas roturas en las unidades de mampostería por efectos de compresión.
4. Refuerzo visiblemente fallado o doblado.

MAMPOSTERÍA REFORZADA

Este diagrama muestra tres niveles de daño en un muro reforzado por flexión dúctil. El nivel superior muestra daños leves con grietas finas y verticales. El nivel intermedio muestra daños moderados con grietas más anchas y fisuración en las esquinas. El nivel inferior muestra daños severos con grietas anchas, roturas extensas y refuerzo doblado.

28. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros producidos por flexión dúctil. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

➤ ACCIÓN: FLEXIÓN/ CORTANTE EN MUROS

DAÑOS LEVES

1. Las grietas no excedan los 3 mm.
2. Algunas grietas verticales y fisuras leves en las unidades de mampostería.

DAÑOS MODERADOS

1. Las grietas no exceden los 5 mm.
2. Moderada fisuración en las unidades de mampostería y grietas verticales en las esquinas del muro.
3. Desplazamiento permanente no significativo.

DAÑOS SEVEROS

1. Grietas con ancho superior a los 6 mm, típicamente concentrados en una sola grieta.
2. Grietas diagonales anchas, típicamente concentradas en una o dos grietas.
3. Rotura de la mampostería en la base del muro por efecto de compresión.
4. Refuerzo visiblemente fallado o doblado.

MAMPOSTERÍA REFORZADA

Este diagrama muestra tres niveles de daño en un muro reforzado por flexión y corte. El nivel superior muestra daños leves con grietas finas y verticales. El nivel intermedio muestra daños moderados con grietas más anchas y fisuración en las esquinas. El nivel inferior muestra daños severos con grietas anchas, roturas diagonales y rotura de la mampostería en la base.

29. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros ocasionados por flexión y cortante. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf



➤ ACCIÓN: FLEXIÓN/ DESLIZAMIENTO POR CORTE EN LOS MUROS

DAÑOS LEVES

1. Grietas que no excedan los 3 mm.
2. Algunas grietas verticales y fisuras leves.

DAÑOS MODERADOS

1. Similar al leve pero con grietas más extensas.

DAÑOS SEVEROS

1. Desplazamiento horizontal permanente del muro
2. Roturas y fisuras en la base de la mampostería.

MAMPOSTERÍA REFORZADA

30. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros, ocasionado por flexión y deslizamiento. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

➤ ACCIÓN: FLEXIÓN/ CORTANTE EN MUROS DÉBILES

DAÑOS LEVES

1. Las grietas no excedan en los 3 mm de ancho.
2. Grietas verticales y fisuras leves en la mampostería.

DAÑOS MODERADOS

1. Las grietas no excedan los 5 mm de ancho.
2. Fisuración moderada en las piezas de mampostería del muro y/o grietas verticales en las zonas extremas del muro.
3. Refuerzo en estado de fluencia.
4. Desplazamientos permanentes menores.

DAÑOS SEVEROS

1. Grietas que exceden los 6 mm y se concentran normalmente en una sola grieta.
2. Grietas diagonales anchas típicamente concentradas en una o dos grietas.
3. Grandes roturas y fisuras en la base del muro, visible desprendimiento del mortero en la base del muro y en las zonas de grietas.

MAMPOSTERÍA REFORZADA

31. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros ocasionado por flexión y cortante. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf



➤ ACCIÓN: FLEXIÓN/ INESTABILIDAD FUERA DEL PLANO EN MUROS

DAÑOS LEVES

1. Las grietas no exceden los 3 mm de ancho.
2. Grietas verticales y fisuras leves en la mampostería.

DAÑOS MODERADOS

1. Las grietas no exceden los 5 mm de ancho.
2. Fisuración moderada en las unidades de mampostería y grietas verticales en las esquinas del muro.
3. Refuerzo en estado de fluencia.
4. Desplazamiento permanente no significativo.

DAÑOS SEVEROS

1. Refuerzo en estado de fluencia o eventual rotura.
2. Unidades desplazadas lateralmente.
3. Roturas y fisuras localizadas en las unidades.

MAMPOSTERÍA REFORZADA

32. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros producidos por flexión e inestabilidad. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

➤ ACCIÓN: FLEXIÓN/ DESLIZAMIENTO DE LAS UNIDADES TRASLAPADAS EN MUROS

DAÑOS LEVES

1. Las grietas no exceden los 3 mm de ancho.
2. Grietas verticales y fisuras leves en la mampostería.

DAÑOS MODERADOS

1. Roturas verticales en la base del muro, particularmente en el ancho del mismo.

DAÑOS SEVEROS

1. Unidades fisuradas en la base del muro y roturas localizadas a compresión.
2. Rotura y desprendimiento de mortero en la base del muro.
3. Mortero pulverizado en la base - tendencia de volcamiento en el muro.
4. Grietas por flexión y/o unidades rotas en la base del muro

MAMPOSTERÍA REFORZADA

33. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Clasificación de daños en muros ocasionados por flexión y deslizamiento en las unidades de mampostería. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf



Manual de clasificación y reparación de daños en estructuras afectadas por sismos

Tabla 4. Cantidad de casas analizadas, que fueron afectadas por el sismo del 11-04-2014 en Mateare. Fuente: Inspección realizada por la UNAN MANAGUA en el municipio de Mateare del día 15 al 16 de Abril del año 2014. Departamento de construcción.

<i>Casas analizadas en el municipio de Mateare.</i>	125
<i>Cantidad de casas con Daños leves</i>	15
<i>Cantidad de casas con Daños graves</i>	36
<i>Cantidad de casas con Daños severos</i>	74
<i>Tipología estructural predominante en la zona.</i>	<p>Sistemas mixtos de marcos y de mampostería de baja calidad de construcción. (22 casas)</p> <p>Viviendas de mampostería confinada, con elementos de confinamiento de madera rolliza. (30 casas)</p> <p>Viviendas de mampostería confinada. (11 casas)</p> <p>Viviendas de mampostería de ladrillos de arcilla. (10 casas)</p> <p>Viviendas con sistemas constructivos mixtos (mampostería con piedra de pómez, ladrillo cuarterón o ladrillo chiltepe). (15 casas)</p> <p>Viviendas precarias a base de ripios. (24 casas)</p> <p>Sistema prefabricado a base de losetas. (7 casas)</p> <p>Viviendas de mampostería reforzada. (3 casas)</p> <p>Viviendas de taquezal. (3 casas)</p>
<i>Irregularidades estructurales encontradas.</i>	<p>Ausencia de viga corona e intermedia.</p> <p>Ausencia de muros en una dirección.</p> <p>Presencia de columnas cortas.</p> <p>Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes.</p> <p>Ausencia de columnas.</p> <p>Falta de viga dintel en vanos de puertas y ventanas.</p> <p>Caliche de muy mala calidad.</p>



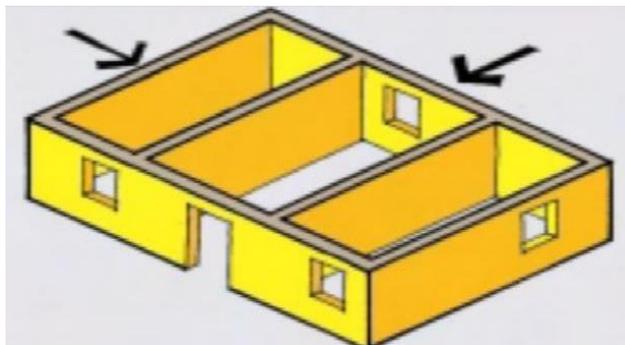
6.8 Prácticas no adecuadas en la construcción

Las malas prácticas constructivas a como lo hemos mencionado antes es un gran problema que existe y que ocasiona debilidades en las construcciones debido a concentraciones de esfuerzos, falta de vigas, aplicación inadecuada de empalmes en el acero, falta de refuerzo, etc.

En capítulos anteriores se habló un poco de normas a seguir para lograr una construcción que sea segura, a continuación, se mencionaran algunas otras y también el peligro que genera su ausencia en las edificaciones.

6.8.1 Ausencia de muros en una dirección

La falta de muros en dos direcciones a como se mencionaba en capítulos anteriores es perjudicial, porque aporta falta de resistencia a las cargas laterales, así dejando expuestos los muros ante movimientos grandes que se producen en ellos y que se pueden prolongar por mucho tiempo si estos son de magnitudes muy largas y altas, lo más recomendable es construir los muros de una forma cuadrada, así aportando refuerzos laterales entre sí.



34. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Mala configuración estructural en planta. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart1.pdf

6.8.2 Presencia de columnas cortas

Las columnas cortas son perjudiciales en las construcciones puesto que están propensas a sufrir aplastamiento por causa de la falta de apoyos laterales, una solución sería darles refuerzos laterales con piezas de mampostería, puesto que estas cuando se están aplastando sufren ensanchamientos y el refuerzo



sería un buen apoyo. En la nueva cartilla de la construcción se recomienda una separación mínima de puertas y ventanas de 60 cm. Con respecto a las columnas para evitar este problema.

6.8.3 Ausencia de viga corona, viga asísmica y viga intermedia:

Cabe destacar que la función principal de la viga asísmica, intermedia y viga corona es mantener la unión de las columnas en la parte inferior, media y superior de estas, con el objetivo que trabajen como un todo a la hora de un sismo, así evitando separaciones en los paneles de mampuestos.



35. UNAN MANAGUA. (2014). Ausencia de viga intermedia. [Figura]. Fuente: Inspección realizada por la UNAN MANAGUA en el municipio de Mateare el día 17-04-2014. Departamento de construcción.

La viga asísmica también ayuda a distribuir las cargas gravitatorias de una manera uniforme por toda la capa de tierra, esta viga está sujeta a fuerzas de corte, por lo que tiene que ser una viga monolítica y pasar por debajo de todos los muros de la casa, preferiblemente sin ser cortada.

Ya que en nuestro país no se acostumbra a utilizar losas de techo, la sustitución estructural tiene que realizarse exigida mente por la viga corona, que se encarga de resistir los empujes laterales que realiza la estructura de techo, así de esta manera no se provocan daños en los mampuestos por la fuerza lateral que esta emplea.



Ante la falta de cualquiera de estos elementos nuestra construcción está expuesta a daños graves, e inclusive el colapso.



36. UNAN MANAGUA. (2014). Carencia de viga corona. [Figura]. Fuente: Inspección realizada por la UNAN MANAGUA en el municipio de Mateare el día 17-04-2014. Departamento de construcción.

6.8.4 Confinamiento con madera rolliza

El confinamiento de estructuras de mampostería con madera rolliza, es un mal hábito que se vive en la actualidad en muchas viviendas de nuestro país, sin duda esto se constituye una mala práctica constructiva, puesto que el riesgo principal es que entre la madera y el mortero de caliche no existe ninguna aleación segura.



37. UNAN MANAGUA. (2014). Confinamiento de mampostería con madera rolliza. [Figura]. Fuente: Inspección realizada por la UNAN MANAGUA en el municipio de Mateare el día 17-04-2014. Departamento de construcción.

Hay personas que pretenden mejorar este comportamiento, clavando clavos en la viga o enrollando alambres de púas a través de toda la viga, con el objetivo de lograr aleación entre la viga y los paneles de mampostería.

Esto genera una aleación superficial, pero no estructural. Cuando un sismo se manifiesta en estructuras de este tipo, en ellas se presentan separaciones de una magnitud muy considerable, entre la viga y los mampuestos, e incluso se presentan destrucciones totales, producto de la separación total de los paneles de mampuestos.

Por tanto el confinamiento con madera no se recomienda ni en vigas ni en columnas debido a que la madera no presenta el mismo desempeño estructural que el concreto reforzado.



38. UNAN MANAGUA. (2014). Confinamiento con madera rolliza. [Figura]. Fuente: Inspección realizada por la UNAN MANAGUA en el municipio de Mateare el día 17-04-2014. Departamento de construcción.

6.8.5 Sistemas constructivos mixtos

Los sistemas constructivos mixtos son aquellos que están hechos por materiales de construcción muy distintos, como por ejemplo la elaboración de un muro de mampostería confinada con madera, y mampuestos de bloques de mortero y a la vez con ladrillos cuarterón.

Estos sistemas no son recomendados por la nueva cartilla de la construcción puesto que la resistencia de cada uno de los materiales es distinta y tributan fuerzas disparejas, esto implica daños más considerables en las construcciones.



39. UNAN MANAGUA. (2014). Sistema estructural mixto. [Figura]. Fuente: Inspección realizada por la UNAN MANAGUA en el municipio de Mateare el día 17-04-2014. Departamento de construcción.

6.8.6 De los procesos constructivos

Hay otras malas prácticas que no ocurren meramente en la construcción como estructura, sino que las malas prácticas se realizan en la elaboración de esta. Lo cual implica que aunque se construya un buen diseño, si no se tiene la adecuada supervisión y realización del trabajo, la estructura estará expuesta a fallar por cualquier causa que encuentre la debilidad de nuestra construcción.

Elaboración y manejo del concreto

El concreto es una mezcla de cemento que es el que actúa como conglomerante; arena y pedrín que son los agregados pétreos finos y gruesos; agua que es la que inicia la reacción química y en algunos casos aditivos como el acelerante y el retardante que ayudan a obtener propiedades deseadas en la mezcla.

La dosificación más utilizada es la 1:2:3 que genera 3,000psi de resistencia, está constituida por una porción de cemento, dos de arena y tres de pedrín.

Existe la dosificación por peso, es la más exacta, pero la más común es la que se hace por volumen, se recomienda la elaboración de cajas de 1 pie³ o sea de



30.5cm de largo, alto y ancho, esto con el objetivo de tener un mejor manejo de los volúmenes, puesto que una bolsa de cemento de 42.5 kg equivale a 1 pie³.

El concreto a utilizar para construcciones menores, tendrá una resistencia última a la compresión a los 28 días de 3,000 psi (210 kg/cm²). Según el MTI.

Los pasos para realizar una mezcla de concreto manual son los siguientes:

1. Primero se debe de escoger un área limpia y firme para que no se pierda la lechada, ni tampoco la mezcla se contamine con basura ni tierra, lo más recomendable es realizar la mezcla en una batea, ya sea de madera o metal.
2. En segundo se mide la cantidad de arena a ocupar y se extiende.
3. Luego se tiende la cantidad de cemento y se comienza a revolver de un lado a otro, hasta que quede todo con un color uniforme.
4. Se le agrega el pedrín y se revuelve todo de la manera anterior, hasta que todo quede con un color uniforme.
5. Se hace un cono con la mezcla del cemento y agregados, a continuación, se le agrega el agua de una manera gradual y se comienza a cerrar el cono por todos los bordes
6. Se mezcla todo, hasta que el color y la consistencia sea adecuada.

Normas a seguir, para el uso del concreto.

- Los bloques o ladrillos de los paneles deberán de estar bien humedecidos antes de hacer contacto con el concreto o mortero. Esto es con el objetivo de que las piezas de mampostería no absorban el agua



que contiene la mezcla de concreto o mortero y así evitar pérdida de resistencia por la falta de hidratación en la mezcla.

- Deberán retirarse todos los escombros, desperdicios y basura orgánica como inorgánica, de los espacios que serán ocupados por el concreto.
- Para su colocación deberá usarse vibradores mecánicos o eléctricos para lograr la adecuada distribución de la mezcla. No debe usarse el vibrador para mover el concreto horizontalmente para evitar segregaciones. Debe evitarse que el vibrador haga contacto con el refuerzo de acero o ductos para que no afecte la unión del concreto y el acero.
- Cuando se dificulte el uso del vibrador se utilizará varilla lisa con punta de bala de ½" de diámetro, además se le aplicará vibración externa a través de la formaleta, mediante el golpeteo con martillos de hule.
- La vibración se realiza con el objetivo de generar una buena distribución en el concreto y eliminar los huecos internos, o ratoneras, pero aun con este beneficio, se debe de tener cuidado con la aplicación del vibrado, porque si se excede podría generar la separación y asentamiento de las partículas más gruesas de las finas.
- El concreto debe ser colocado en capas horizontales de espesor uniforme que varían entre 15 a 45cms cuando se trata de llenas de losas o vigas.
- El revenimiento que debe tener la mezcla de concreto será de 3 a 6". Estas pruebas deberán realizarse en el sitio de construcción.
- El tiempo máximo de manejabilidad que debe mantener el concreto desde que se le agrega el agua a la mezcla hasta que se efectúa el



colado será de 45 minutos, después de este tiempo el concreto debe mantenerse sin movimiento, ya que debería de estar en su posición final.

Esto se debe a que su fraguado o proceso de endurecimiento inicial empieza a los 15 min. Después que se le agregó el agua, y termina a los 45 min. Después de transcurrido el tiempo máximo no se recomienda el movimiento del concreto, puesto que molecularmente en la mezcla de concreto se generan unas membranas que se amarran entre sí para lograr la unión total entre la mezcla, y si se remueve la mezcla estas membranas se cortan y la unión entre ellas será más débil.

- Si el colado ha de interrumpirse por un tiempo tal que se genere en el concreto un principio de endurecimiento, la superficie de posterior contacto deberá picarse antes que endurezca, lavarse con agua y a continuación se le debe aplicar una lechada de cemento en proporción 1:1. Se debe procurar hacer llenas de elementos completos a fin de evitar juntas frías.
- La altura de caída máxima del concreto será de 1.20 m. O sino por el golpe se generaran separaciones en los agregados y se crearan ratonera, acumulamientos de materiales del mismo diámetro, pérdida de resistencia y mal apariencia estética en la columna. Cuando se necesiten llenar columnas altas, se recomienda dejar ventanas en la formaleta, a cada 1.20 m. Para chorrear el concreto por ahí, después se sellan y se continúa el colado en la ventana siguiente.
- Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante 7 días como mínimo, ya que lo idóneo serían los 28 días, que es el tiempo en el que se estima que el concreto alcanza su resistencia máxima, después de efectuado el colado.



- El curado del concreto en paredes verticales deberá realizarse con sacos de bramante humedecidos constantemente cada dos horas, o bolsas de cemento previamente humedecidos. En el caso de losas que estarán muy expuestas al sol, se recomienda cubrirlas con plástico negro, o tierra para evitar la evaporación masiva del agua y contenerla por más tiempo.
- Cuando se haga una junta, la superficie del concreto debe piquetearse, limpiarse completamente y removerse todo desperdicio de ella, se recomienda aplicar algunos químicos que ayudaran en la unión de los elementos, como el plasterbond.
- Cuando se realicen uniones en vigas, de una vieja y una nueva, es necesario anclarlas desde los elementos de acero, con un mínimo de 30 cm. Por lo general se acostumbra a dejar las esperas dobladas y descubiertas, si se dejaran dobladas lo más recomendable es recubrirlas con una mezcla de mortero pobre para evitar la exposición a la corrosión, ya que si la corrosión penetra a la estructura interna, esta actúa como un cáncer, comiendo y debilitando la estructura desde adentro.
- Las juntas de colado verticales también deberán humedecerse completamente y cubrirse con una lechada de cemento, limpiar inmediatamente antes de colocar el concreto nuevo.

6.8.7 Encofrado

Los encofrados son moldes que dan la forma a los diferentes elementos que componen las obras de concreto, ya sean zapatas, vigas, columnas, losas, etc.

Pueden ser de madera o metal. La disposición y empalme, unión o ensamble de sus piezas, serán tales que impidan deformaciones o desplazamientos perjudiciales a la obra. Su objetivo es mantener la forma final de la estructura y



dar refuerzo hasta que el concreto alcance la suficiente resistencia como para mantenerse por si solo en la posición deseada.

La superficie del material con el que se encofrara tiene que ser, limpia y lisa, en caso de que sea madera, esta tiene que ser plana, recordemos que según la figura que tenga así quedara nuestro acabado final en el concreto.

Se debe tener presente que se deben usar los refuerzos más indicados para encofrar porque tienen que resistir la presión que genere el peso de la mezcla, también se debe de tener sumo cuidado en las juntas para evitar la fuga de lechada en la mezcla.

El remojar las piezas de encofrado antes de las llenas es de vital importancia porque esto evita que se absorba el agua de la mezcla de concreto. Hay otro método que consiste en pintar con aceite las piezas de encofrado para evitar que absorban agua y se adhieran a la mezcla.

Desencofrado

En las columnas de confinamiento el desencofrado podrá practicarse a los cuatro días mínimos después del chorreado del concreto.

En la viga asísmica, intermedia y alfeizar el desencofrado podrá ejecutarse a las 24 horas mínimo después del chorreado del concreto.

En la viga de confinamiento o corona el desencofrado podrá realizarse a los cuatro días mínimos después del colado del concreto.

En el caso de vigas aéreas y vigas dinteles de puertas y ventanas se recomienda como mínimo dejar 14 días los barules con el objetivo de que ayuden a soportar el propio peso de la viga, puesto que ella por sí sola no se sostendrá.

El objetivo del tiempo de desencofre se debe a la protección de las piezas ante el peso de las cargas y ante golpes que puedan sufrir, ya que el concreto está



fresco en ese momento, se pueden generar daños en el acabado final de la pieza de concreto.

6.8.8 El acero

Todas las varillas deben estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzadas, de grasa y de otras impurezas o imperfecciones que afectan su resistencia, sus propiedades físicas o su adherencia al concreto.

Todas las varillas deben ser firmemente colocadas, sujetadas y mantenidas en su posición para evitar su desplazamiento durante el hormigonado o por efecto de vibración del concreto. Las varillas se sujetarán firmemente entre sí utilizando alambre de amarre №18 para evitar su desplazamiento con respecto de los estribos.

Los recubrimientos especificados entre las varillas y el encofrado, se asegurarán por medio de separador o de cubos de concreto llamados quesos, es lo más común, estos evitan movimientos en la armadura y evitan que esta se pegue al encofrado, asegurando su separación para mantener el recubrimiento y para mantener la verticalidad de la armadura.

Los anclajes perpendiculares se harán desde la varilla más interna, o sea que si se ancla una viga con una columna por ejemplo, las varillas de la viga tienen que cruzar todo el elemento y amarrarse a la varilla de la columna que está del otro lado de donde se encuentra la viga.

Donde sea necesario hacer anclajes y empalmes o balloneteados a como se les conoce también, la longitud de estos será de acuerdo al diámetro de la varilla, a como veremos a continuación.



Tabla 5. Traslape de varillas de acero según su número y diámetro. Fuente: Recopilado de clases de costo y presupuesto UNAN MANAGUA.

N° De varilla	Diámetro en pulgadas	Longitud de empalmes y anclajes
2	1/4"	30 cm
3	3/8"	30 cm
4	1/2"	40 cm
5	5/8"	50 cm
6	3/4"	60 cm
7	7/8"	70 cm
8	8/8"	80 cm

Las medidas resultan de multiplicar el número de varilla por 10 exceptuando la de 1/4" que se le darán 30cm siempre.

6.8.9 Estribos

Dependiendo de la importancia en tamaño de las edificaciones, así varía la importancia en tamaño de las piezas estructurales, varían los refuerzos y por consiguiente también varía la distancia de los estribos.

Elementos como vigas y columnas están sujetas a intersecciones entre sí, estas son superficiales, pero también lo son internamente con la armadura, en estas intersecciones la separación de estribos tiene que ser más seguida, según lo que plantea el MTI en la nueva cartilla de la construcción la separación entre estribos en las uniones tiene que ser de 7 cm, por lo general se recomiendan los primeros 5 estribos; el resto puede ir a 10 cm.

Esto se debe a la fuerza cortante, que tiende a separar vigas y columnas y por lo tanto el punto clave es la unión de estos, es por ello que se debe de reforzar más en todas las uniones.

También cabe señalar que los estribos deben de poseer aparte de su desarrollo del elemento, un doble que sea como mínimo 4 veces el diámetro



de la varilla, esto es para reforzar el trabajo del estribo, que consiste en mantener unidas las varillas de acero.

Otro punto a destacar es la posición que tendrá el estribo, referente a los dobleces, estos tienen que ir rotando o sea irlos ubicando en manera de espiral. Esto tiene dos objetivos:

El primero consiste en que la parte más vulnerable del estribo está en su dobles, entonces hay que distribuir los dobleces en espiral para que no sean tan vulnerables ante una fuerza.

La otra razón está en que si los dobleces se ubican de un solo lado, estos podrían interrumpir el paso y el acomodo del concreto a la hora de fundirlo, esto provocaría demasiados vacíos y por ende sería un punto frágil, ya que por dentro el elemento estaría hueco.

6.9 Propuesta de reparación para viviendas

El objetivo de presentar propuestas de reparación de daños en viviendas, es procurar la rehabilitación de las estructuras de una manera segura y tratando de minorar costos, puesto que resulta mucho más factible que una reconstrucción.

Las propuestas de reforzamiento aumentan la seguridad y evitan futuros daños severos en las viviendas, cabe destacar que en el documento se presentan algunas propuestas que se efectúan de una manera empírica en el plano constructivo, ya que sería muy complejo un fundamento estructural muy bien definido, es por ello que aquí solo se proponen parte de las distintas tácticas de mejoramiento estructural.

Estos métodos solo son algunos de los que proporciona el ingenio, ya que existen otros que dependen de muchos factores para realizar los procedimientos correctos.



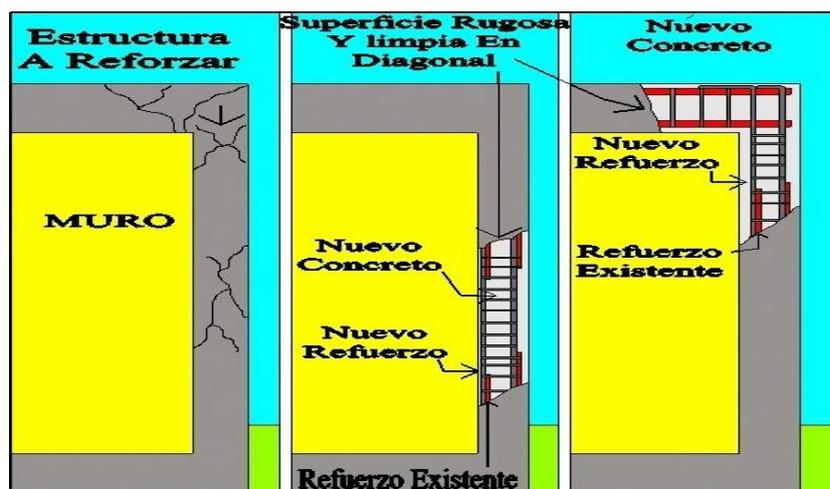
6.9.1 Reparación de elementos de confinamiento de concreto reforzado

Esto se refiere a las vigas y columnas que son las que confinan los paneles de mampostería, estos elementos están expuestos a sufrir daños que pueden atentar contra la seguridad de estructura.

Los daños más comunes se manifiestan con grietas, estas grietas pueden ser superficiales o internas, una grieta superficial es algo común que se puede apreciar por causa de un sismo, pero una grieta que cruce de lado a lado un elemento, representa un vivo riesgos que debe de ser tratado, puesto que se ha producido una separación del concreto y un esfuerzo superior del que puede resistir el acero.

Lo más recomendable es reemplazar la parte afectada y procurar recuperar toda la estructura, sin llegar a la demolición total, porque tal vez exista la posibilidad de que no lo amerite.

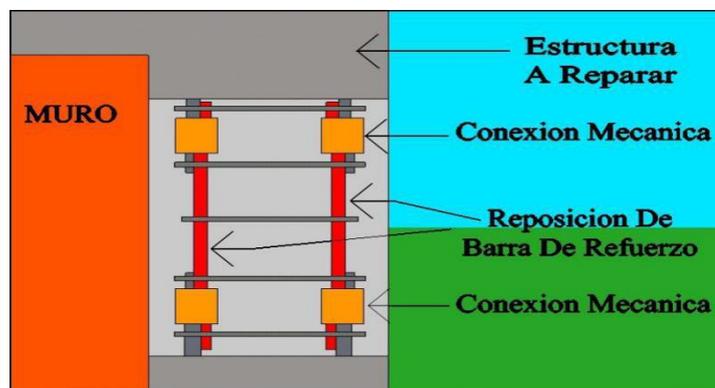
Los pasos son los siguientes:



40. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Demolición de concreto deteriorado y eventual reemplazo de elementos de acero dañados. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

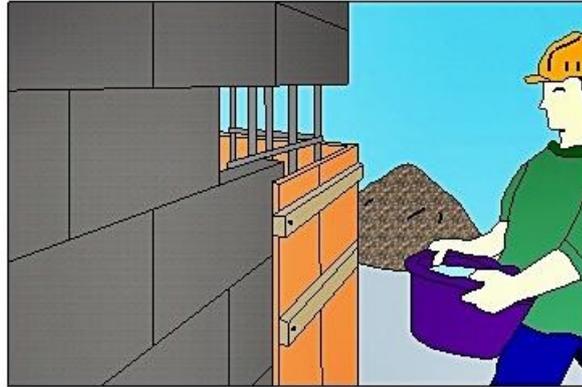


1. Eliminación de la parte afectada, por medio de cinceles que ayuden al proceso de micro demolición.
2. Ya que en este proceso se incluyen dos reparaciones, como lo es la renovación de concreto y acero, la micro demolición se debe de realizar dejando un espacio en el cual se pueda hacer el empalme del acero nuevo, con el que existente, obviamente ya se abra eliminada la parte de acero que fue fracturada.
3. Se procede a la limpieza total del área que quedo, tratando de eliminar polvo, y escombros que no permitan la adherencia del nuevo material.
4. Después de esto se procede a realizarse el empalme del acero viejo con el nuevo, asegurándose de su unión, esta puede hacerse con un ballonetado y reforzarse con una unión metálica que actúe como abrazadera.



41. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Reposición de varillas dañadas y colocación de refuerzos en la unión de las varillas existentes con las nuevas. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart1.pdf

5. Se procede a la colocación de la formaleta de tal manera que todo quede bien encajonado puesto que la forma que tiene la formaleta esta será la forma final que tendrá el concreto fundido.



42. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Eventual formateo de nueva columna de confinamiento. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart1.pdf

6. Se procede a la realización de la mezcla de concreto, lo más recomendable es que el concreto sea igual en proporción en comparación con el concreto que ya existe.

7. Se aplica la mezcla de concreto y posteriormente en los siguientes días se debe de aplicar su respectiva curación, esencial para la resistencia del concreto.



43. Procedimiento de curado en el concreto. [Figura] Recuperado de https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRhpjw3DPSH1AC4Nvqopi3zt9Sb4oS2_pWysm19A-3BGkMh45BH

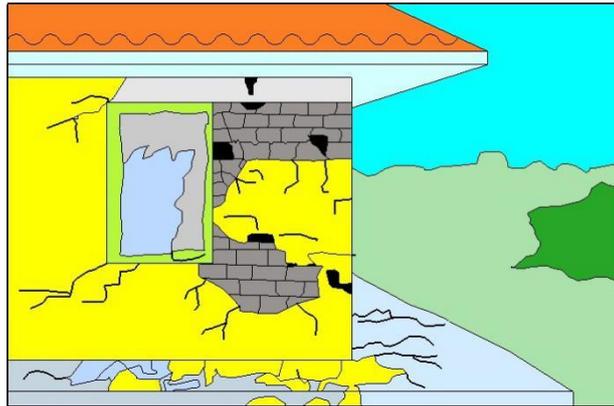
6.9.2 Sustitución de muros dañados

Los paneles de mampostería aunque están confinados por las columnas y vigas, hay fuerzas que logran llegar hasta ellos y dañarlos de una manera parcial e incluso en algunos casos en su totalidad, lo más viable es que los



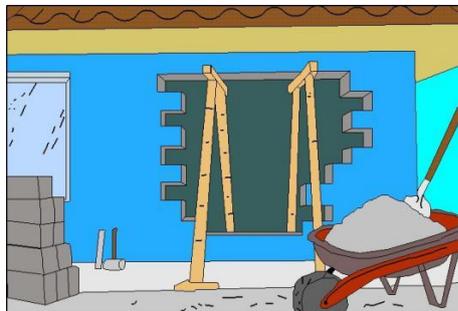
defectos y esfuerzos se manifiestan en las uniones de los mampuestos (caliche) pero en algunos casos las fallas corren por los bloques o ladrillos, desbaratándolos y debilitando los paneles.

Los pasos a seguir son los siguientes:



44. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Muro de mampostería dañado por un sismo. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

1. Se necesita remover con sumo cuidado, toda el área que contenga las piezas dañadas, se aconseja hacerlo piqueteando el caliche hasta remover las piezas, si se realiza con mazos golpeando muy fuerte se podrían dañar las piezas que estén en buen estado.
2. Si la viga superior esta con un claro muy expuesto se recomienda ir la reforzando con barules, mientras no se esté trabajando en los vacíos. Para darle un refuerzo temporal.



45. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Reforzamiento de viga corona, ante la falta de piezas de mampostería que se cambiarán. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf



3. Después de haber removido las piezas dañadas, se procede a la limpieza total del área.
4. Se realiza la mezcla de mortero para caliche y se empiezan a rellenar el vacío con las nuevas piezas de mampostería. A medida que se avance se van descartando los barules existentes.
5. Después de esto hay que mantener el proceso de curado para garantizar la buena hidratación de la mezcla de caliche.

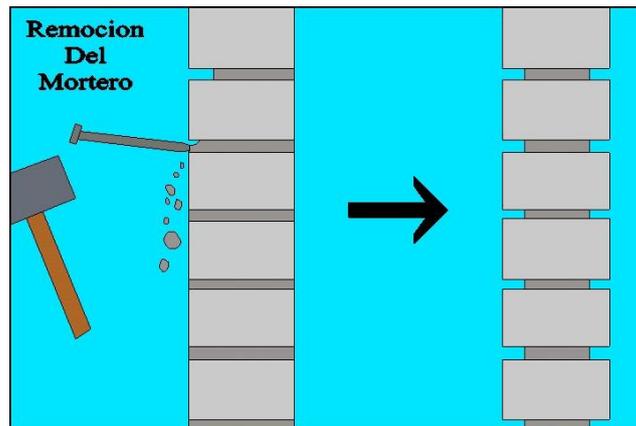
6.9.3 Relleno y reparación de grietas en los mampuestos.

En el subcapítulo 6.6.9 (mortero) se hablo acerca de la diferencia de resistencia a la tensión que tenía que tener el mortero para caliche con respecto a las piezas de mampostería, hablamos acerca del propósito de esto.

En este subcapítulo la reparación a abordar consiste en las grietas que puede dejar un sismo que genere desplazamientos horizontales entre las piezas de mampostería y veremos que se puede hacer para repararlo sin necesidad de llegar a la demolición.

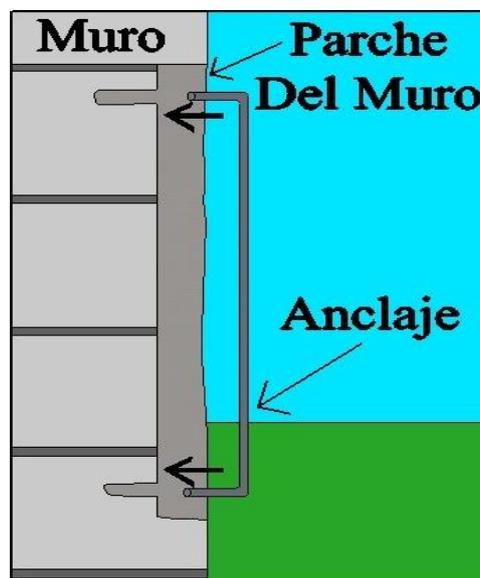
Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Remover el repello o material suelto que pueda haber en las grietas y limpiar el polvo con agua o aire a presión.
2. En las grietas se recomienda ampliarlas en forma de v para dar pase a la lechada.



46. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Remoción de mortero para caliche deteriorado. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

3. Se recomienda la realización de aberturas perpendiculares al plano de la grieta, con el propósito de incrustar varillas de acero para brindar refuerzo. Estas como mínimo tiene que ser de medio metro y tienen que quedar embebidas en la lechada. Esto aumenta la resistencia al cortante en todo lo largo de la grieta.

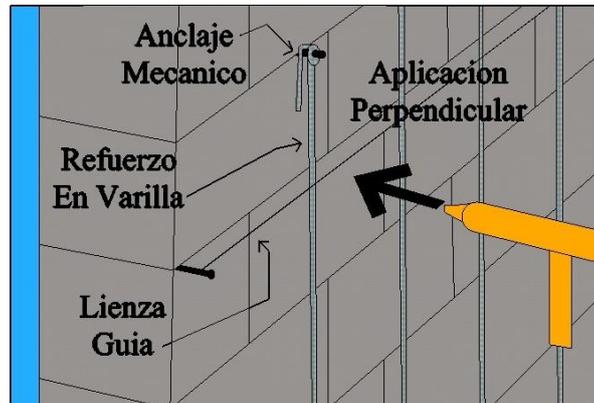


47. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Colocación de varilla para refuerzo de tensión para los muros dañados. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

4. Se procede la realización de la lechada, no se recomiendan resinas epoxicas puesto que no son tan aliabes con el concreto. La lechada tiene que ser fluida para garantizar mayor penetración en las grietas.



5. Se efectúa la inyección de la lechada, lo más idóneo es hacerla con la presión de una revocadora neumática, para que la lechada se chorree con mayor efectividad por toda la grieta. Las presiones recomendadas van desde 10psi hasta los 30psi.



48. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Sellado de grietas con aplicación de lechada. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart1.pdf

6. La aplicación de la lechada tiene que ser de abajo hacia arriba.
7. Después de haber aplicado la lechada en las grietas puede protegerse con mortero de repello, después de haberle dado su tiempo de curado.

6.9.4 Revestimiento estructural

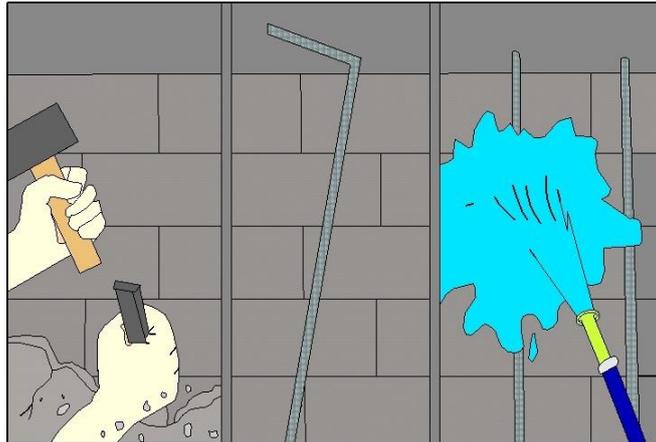
El revestimiento consiste en la colocación de una malla fabricada con varillas de acero o una malla electro soldada fabricada industrialmente, por encima de los paneles de mampostería, o ya sea en vigas y columna, esto es un método de reforzamiento en las estructuras y se realiza con el propósito de aumentar la resistencia, al hacer que la estructura trabaje monolíticamente.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se piqueta toda la superficie por donde ira ubicada la malla, con el objetivo de escarificar la superficie y facilitar la adherencia de la mezcla de concreto.



2. Se procede a la limpieza general de la superficie, ya sea con agua o con soplete.
3. Se humedece la superficie para evitar que esta absorba el agua del concreto.



49. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Eventual limpieza del panel de mampostería para la colocación de malla de refuerzo. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart1.pdf

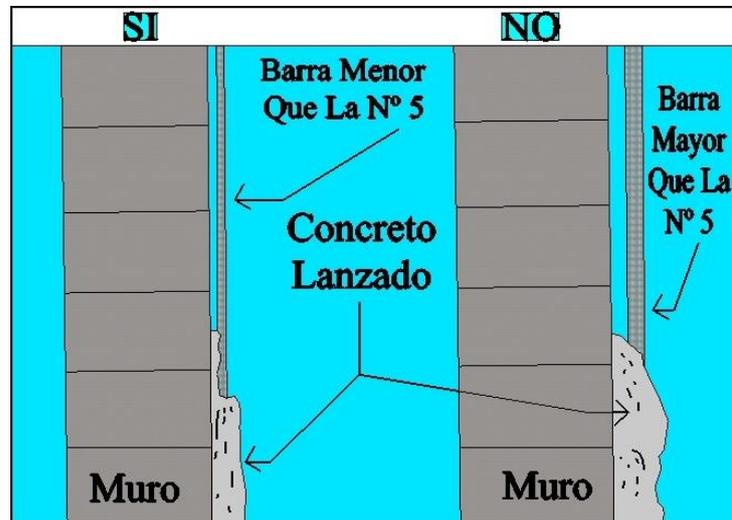
4. Se coloca una capa delgada de mortero de unos 5mm.
5. Se procede a la colocación de la malla, esta ira sostenida por clavos de 4”.



50. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Aplicación de mortero de repello para recubrimiento de malla de refuerzo. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart1.pdf



6. Posteriormente después de haber fijado la malla, se recubrirá con mezcla toda superficie para garantizar la protección de la corrosión y que la uniformidad del esfuerzo sea por toda la malla.



51. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Especificación del tipo de varilla que se debe de utilizar para mallas de revestimiento estructural. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasademamposteriaAISredpart1.pdf

7. Se debe de tener en cuenta el proceso del curado, humedeciendo la superficie como mínimo 7 días

Este procedimiento es el mismo para el caso de paneles de mampostería o ya sean vigas y columnas.



52. Revestimiento estructural en vigas y columnas de confinamiento. [Figura] Recuperado de http://www.desenredando.org/public/libros/2001/cersrv/mamposteria_lared.pdf

En el caso de que este procedimiento de reforzamiento se realice con una malla fabricada por varillas, se recomiendan las varillas corrugado № 3 como mínimo, amarradas con alambre № 18 a cada 10 cm o 15 cm.



6.9.5 Construcción de vigas y columnas de reforzamiento

Sin duda es necesario mencionar que hasta el día de hoy en la actualidad existen construcciones de viviendas que son construidas a base de mampostería sin reforzar ni confinar.

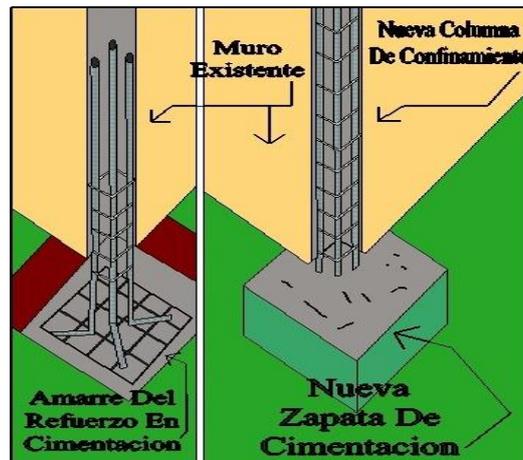
Estos tipos de muros están sostenido únicamente por la carga gravitatoria que existe por el peso del techo y por su propio techo, anexando también las juntas débiles que existen entre las piezas de mampostería.

Este tipo de muro sin confinar está expuesto a daños severos, ya que no tiene nada que lo sustente para obtener resistencia, por ende cabe señalar que está expuesto al colapso.

Pero existe la posibilidad de darle un refuerzo, mientras el muro se encuentre en buen estado, esto aplica para refuerzos con columnas, vigas.

Los pasos a seguir construcción de columnas son los siguientes:

1. Se procede a dar el molde al área en donde irá la columna. Ya que serán formas definidas las que se fundirán se recomienda realizar los cortes con discos para concreto, el proceso de piqueteo puede dañar las piezas de mampostería.
2. La cara de las piezas de mampostería que quedaron expuestas ante el corte, se piquetean con cuidado para dar rugosidad y ayudar a la adherencia del concreto.
3. Se procede a la respectiva limpieza del área.
4. Se colocan los refuerzos de acero, una armadura de 4 elementos de 3/8" como mínimo con estribos de varilla lisa de 1/4" @ 0.10 m y los primeros 5 en cada intersección @ 0.07 m, amarrados con alambre de amarre №18.



53. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Colocación de zapata y columna para confinamiento de muros. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

5. Se realiza el respectivo formaleteo de manera que todas las aberturas quede sellado para evitar fugas en la lechada.
6. Se humedecen los bloques o ladrillos para evitar que estos absorban el agua del concreto.
7. Se realiza el colado del concreto de 3,000 psi como mínimo.
8. Se debe tener el cuidado necesario con el curado del concreto, mínimo 7 días en los que se le tiene que agregar agua para garantizar su hidratación y posterior alcance de resistencia.

Los pasos a seguir construcción de vigas son los siguientes:

1. Se procede a dar el molde al área en donde ira la viga. Ya que serán formas definidas las que se fundirán se recomienda realizar los cortes con discos para concreto, el proceso de piqueteo puede dañar las piezas de mampostería.
2. Con la ayuda de un taladro se realizan perforaciones de lado a lado en el muro. Ya que para el caso de las vigas no se corta toda la pieza de mampostería lo que se fundirán serán viguetas, una en cada cara del



muro, por ello las perforaciones del muro por que la unión que estas tendrán será con grapas de acero, que irán ancladas a las varillas de la viga @ 0.30m

3. A los ladrillos que queden en la parte superior del corte se les tiene que dejar un corte en diagonal a todo lo largo de estos para que por ahí pueda chorrearse el concreto.
4. Se procede a la respectiva limpieza del área.
5. Se colocan los refuerzos de acero, una armadura de 2 elementos de 3/8" a cada lado, como mínimo con estribos de varilla lisa de 1/4" @ 0.10 m y los primeros 5 en cada intersección @ 0.07 m, amarrados con alambre de amarre №18.
6. Se realiza el respectivo formaleteo de manera que todas las aberturas quede selladas para evitar fugas en la lechada. Se recomienda realizar el trabajo de un lado del muro primero y después del otro lado para no debilitar tanto la estructura. Se recuerda dejar libre los cortes diagonales de las piezas de mampostería superiores, para dar pase al concreto.
7. Se humedecen los bloques o ladrillos para evitar que estos absorban el agua del concreto.
8. Se realiza el colado del concreto de 3,000 psi como mínimo. Se aconseja realizar el colado con una revocadora neumática para garantizar una buena distribución del concreto.
9. Se debe tener el cuidado necesario con el curado del concreto, mínimo 7 días en los que se le tiene que agregar agua para garantizar su hidratación y posterior alcance de resistencia.



Los pasos a seguir construcción vigas y columnas para vanos de puertas y ventanas:

1. Se piqueta a todo el rededor de los vanos, ya sean de puertas y/o ventanas
2. Se procede a la respectiva limpieza del área.
3. Se colocan los refuerzos de acero, una armadura de 4 elementos de 3/8", como mínimo con estribos de varilla lisa de 1/4" @ 0.10 m y los primeros 5 en esquina @ 0.07 m, amarrados con alambre de amarre №18.
4. Se realiza el respectivo formaleteo de manera que todas las aberturas queden selladas para evitar fugas en la lechada. Lo aconsejable en caso de ventanas es fundir primero el alfeizar, y después las columnetas y la viga dintel, ya que el formaleteo de esta requiere de refuerzos con barules.
5. Se humedecen los bloques o ladrillos para evitar que estos absorban el agua del concreto.
6. Se realiza el colado del concreto de 3,000 psi como mínimo. Hay que tener respectivo cuidado con el vibrado del concreto.



54. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Especificaciones para el confinamiento de ventanas. [Figura] Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf

7. Se debe tener el cuidado necesario con el curado del concreto, mínimo 7 días en los que se le tiene que agregar agua para garantizar su hidratación y posterior alcance de resistencia.



VII. RESULTADOS

A partir de la investigación realizada en el presente trabajo se obtuvieron los siguientes resultados:

Los daños encontrados en las estructuras del municipio de Mateare son variados, entre ellos se encuentran, grietas que van desde los 3mm hasta los 6mm en su mayoría, separaciones totales en muros de mampostería, colapsos totales, fracturas en elementos de confinamiento, descascaramientos, entre otros. En el presente trabajo se encuentran estos tipos de daños y los distintos motivos por el cual los generan los sismos.

Se logró abordar la clasificación de distintos tipos de daños, separándolos en leves, moderados y severos, clasificando los daños y colocándolos en cada lugar por sus características.

Se encontraron muchas practicas inadecuadas en las estructuras de las viviendas entre las cuales se pueden mencionar algunas como los son discontinuidades en los ejes de las columnas, en muros portantes, ausencia de viga corona, viga intermedia, viga asísmica, ausencia de muros en una dirección, presencia de columnas cortas, aberturas en losas, confinamientos con madera rolliza, mampostería de muy baja calidad, etc. También se mencionan algunas buenas prácticas de construcción y sus características para entender el porqué de su importancia.

Se muestran algunas propuestas de reparación y reforzamiento para los daños más comunes en la estructura de las viviendas, cabe destacar que los métodos se aplican para lo que es el caso de mampostería, puesto que no se encontraron métodos de reparación para tipos de viviendas que están construidas con otros sistemas constructivos como lo es el adobe y taquezal.



VIII. CONCLUSION

Como consecuencia del trabajo realizado es posible concluir que la región del pacífico de Nicaragua cuenta con una problemática sísmica, debido a distintas circunstancias que influyen en el área, como lo son la actividad volcánica, la diversidad de fallas geológicas, etc. Cabe destacar que estas circunstancias no son la razón para que no sea habitable de una manera segura.

Por otro lado la mayoría de fallas que se ocasionan en las estructuras de las viviendas se debe a descuidos en la construcción de estas, a la falta del previo mantenimiento que tienen que recibir, falta de recursos económicos y el no seguir normas de construcción mínimas ni adecuadas al sitio.

Los daños más comunes encontrados en los diversos sismos son grietas de diferentes tamaños en paredes, vigas y columnas, que van en el orden de los 3mm a los 6mm de ancho en su mayoría, separaciones de paredes, desprendimientos de materiales de la estructura de techo, separación de columnas de madera rolliza de las paredes, colapso parcial de las viviendas y en algunos casos total, grietas en pisos y losas producidas por pequeñas fallas geológicas locales, entre otros.

La solución a tales daños es variable puesto que son distintos problemas y daños en cada construcción, para algunas existen métodos de rehabilitación, en otras se requiere de reforzamiento y para otras se necesita de la demolición y de la nueva construcción de la vivienda, apegada a normas mínimas de construcción que las podemos encontrar en la nueva cartilla de la construcción o en el reglamento nacional de construcción, que son las que rigen en Nicaragua.

Sin embargo la clasificación de los daños en estas estructuras facilita la toma de decisión sobre estas ya que nos permitirá ver y por lo consiguiente razonar en no cometer los mismos errores en el futuro.

La mayoría de las construcciones de la región cuentan con una problemática en la falta de seguridad, ya que se construyen de una manera no adecuada,



independiente mente de la falta del recurso económico, hay que tomar en cuenta que la seguridad es lo primero ante todo.

Debido a esto es que los métodos de construcción, reparación y reforzamiento son importantes porque contribuyen a la seguridad de las personas y a la durabilidad de las construcciones.



IX. BIBLIOGRAFIA

Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001). Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería. [En línea] Recuperado el 01 de Marzo 2015, de http://www.desenredando.org/public/libros/2001/cersrvvm/mamposteria_lared.pdf

SlideShare. (2015). Irregularidad de estructura en planta y elevación [Diapositivas de PowerPoint]. Recuperado de <http://es.slideshare.net/CML123/irregularidad20de20estructura20en20-planta20y20elevacif3n>

Medina, J. (S.F). *Análisis de fuerzas internas*. Venezuela: Venezuela.

Sauter, F. (1989). *Introducción a la sismología*. Costa Rica: Editorial Tecnológica.

Rosenblueth, E. (1991). *Diseño de estructuras resistentes a sismos*. México DF: Limusa.

Holcim Nicaragua. (s.f.). Ficha técnica de Holcim Block. [En línea] Recuperado el 13 de Mayo 2015, de <http://www.holcim.com.ni/desarrollo/holcim-block.html>

Inspección realizada por la UNAN MANAGUA en el municipio de Mateare del día 15 al 16 de Abril del año 2014. Departamento de construcción.

MTI. (2011). Nueva cartilla de la construcción. Nicaragua.

MTI. (2007). Reglamento Nacional de Construcción RNC-07. Nicaragua.