

EVALUAR Y CARACTERIZAR LA PERTINENCIA DE LAS INTERVENCIONES
EN EL PROCESO RECONSTRUCTIVO DE PEREIRA POST- SISMO DEL AÑO
99 A LA LUZ DE LA NORMA SISMO RESISTENTE NSR 98.

EDDA CATALINA ARCILA RENGIFO
KAREN OSORIO OROZCO

UNIVERSIDAD LIBRE – PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
PEREIRA – 2010

EVALUAR Y CARACTERIZAR LA PERTINENCIA DE LAS INTERVENCIONES
EN EL PROCESO RECONSTRUCTIVO DE PEREIRA POST- SISMO DEL AÑO
99 A LA LUZ DE LA NORMA SISMO RESISTENTE NSR 98.

EDDA CATALINA ARCILA RENGIFO
KAREN OSORIO OROZCO

Trabajo de grado para optar al título de ingenieros civiles

JOSE ÁRBOLEDA
Asesor disciplinar

UNIVERSIDAD LIBRE – PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
PEREIRA – 2011

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Pereira, Junio de 2011

TABLA DE CONTENIDO

1. MARCO DE ANTECEDENTES.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	5
3. JUSTIFICACIÓN.....	7
4. OBJETIVOS.....	8
4.1 GENERAL	
4.2 ESPECIFICOS	
5. MARCO REFERENCIAL.....	9
5.1 Marco Teórico	9
5.2 Terremoto.....	13
5.3 Amenaza sísmica.....	13
5.4 Sismo resistencia.....	14
5.4.1 Los principios de sismo resistencia.....	14
5.4.1.1. Forma regular.....	14
5.4.1.2. Bajo peso.....	14
5.4.1.3. Mayor rigidez.....	14
5.4.1.4. Buena estabilidad.....	15
5.4.1.5. Suelo firme y buena cimentación.....	15
5.4.1.6. Estructura apropiada.....	15
5.4.1.7. Materiales competentes.....	15
5.4.1.8. Calidad en la construcción.....	16
5.4.1.9. Capacidad de disipar energía.....	16
5.5 Vulnerabilidad sísmica.....	16
5.5.1 Aspectos que afectan la vulnerabilidad sísmica.....	16
5.5.2 Tipos de elementos susceptibles a sufrir daño en viviendas de 1 y 2 pisos	17
5.6. Clasificación de tipos de viviendas según sistema de construcción de muros.....	19
6. MARCO CONCEPTUAL.....	21
7. MARCO METODOLÓGICO.....	24
7.1 Tipo de investigación.....	24

7.2 Técnicas para la recolección de la información.....	24
8. FICHAS TÉCNICAS.....	27
8.1 Análisis de riesgo sísmico.....	27
8.1.1 Criterio para el diagnóstico de vulnerabilidad en edificaciones.....	27
8.1.2. Los planos arquitectónicos y estructurales corresponden a lo observado en la edificación.....	27
8.1.3. Estado de conservación construcción.....	27
8.1.4. Se observan fallas en la estructura por asentamiento en la cimentación.....	28
8.1.5. Se observan fallas en la estructura por movimientos sísmicos o antropicos.....	28
8.1.6. Irregularidad en planta de la edificación.....	29
8.1.7. Cantidad de elementos estructurales.....	29
8.1.8. Irregularidad en altura.....	29
8.2 Estado de la estructura.....	29
8.2.1. Columna.....	29
8.2.2. Vigas.....	30
8.2.3. Placas.....	30
8.2.4. Unión viga columna.....	30
8.2.5. Fundaciones.....	30
8.2.6. Escaleras.....	31
8.3 Estado sistema estructural.....	31
8.4 Cimentación.....	31
8.5 Suelos.....	32
8.6 Entorno.....	32
8.7 Cálculo del índice de vulnerabilidad.....	32
8.8 Formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad física de las viviendas.....	33

9. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERIA.....	35
9.1 Aspectos geométricos.....	35
9.1.1 Irregularidad en planta de la edificación.....	36
9.1.2 Cantidad de muros en dos direcciones.....	37
9.1.3 irregularidad en la altura.....	38
9.2 Aspectos constructivos.....	39
9.2.1 Calidad de las juntas de pega en mortero.....	39
9.2.2 Tipo y disposición de las unidades de mampostería	40
9.2.3. Calidad de los materiales.....	41
9.3 Aspectos estructurales.....	42
9.3.1 Muros confinados y reforzados.....	42
9.3.2 detalle de columnas y vigas de confinamiento.....	43
9.3.3 vigas de amarre o corona.....	44
9.3.4 características de las aberturas.....	45
9.3.5. Entrepiso.....	46
9.3.6 Amarre de cubiertas.....	47
9.4 Cimentación.....	48
9.5 Suelos.....	49
9.6 Entorno.....	50
10. MARCO LEGAL Y NORMATIVO.....	51
11.RESULTADOS OBTENIDOS.....	52
11.1 Inventario de las edificaciones.....	52
11.2 Tipología de la viviendas.....	53
11.3 Resumen de los aspectos geométricos, constructivos, estructurales, cimentación, suelos y entorno.....	53
11.4 Intervenciones realizadas por el FOREC.....	54
11.5 Evaluación de vulnerabilidad.....	62
12.ANÁLISIS DE DATOS.....	72
12.1 Datos estadísticos de las encuestas.....	72

12.2 Excentricidad de las viviendas.....	72
12.2.1. Distribución de la fuerza sísmica en planta.....	72
12.2.1.1. Evaluación del centro de masa.....	72
12.2.1.2. Evaluación del centro de rigidez.....	73
12.3 Presupuestos de las viviendas encuestadas para una mejora estructural.....	82
12.3.1 Costos para reducir la vulnerabilidad media y alta de las viviendas valoradas.....	83
12.3.2 Modelo de intervención estructural para evaluar las viviendas afectadas por los sismos.....	84
13. CONCLUSIONES.....	87
14. RECOMENDACIONES.....	89
15. BIBLIOGRAFÍA.....	91
16. INFOGRAFÍA.....	92
17. ANEXOS.....	93
16.1. Encuestas de evaluación de vulnerabilidad física de las viviendas. (Consecutivo de 001–100) en medio magnético CD.....	93
16.2 Software FileMaker Pro 4 (en medio magnético CD, hay que instalarlo para poder visualizar las encuestas).....	93
16.3. Propuestas económicas.....	93
16.4. Excentricidad de las viviendas.....	93
17. MATERIAL ACOMPAÑANTE.....	94
17.1 Lista de figuras.....	94
17.2 Lista de tablas.....	97
17.3 Lista de gráficos.....	98

INTRODUCCIÓN

La Amenaza Sísmica es una característica de la naturaleza, la única alternativa disponible para la disminución del Riesgo Sísmico en zonas urbanas existentes, consiste en la búsqueda de estrategias adecuadas para medir la Vulnerabilidad física de las estructuras.

El siguiente proyecto de grado va dirigido al análisis de la vulnerabilidad sísmica, de viviendas de interés social de uno y dos pisos que fueron subsidiadas por un fondo para la reconstrucción y desarrollo social del eje cafetero (FOREC), después del sismo del 25 de enero de 1999 en la ciudad de Pereira - Risaralda.

En su clase, este es un proyecto investigativo que consiste en determinar el estado de las viviendas subsidiadas, comprobar cómo se encuentran en la actualidad su estructura y aspectos físicos, para determinar en qué tipo de vulnerabilidad se encuentra y finalmente, formular y valorar un modelo de intervención estructural que reduzca la vulnerabilidad física de las edificaciones evaluadas.

1. MARCO DE ANTECEDENTES

Durante los años 2002-2005 la oficina municipal para la prevención y atención de desastres implemento unas consultorías que permitieron determinar el riesgo en el territorio municipal, haciendo énfasis en las condiciones de vulnerabilidad física de las construcciones evaluadas.

Se evaluaron cerca de 12000 viviendas dando una cobertura del 100% según lo planeado en el plan de ordenamiento territorial (P.O.T) municipal, con este se consideraron la amenaza del entorno circundante, la tipología y técnicas constructivas de cada una de ellas. Según los resultados que muestra la tabla No 1 se tiene para el municipio de Pereira:

Tabla No 1

Inventarios de viviendas en zonas de riesgo en el municipio de Pereira ¹

TOTAL BARRIOS Y/O SECTORES EVALUADOS	TOTAL VIVIENDAS EVALUADAS	RIESGO	RIESGO MITIGABLE	TOTAL VIVIENDAS REPARADAS POR EL FOREC
136	12.630	4.615	6.817	1492

Fuente: Alcaldía de Pereira – Oficina para la prevención y atención de desastres.

¹ ALCALDIA DE PEREIRA. Oficina municipal para la prevención y atención de desastres del municipio de Pereira OMPAD.

Para encontrar solución a los resultados obtenidos es necesario que los políticos busquen la solución a la problemática de riesgos locales, realizando inversiones en programas de reubicación, ejecución de obras estabilización, programas de mejoramiento estructural de viviendas y adecuación de predios liberados por procesos de reubicación como lo muestra la tabla No 2

Tabla No 2

Inventarios de viviendas para mejoramientos y reubicación en zonas de riesgo en el municipio de Pereira ²

REUBICACIÓN (millones de \$)	OBRAS DE MITIGACIÓN (millones de \$)	MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL (millones de \$)	ADECUACIÓN PREDIOS LIBERADOS
92.300	15.000	68.170	22 Ha

Fuente: Alcaldía de Pereira – Oficina para la prevención y atención de desastres.

Esta tabla hace referencia a las cifras manejadas en el municipio de Pereira, que son problemáticas de riesgo similares a peores a las de otros municipios y estas invitan a que otros municipios conozcan sus necesidades y creen estrategias efectivas que minimicen los impactos causados a consecuencia de eventos naturales y garanticen una ocupación segura de terrenos considerados aptos para el desarrollo de procesos urbanísticos y para el montaje y operación de infraestructura considerada vital en el mejoramiento de la calidad de vida de todos los ciudadanos que habitan el territorio municipal.

² ALCALDIA DE PEREIRA. Oficina municipal para la prevención y atención de desastres del municipio de Pereira OMPAD.

La CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA, CARDER, con el apoyo del Fondo Nacional de Calamidades, la Gobernación de Risaralda, las alcaldías, INGEOMINAS y las Empresas Públicas de Pereira desarrollaron desde el año de 1995 el Proyecto para Mitigación del Riesgo Sísmico de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal, cuyo objetivo propuesto consistió en adelantar los estudios y definir las medidas necesarias para evaluar y reducir el riesgo sísmico. Entre los estudios fueron el análisis de la sismicidad en la región, el comportamiento sísmico de los suelos y la microzonificación de los mismos; y medidas tales como la formulación de normas para el diseño y construcción de edificaciones sísmo resistentes acordes con las circunstancias locales; impulsar la aplicación de los resultados de los estudios en los planes de ordenamiento territorial, promover el reforzamiento de edificaciones y sistemas urbanos vulnerables; diseñar campañas de información y educación pública, y apoyar la formulación de planes de prevención y atención de desastres. Dentro del proyecto para Mitigación del Riesgo Sísmico de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal se realizaron investigaciones enfocadas a caracterizar la actividad sísmica regional y local mediante estudios de geología regional, análisis de la localización de las fallas y cuantificación de su actividad, investigación de la sismicidad histórica, y la instalación de dos sismógrafos en el departamento de Risaralda.

Con el objeto de determinar el comportamiento sísmico de los suelos en las áreas urbanas y suburbanas de los municipios de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal, se clasificaron los suelos de acuerdo a su origen geológico, se caracterizaron y localizaron las zonas de lleno; se hicieron estudios geofísicos y de vibraciones ambientales que permitieron establecer la profundidad de la base rocosa y zonas de suelos más rígidos; se recopilaron aproximadamente 1.000 estudios de suelos para hacer una zonificación geotécnica preliminar; se elaboraron mapas de pendientes y formas del terreno; y se instalaron cinco acelerógrafos en lugares con diferentes características de suelo, los cuales han

estado funcionando desde noviembre de 1996, permitiendo tener registros que permiten tener unos rangos del valor de los suelos. Con el fin de complementar la información y brindar herramientas a los Planes de Ordenamiento Territorial, se presentó a la dirección nacional de Prevención y Atención de Desastres un proyecto para financiar la consolidación de todos los datos y realizar una zonificación preliminar de las tres ciudades, el cual se formalizo en diciembre de 1997.

La COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE CEPAL, a raíz de la ocurrencia del evento sísmico del 25 de enero de 1999, produjo en el mes de Abril del mismo año, el informe “EL TERREMOTO DE ENERO DE 1999 EN COLOMBIA: IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO DEL DESASTRE EN LA ZONA DEL EJE CAFETERO, y en particular a lo referente al sector vivienda y afectación urbana, presentando los siguientes resultados:

Inscripción al registro de damnificados, presenta una magnitud de afectación mucho más dramática: casi 79.500 viviendas afectadas, de las cuales casi 43.500 Presentan daños parciales y alrededor de 36.000 entre las viviendas que quedaron inhabitables y las que se perdieron totalmente. Para el caso particular del municipio de Pereira, se evaluó que cerca de 8.761 viviendas resultaron afectadas por el sismo, de las cuales 6.308 presentaron daños fuertes, 760 presentaron pérdida total y 1.693 quedaron inhabitables. Cifras posteriores determinaron que la afectación alcanzó los 10.257 predios, representando un 7% del total de predios en el territorio municipal.³

En este desarrollo se pretende censar 100 predios, analizar los resultados y compararlos con la Norma Sismo Resistente (NSR-98) para determinar que tan eficiente fue la intervención que se les realizo a cada vivienda.

³ Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Pereira, capital del departamento de Risaralda, está situada en el llamado Triángulo de Oro, conformado por Santa fe de Bogotá, Medellín y Cali. A través de la historia Pereira ha sido catalogada como de alto riesgo sísmico por múltiples factores tales como su topografía su ubicación en la cordillera, los 125 eventos sísmicos reportados por la oficina de desastres de Pereira desde el 4 de febrero de 1938 y tomando como referencia el ultimo evento sísmico de gran escala como fue el de enero 25 de 1999 a las 13h19 con una magnitud $M_b = 5.9$, afectó al eje cafetero de Colombia. El epicentro de este evento fue localizado aproximadamente a 16 km. de la ciudad de Armenia, capital del Departamento de Quindío.

En este hecho, más de 8968 predios resultaron afectados, centrándose principalmente en viviendas antiguas y edificios de mampostería no reforzada ni confinada; estas construcciones fueron diseñadas con la primera norma sismo resistente (NSR 84).

Según la oficina Municipal para la prevención y atención de desastres – OMPAD. De los 8968 predios 1492 fueron calificados para reforzar su parte estructural basados en las normas de sismo resistencia de 1998 (NSR-98). A raíz de estas afectaciones asociadas al sismo del 25 de enero de 1999, el gobierno nacional propuso la creación de gerencias zonales para orientar y promover el proceso reconstructivo en cada uno de los municipios afectados Para este fin fue creado el fondo para la reconstrucción y desarrollo social del eje cafetero (FOREC) y de manera particular para el caso de Pereira la fundación vida y futuro, responsable de la aplicación de recursos para dar respuesta a los diferentes frentes de reconstrucción.⁴

La investigación que se propone realizar esta basada en los predios que el fondo para la reconstrucción y desarrollo social del eje cafetero (FOREC) reporto a la oficina de desastres como calificados para ser reforzados estructuralmente. Se quiere comprobar si efectivamente se reforzó la parte estructural y como es lógico si quedaron preparados para un próximo evento sísmico de igual o mayor magnitud, en caso contrario se estaría a la espera de un gran desastre a todo nivel.

La investigación pondrá en alerta a la ciudadanía y a las autoridades de Pereira o dará un parte de tranquilidad por la disminución de la vulnerabilidad física de las edificaciones de la ciudad objeto de esta investigación.

Con esta investigación se pretende confirmar el rigor, con el que se desarrollo el proceso reestructivo y si en verdad se disminuyo la vulnerabilidad física de las edificaciones intervenidas por la fundación vida y futuro o si por el contrario no fue una solución acertada. Esta propuesta investigativa servirá para que las autoridades locales tales como: la dirección operativa para la prevención y atención de desastres, la secretaria de gestión inmobiliaria y la secretaria de infraestructura emprendan las acciones requeridas para reducir los factores generadores de riesgo en el territorio municipal y en particular la vulnerabilidad física de las construcciones.

⁴ ALCALDIA DE PEREIRA. Oficina municipal para la prevención y atención de desastres del municipio de Pereira OMPAD.

3. JUSTIFICACIÓN

Esta propuesta investigativa servirá para que las autoridades locales tales como: la dirección operativa para la prevención y atención de desastres, y la secretaria de infraestructura emprendan las acciones requeridas para reducir los factores generadores de riesgo en el territorio municipal y en particular la vulnerabilidad física de las construcciones.

El municipio de Pereira ha sufrido 124 eventos sísmicos teniendo pérdidas muy grandes en dinero y vidas humanas. El 04 de febrero de 1938 hubo 23 casas destruidas y una pérdida económica de \$ 21.615.000 (veinte un millón seis cientos quince mil pesos), el 20 de diciembre de 1961 23 casas destruidas y 300 afectadas una pérdida económica de \$3.000.000.000 (tres mil millones de pesos), el 08 de febrero de 1995 se destruyeron 110 casas y se afectaron 1305 predios con un costo de \$750.000.000 (setecientos cincuenta millones de pesos) y ultimo evento tuvo una inversión del orden de 12.000.000.000 millones de pesos en reparación de viviendas, se asignaron recursos para reubicación por el orden de 12.000.000 (doce millones de pesos) por vivienda, que hoy sería una cifra mucho mayor. Si se lograra prevenir los daños, los costos bajarían considerablemente ahorrándonos el impacto social y la pérdida de vidas humanas, esto sería el primer paso para la prevención de un desastre futuro y si se cuenta con la certeza que las viviendas están preparadas para un sismo se puede dormir tranquilo, pero si al contrario se está en la obligación de buscar soluciones para evitar una catástrofe de gran magnitud, se estaría yendo por buen camino al detectar las fallas y lograr mitigar la vulnerabilidad.⁵

⁵ ALCALDIA DE PEREIRA. Oficina municipal para la prevención y atención de desastres del municipio de Pereira OMPAD

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad y la estabilidad del proceso reconstructivo de las viviendas afectadas por el sismo del 25 de enero de 1999 en el municipio de Pereira, en el marco de la norma sismo resistencia colombiana.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la actual vulnerabilidad física de las viviendas intervenidas por el fondo para la reconstrucción y desarrollo social del eje cafetero (FOREC), en la modalidad de reparación, en el proceso reconstructivo del municipio de PEREIRA, en el marco de la norma de sismo resistencia.
- Caracterizar la tipología de las intervenciones del FOREC en los procesos de reconstrucción de las viviendas afectadas por el sismo del 25 de enero de 1999
- Proponer una metodología para valorar la intervención estructural que reduzca la vulnerabilidad física de las edificaciones evaluadas.

5. MARCO REFERENCIAL

La información suministrada en este capítulo son textos e imágenes tomadas de la ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería.

5.1 Marco Teórico

Colombia está localizada dentro de las zonas sísmicamente más activas de la tierra, la cual se denomina anillo circumpacífico y corresponde a los bordes del océano pacífico. El emplazamiento tectónico de Colombia es complejo pues en su territorio convergen la placa de Nazca, la placa suramericana y la placa Caribe.

Las placas tectónicas se mueven a velocidades pequeñas del orden de cm por año, estas son causadas por flujos lentos de lava derretida, habiendo un reajuste entre ellas, esto último ocurre a lo largo de la costa sobre el océano pacífico de Centro y Sur América.

El movimiento constante entre las placas tectónicas, acumula energía hasta un momento en el cual causa una fractura en la roca, liberando abruptamente esta energía acumulada la cual se manifiesta con la generación de ondas sísmicas. Estos sismos se conocen con el nombre de sismos tectónicos. Un porcentaje pequeño de los sismos que ocurren en el mundo se localizan en el interior de las placas tectónicas y reciben el nombre de sismo intraplacas. Además en algunas regiones del mundo donde hay volcanes las erupciones generalmente son acompañadas por sismos que se conocen con el nombre de sismos volcánicos.

Dentro de los sismos históricos, registrados por instrumentos fue el terremoto del 31 de enero de 1906 al frente de Tumaco y cuya magnitud se estima de 8.9 en la escala de Richter y que es considerado uno de los sismos más fuertes de la

humanidad en tiempos modernos. A partir de 1922 se dispuso de información instrumental, sobre lo que se denominan sismos instrumentales. Desde 1957 hasta 1992 estuvieron en funcionamiento 7 estaciones sismológicas permanentes en el país, las cuales fueron operadas por el instituto geofísico de la universidad Javeriana de Santa fe de Bogotá.

A partir de 1993 se puso en marcha, adicionalmente, la red sismológica nacional operada por la subdirección de geofísica del Ingeominas, existiendo además el observatorio sismológico del sur occidente- OSSO, operado por la universidad del Valle en Cali la red sismológica nacional en su fase inicial consta de 20 estaciones sismológicas remotas y se espera llegar a 30 estaciones en el futuro cercano, con lo cual se cubrirá gran parte del territorio nacional; su procesamiento es en tiempo real y se realiza en santa fe de Bogotá actualmente se tienen instalado aproximadamente 150 acelerógrafos autónomos digitales de movimiento fuerte, los cuales se incrementaran para cubrir la mayoría del territorio nacional.

Los efectos en los terremotos en los últimos 50 años han demostrado que las edificaciones construidas en adobe y tapia pisada son estructuras que presentan una alta vulnerabilidad sísmica. Estas construcciones en la mayoría de los casos presentan un mal comportamiento ante las fuerzas inducidas por los terremotos, colapsando en forma súbita, incluso ante sismos moderados, lo que ha generado un gran número de pérdidas de vidas humanas e importantes pérdidas económicas, culturales y patrimoniales.⁶

⁶ INGEOMINAS (Instituto Nacional de Investigaciones en Geociencia, Minería y Química).

La experiencia y más que eso la conciencia de que Pereira está ubicada en una zona altamente sísmica, ha llevado a que sus edificaciones sean hoy un ejemplo nacional en materia de resistencia.

La primera norma de sismo resistencia se implementó en Colombia en 1984, el decreto 1400-84, y su finalidad al igual que todas las modificaciones o sustituciones aplicadas posteriormente, es garantizar que durante un evento telúrico las edificaciones 'se comporten bien', protegiendo la vida de las personas, al igual que su patrimonio.

Luego, las normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente, NSR-98 (ley 400 de 1997, y sus decretos reglamentarios), incorporaron un aspecto muy importante, común a la experiencia de normas sismo resistente y sus actualizaciones: la evaluación de la vulnerabilidad o daño potencial en caso de terremoto de las edificaciones construidas con anterioridad a la vigencia de la reglamentación. En dicha normativa se definen los criterios con que se deben evaluar las edificaciones existentes con el fin de estimar su vulnerabilidad sísmica y se fijan las pautas para rehabilitar o reforzar las edificaciones cuando su grado de vulnerabilidad es inaceptable.

El bareque existente es en general, un conjunto de muros vinculados entre si por exigencia constructiva, en planta, que no presenta continuidad en altura, aunque es frecuente que aparezcan alineados en los diferentes niveles, por exigencia predominante de la atención de las cargas verticales de peso propio y ocupación.

Las cimentación son generalmente superficiales en piedra y concreto ciclópeo, concreto reforzado o combinadas en ciclópeo y concreto reforzado, pedestales en ladrillo o bloque, conformando pocas veces vigas de amarre. Este tipo de edificaciones en general no incluyen elementos de refuerzo ni consideraciones de diseño sismo resistente. A las anteriores edificaciones deben sumarse una gran cantidad de edificaciones de gran escala como son iglesias, edificaciones

institucionales, conventos, colegios o escuelas y otro tipo de construcciones que por sus características imponen mayores exigencias sobre el mismo tipo de construcción.

Uno de los aportes de las normas sísmicas colombianas desde su primera expedición en 1984 fue el título E correspondiente a las disposiciones simplificadas para el diseño y construcción de viviendas de uno y dos pisos. Las nuevas normas de construcción sismo resistente NSR-98 incorporaron

Nuevamente este título, el cual fue revisado y actualizado en algunos aspectos, aunque sus fundamentos siguen siendo los mismos:

El contar con unos requisitos simplificados para las construcciones de viviendas o casas de uno y dos pisos. El primer capítulo de este manual ilustra y comenta las disposiciones del título E de las normas NSR-98.

Para que una vivienda resista un sismo intenso su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructuras desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar grandes daños o el colapso de la edificación.

Los muros estructurales de vivienda son aquellos encargados de transmitir las cargas verticales y horizontales hasta la cimentación. De los muros estructurales depende la estabilidad de la construcción. Todos los muros estructurales deben cumplir los requerimientos de refuerzo establecidos en el capítulo E.⁷

⁷ Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente, NSR 98.

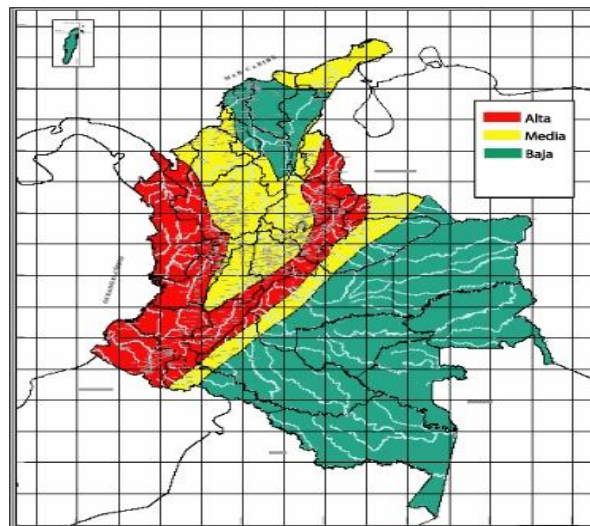
5.2. Terremoto

Es una vibración o movimiento ondulatorio del suelo que se presenta por la súbita liberación de energía sísmica, que se acumula dentro de la tierra debido a fuertes tensiones o presiones que ocurren en su interior. Los sismos o terremotos pueden causar grandes desastres, donde se han tomado medidas preventivas de protección, relacionadas con la sismo resistencia de las edificaciones. Los terremotos son fenómenos naturales que se presentan por el movimiento de placas tectónicas o fallas geológicas que existen en la corteza terrestre. También se producen por actividad volcánica.

5.3 Amenaza Sísmica

Es la probabilidad que se presenten sismos de cierta severidad en un lugar y en un tiempo determinado, se dice que existe amenaza sísmica. El peligro o amenaza sísmica varía de un lugar a otro. Hay zonas de mayor amenaza sísmica, es decir zonas o lugares donde se espera que se presenten sismos con mayor frecuencia e intensidad como se puede observar en la figura 5.1:

Figura.1
Zonas de amenaza sísmica



Fuente: NSR 98 título A

5.4 Sismo Resistencia

Una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción por fuerzas causadas por sismos frecuentes. Se pueden presentar sismos de mayor fuerza a los previstos y estos deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran colapsos totales o parciales en la edificación salvaguardando las vidas humanas.

5.4.1 Los Principios de Sismo Resistencia

5.4.1.1. Forma Regular:

La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación. Las formas irregulares o asimétricas causan un mal comportamiento en la edificación cuando ocurre un sismo. Una geometría regular favorece que la estructura sufra torsión o que intente girar en forma desordenada.

5.4.1.2. Bajo peso:

Entre más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un sismo.

5.4.1.3. Mayor rigidez:

Es recomendable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo. Una estructura flexible o poco solida al deformarse exageradamente favorece que presenten daños en paredes o divisiones no estructurales, acabados arquitectónicos etc.

5.4.1.4. Buena estabilidad:

Las construcciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un sismo. Las estructuras poco solidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente. La falta de estabilidad y rigidez favorece que las edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no existe una suficiente separación entre ellas.

5.4.1.5. Suelo firme y buena cimentación:

La cimentación debe ser resistente para transmitir con seguridad el peso de la edificación del suelo. También es recomendable que el suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las zonas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que puedan afectar la estructura en caso de un sismo.

5.4.1.6. Estructura apropiada:

La estructura de una edificación debe ser solida, simétrica, uniforme, continua, o bien conectada. Los 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.

5.4.1.7. Materiales competentes:

Los materiales de ben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga a la edificación cuando se propaga. Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un sismo.

5.4.1.8. Calidad en la construcción:

Se debe cumplir los requisitos de calidad y resistencia de los materiales y actuar las especificaciones de diseño y construcción. La falta de control de calidad en la construcción y la ausencia de la supervisión técnica ha sido la causa de daños y colapsos de las estructuras que aparentemente cumplen con otras características o principios de la sismo resistencia.

5.4.1.9. Capacidad de disipar energía:

Una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones sin que su estructura se dañe gravemente o se pierda resistencia.

5.5 Vulnerabilidad Sísmica

La vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado.

La vulnerabilidad sísmica depende de aspectos como la geometría de la estructura, aspectos constructivos y aspectos estructurales.

5.5.1 Aspectos que afectan la vulnerabilidad sísmica

Aspectos geométricos:

- Irregularidad en planta de la edificación.
- Cantidad de muros en dos direcciones.
- Irregularidad en altura.

Aspectos constructivos:

- Calidad de las juntas de las pega en el mortero.
- Tipo y disposición de los ladrillos.
- Calidad de los materiales.

Aspectos estructurales:

- Muros confinados y reforzados.
- Detalles de columnas y vigas de confinamiento.
- Vigas de amarre o corona.
- Características de las aberturas.
- Tipo y disposición del entrepiso.
- Amarre de las cubiertas.

Aspectos de cimentación:

- Vigas de amarre en concreto reforzado.

Aspectos de entorno:

- Topografía.
- Otros efectos.

Aspectos del suelo:

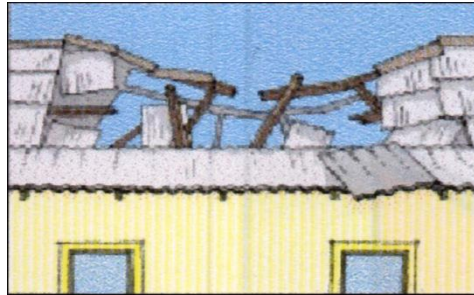
- Blandos.
- Intermedios.
- Duros.

5.5.2 Tipos de elementos susceptibles a sufrir daño en viviendas de 1 y 2 pisos:

En las viviendas de 1 y 2 pisos en mampostería, existen elementos susceptibles a sufrir daño ante movimientos sísmicos según la experiencia ganada a lo largo de la historia sísmica de Colombia. La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS, ha definido recientemente estos elementos susceptibles y que pueden tener efectos directos sobre la seguridad de la estructura. Dichos elementos son los siguientes: cubiertas, losas de entrepiso, muros sólidos de soporte, muros divisorios, vigas, dinteles y antepechos (ver Figuras.2, 3, 4, 5 y 6).

Figura.2

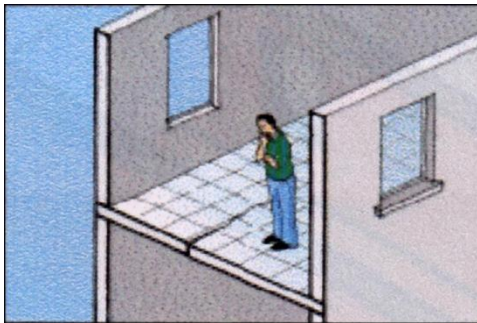
Cubiertas: elementos susceptibles a daños.



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.3

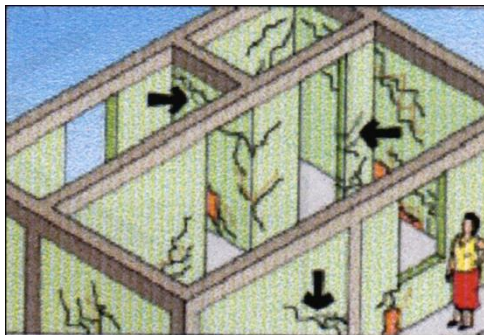
Losas de entrapiso: elementos susceptibles a daños.



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.4

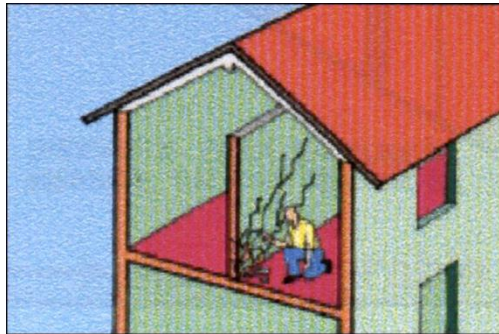
Muros sólidos de soporte: elementos susceptibles a daños



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.5

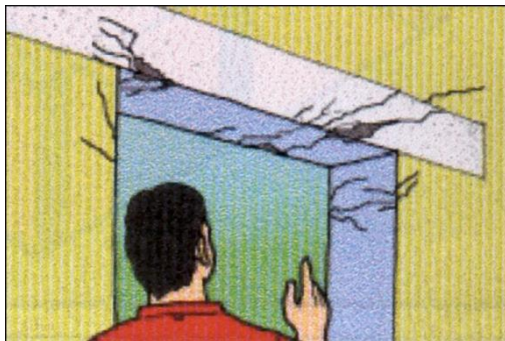
Paneles y muros divisorios: elementos susceptibles a daños.



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.6

Vigas, dinteles y antepechos: elementos susceptibles a daños



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

5.6 Clasificación de tipos de viviendas según sistema de construcción de muros.

Las viviendas se clasifican en tres tipos constructivos:

Figura.7

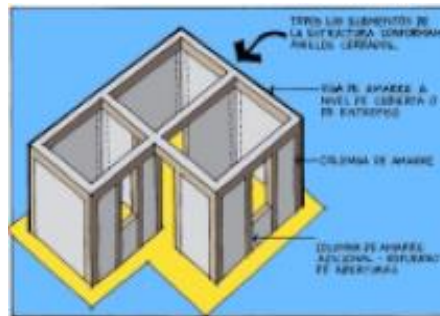
Mampostería No Reforzada (no tiene refuerzo interno o externo de confinamiento).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.8

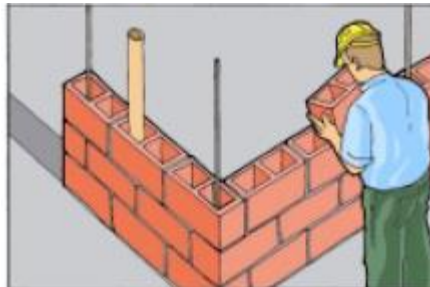
Mampostería Confinada (Muros confinados con vigas y columnas de concreto reforzado vaciadas en sitio)



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.9

Mampostería Reforzada (muros con perforaciones verticales reforzadas internamente con acero y vaciadas con mortero de relleno)



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

6. MARCO CONCEPTUAL

- Mitigar: aplacar, disminuir
- Microzonificación: se basa en el estudio multidisciplinario del entorno, identificando los diferentes riesgos tanto de origen natural como humano a que están expuestas las poblaciones y las obras civiles.
- Sismo: es una sacudida del terreno que se produce debido al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico
- Geología: es la ciencia que estudia la forma interior del globo terrestre.
- Geotecnia: es la rama de la ingeniería geológica que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra.
- Sedimentación: es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin.
- Cenizas volcánicas: es una composición de partículas de roca y mineral muy finas (de menos de 2 milímetros de diámetro) eyectadas por un viento volcánico.
- Epicentro: es el punto en la superficie de la tierra que está directamente encima del foco o hipocentro, el punto donde un terremoto o una explosión bajo tierra se origina.
- Placas tectónicas: es la teoría que explica la estructura y dinámica de la superficie de la Tierra. Establece que la litosfera (la porción superior más fría y rígida de la Tierra) está fragmentada en una serie de placas que se desplazan sobre el manto terrestre.
- Sismógrafo: es un instrumento para medir terremotos

- Roca sedimentaria: son rocas que se forman por acumulación de sedimentos que, sometidos a procesos físicos y químicos (diagénesis), resultan en un material de cierta consistencia.
- Roca volcánica: son aquellas que se formaron por el enfriamiento de la lava en la superficie terrestre y/o bajo el mar.
- Roca intrusiva: rocas formadas por la solidificación de magma o de lava (magma des gasificado).
- Suelos residuales: Los suelos residuales se originan cuando los productos de la meteorización de las rocas no son transportados como sedimentos, sino que se acumulan en el sitio en que se van formando.
- Deformación: La deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica.
- Dilatación térmica: Se denomina dilatación al cambio de longitud, volumen o alguna otra dimensión métrica que sufre un cuerpo físico debido al cambio de temperatura que se provoca en ella por cualquier medio.
- Mitigación: El propósito de la mitigación es la reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento en nuestro caso geológico, como un sismo.
- Zonificación: La zonificación, en sentido amplio, indica la división de un área geográfica en sectores homogéneos conforme a ciertos criterios. Por ejemplo: capacidad productiva, tipo de construcciones permitidas, intensidad de una amenaza, grado de riesgo, etc.
- Topografía: La topografía (de topos, "lugar", y grafos, "descripción") es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.
- Nivel de confianza: Probabilidad de que la estimación efectuada se ajuste a la realidad.

- Estadístico: Los datos o medidas que se obtienen sobre una muestra y por lo tanto una estimación de los parámetros.
- Error muestral de estimación o standard: Es la diferencia entre un estadístico y su parámetro correspondiente.
- El tamaño de la población: es la cantidad de elementos de esta y el tamaño de la muestra es la cantidad de elementos de la muestra. Las poblaciones pueden ser finitas e infinitas.
- Parámetro: Son las medidas o datos que se obtienen sobre la distribución de probabilidades de la población, tales como la media, la varianza, la proporción, etc.
- Varianza Poblacional: Cuando una población es más homogénea la varianza es menor y el número de entrevistas necesarias para construir un modelo reducido del universo, o de la población, será más pequeño. Generalmente es un valor desconocido y hay que estimarlo a partir de datos de estudios previos.

7. MARCO METODOLÓGICO

7.1 Tipo de Investigación

La investigación que se va a llevar a cabo es en dos fases:

1. Exploratoria observacional

Se realizarán encuestas y se determinará el estado estructural de las viviendas

2. Cualitativa

De acuerdo a los datos extraídos de las encuestas se calificarán dependiendo de la vulnerabilidad de cada vivienda.

7.2 Técnicas para la recolección de la información

Para iniciar con el desarrollo de la investigación se realizarán unas encuestas a las viviendas afectadas por el sismo del 99; estas serán los instrumentos que permitirán la recolección de información, luego discriminación y comparación con los prototipos para obtener datos que permitan diagnosticar lo que se encontramos en cada una de ellas. Estas encuestas son de tres tipos, según como sea su estructura: en mampostería simple, estructural y mixta.

El diseño de las encuestas que se va a usar es existente y está avalado por el CLOPAD de Pereira y la Sociedad de Ingenieros de Risaralda (AIR), también se apoyará en el software FileMaker Pro 4. que permitirá el almacenamiento sencillo de la información, realizando una base de datos que facilitará procesos estadísticos ya que por medio de una programación previa, este califica la vulnerabilidad de cada uno de los predios evaluados.

Los puntos en los cuales se puede cometer error de diagnóstico son:

- Observación de cimentación
- Espesor de placas

Las encuestas se realizarán estadísticamente de acuerdo a la fórmula para determinar el tamaño de la muestra y estimar una verdadera proporción poblacional.

El número de muestras de tamaño n viene dado por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * (Z_c)^2 * P * Q}{((N - 1) * E^2) + ((Z_c)^2 * P * Q)}$$

N= número de las viviendas reparadas (1492).

n = tamaño de la muestra (a determinar por medio de la fórmula anterior).

Z_c = nivel de confianza (90%=1,645) esto se determina por medio de una tabla de estadística inferencial.

P=Q= proporción poblacional (establecemos un 50% para cada uno)

E= error muestral (10% es el error estimado que tenemos de acuerdo al nivel de confianza).

$$n = \frac{(1492 * (1,645)^2 * 0,5 * 0,5)}{((1492 - 1) * 0,1^2) + ((1,645)^2 * 0,5 * 0,5)}$$

$$n = \frac{1009}{15,59} = 64,72$$

n = 64,72 = se realizarán 100 encuestas para determinar una mayor efectividad.

Procedimiento para la selección de la muestra:

- a. Se numeran las unidades de la población del 1 al N (total viviendas reparada=1492)
- b. Se colocan los números 1 a N en una urna (total viviendas reparada=1492)
- c. Se extraen sucesivamente n números (que son las 100 muestras extraídas seleccionadas). Las unidades que llevan estos números constituyen la muestra.
- d. Se procede a obtener la base de datos de las viviendas que fueron seleccionadas en este muestreo aleatorio simple.

8. FICHAS TÉCNICAS

Para elaborar las fichas técnicas fue necesaria la siguiente información extraída de la muestra:

8.1 Análisis de Riesgo Sísmico

Con este análisis determinaremos realmente el estado de las viviendas y apoyados en el software las clasificaremos de acuerdo con el diagnóstico de vulnerabilidad en cada una de las edificaciones.

8.1.1 Criterio para el diagnóstico de vulnerabilidad en edificaciones

Información previa

8.1.2. Los planos arquitectónicos y estructurales suministrados por el propietario corresponden a lo observado en la edificación.

Observados los planos si corresponden a la realidad; la calificación debe ser uno (1).

Observados los planos parcialmente corresponden a la realidad; la calificación debe ser dos (2).

Si los planos no corresponden a la realidad o no existen; la calificación debe ser tres (3).

8.1.3. Estado de conservación construcción.

Revisada la edificación su mantenimiento es bueno (no presenta humedades, cero Corrosión, mantiene su uso inicial, no presenta aberturas elementos estructurales, no ha recibido impactos vehiculares, cero incendios, cero explosiones); la calificación debe ser uno (1).

Revisada la edificación su mantenimiento es regular; la calificación debe ser dos (2).

Revisada la edificación su mantenimiento es deficiente; la calificación debe ser tres (3).

8.1.4. Se observan fallas en la estructura por asentamiento en la cimentación.

Si en la estructura no se observan agrietamientos en el interior de las vigas junto a la columna y en la cara superior del mismo elemento en el extremo opuesto de la columna; la calificación debe ser uno (1).

Si en la estructura se observan agrietamientos leves en el interior de las vigas junto a la columna que asienta y en la cara superior del mismo elemento en el extremo opuesto de la columna; la calificación debe ser dos (2).

Si en la estructura se observan agrietamientos moderados en el interior de las vigas junto a la columna que asienta y en la cara superior del mismo elemento en el extremo opuesto de la columna; la calificación debe ser tres (3).

8.1.5. Se observan fallas en la estructura por movimientos sísmicos o antropicos.

Si se observan en elementos no estructurales (Muros de Mampostería) fisuras pequeñas en diagonal y el edificio no a sufrido daño en su estructura por impacto vehículos incendios y explosiones; la calificación debe ser uno (1).

Si se observan en elementos no estructurales (muros en mampostería) fisura que se extiende a todo lo largo de la diagonal, y en lo elementos estructurales se observa desprendimiento leves del recubrimiento en su estructura a sufrido daños moderados por impacto vehículos incendios y explosiones; la calificación debe ser dos (2).

Si se observan en elementos no estructurales (muros en mampostería) fisura que se extiende a todo lo largo de la diagonal, y en lo elementos estructurales se

observa desprendimiento moderado del recubrimiento y en su estructura a sufrido daños moderados por impacto vehículos incendios y explosiones; la calificación debe ser tres (3).

8.1.6. Irregularidad en planta de la edificación.

Si la forma en planta de la edificación es simétrica y el largo es menor que 3 veces el ancho y el edificio no esta ubicado en esquina; la calificación debe ser uno (1).

Si la forma en planta de la edificación es simétrica se observan variaciones pequeñas de simetría; la calificación debe ser dos (2).

Si la forma en planta de la edificación no es simétrica y el largo es mayor que tres veces el ancho; la calificación debe ser tres (3).

8.1.7. Irregularidad en altura.

Si la forma en altura de la edificación es simétrica y su relación altura/anchura es igual a 3; la calificación debe ser uno (1).

Si la forma en altura de la edificación es simétrica y su relación altura/anchura es igual a 4; la calificación debe ser dos (2).

Si la forma en altura de la edificación es simétrica y su relación altura/anchura es mayor que 4; la calificación debe ser tres (3).

8.2 Estado de la estructura

8.2.1. Columna

Si observadas las columnas sus fisuras son leves o no existen; la calificación debe ser uno (1).

Si observadas las columnas sus fisuras son moderadas; la calificación debe ser dos (2).

Si observadas las columnas sus fisuras son severas; la calificación debe ser tres (3).

8.2.2. Vigas

Si observadas las vigas sus fisuras son leves o no existen; la calificación debe ser uno (1).

Si observadas las vigas sus fisuras son moderadas; la calificación debe ser dos (2).

Si observadas las vigas sus fisuras son severas; la calificación debe ser tres (3).

8.2.3. Placas

Si observadas las placas sus fisuras son leves o no existen; la calificación debe ser uno (1).

Si observadas las placas sus fisuras son moderadas; la calificación debe ser dos (2).

Si observadas las placas sus fisuras son severas; la calificación debe ser tres (3).

8.2.4. Unión viga columna

Si observadas las uniones vigas-columna sus fisuras son superficiales o no existen; la calificación debe ser uno (1).

Si observadas las uniones vigas-columnas sus fisuras en diagonal son moderadas; la calificación debe ser dos (2).

Si observadas las uniones vigas-columnas sus fisuras en diagonal son severas; la calificación debe ser tres (3).

8.2.5. Fundaciones

Si no se observan agrietamientos en la losa de piso junto a las columnas, la calificación debe ser uno (1).

Si se observan agrietamientos moderados en la losa de piso (sótanos o nivel del suelo) junto a las columnas, la calificación debe ser dos (2)

Si se observan agrietamientos severos en la losa de piso (sótanos o nivel del suelo) junto a las columnas, la calificación debe ser tres (3)

8.2.6. Escaleras

Si observadas las escaleras sus fisuras son leves o no existen; la calificación debe ser uno (1).

Si observadas las escaleras sus fisuras son moderadas; la calificación debe ser dos (2).

Si observadas las escaleras sus fisuras son severas; la calificación debe ser tres (3).

8.3 Estado sistema estructural

Si el estado del sistema estructural escogido es bueno; la calificación es uno (1)

Si el estado del sistema estructural escogido es regular; la calificación es dos (2)

Si el estado del sistema estructural escogido es deficiente; la calificación debe ser tres (3)

8.4 Cimentación

Si la cimentación está acorde a las recomendaciones del estudio de suelos y registro de interventoría; la calificación debe ser uno (1).

Si la cimentación está acorde parcialmente a las recomendaciones del estudio de suelos según registros de interventoría; la calificación debe ser dos (2).

Si la cimentación no está acorde al estudio de suelos o éste no existe; la calificación debe ser tres (3).

8.5 Suelos

Si el suelo es duro (no se observan hundimientos, no se presenta desplome en postes y arboles, en construcciones vecinas no presenta hundimientos y grietas); la calificación debe ser uno (1)

Si la fundación es de media resistencia (se observan daños generalizados pequeños como hundimientos, desplome árboles y vibraciones por el paso de vehículos); la calificación debe ser dos (2).

Si la fundación es blanda (se presentan hundimientos zonas vecinas, se presentan vibraciones altas, postes inclinados y la mayoría de las viviendas del sector presenta agrietamiento generalizado); la calificación debe ser tres (3).

8.6 Entorno

Si la topografía donde se encuentra la edificación es plana; la calificación debe ser uno (1).

Si la topografía donde se encuentra la edificación es ondulada; la calificación debe ser dos (2).

Si la topografía donde se encuentra la edificación es de altas pendientes; la calificación debe ser tres (3).

8.7 Cálculo del índice de vulnerabilidad

El índice de vulnerabilidad se obtiene mediante una suma ponderada de los valores numéricos que se determina de acuerdo a cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales de la vivienda.

8.8 FORMULARIO PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA VULNERABILIDAD FISICA DE LAS VIVIENDAS.

A continuación se observará el formato de formulario que se utilizó para realizar las visitas en las viviendas (figuras 10 y 11).

Figura.10 Formulario para el levantamiento de vulnerabilidad física de las viviendas parte I.



ALCALDIA DE PEREIRA
SECRETARIA DE GOBIERNO
OFICINA MUNICIPAL PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES- OMPAD
EVALUACION VULNERABILIDAD FISICA VIVIENDAS EN MAMPOSTERIA



Nombre propietario	<input type="text"/>	CEZ	<input type="text"/>	Consecutivo
Barrio	<input type="text"/>			Comuna
Dirección	<input type="text"/>			
Nombre edificio	<input type="text"/>			Estrato
Tenencia propiedad	<input type="text"/>			
Ficha catastral	<input type="text"/>			
Nro.Pisos	<input type="text"/>	Nro.Placas	<input type="text"/>	Nro:Sotanos
Ancho placas	<input type="text"/>	Espesor placas	<input type="text"/>	Altura entre placas
Largo placas	<input type="text"/>			
Planos aprobados curaduría	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> NO SABE			
Epoca de la construcción	<input type="checkbox"/> 1930 - 1980 <input type="checkbox"/> 1981 - 1984 <input type="checkbox"/> 1985 - 1998 <input type="checkbox"/> 1999 - 2000 <input type="checkbox"/> 2001 a la fecha			
Tipo de uso	<input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Educativo <input type="checkbox"/> Bodegas <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Hotelero <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Institucional			
Tipo de cubierta	<input type="checkbox"/> Teja Zinc <input type="checkbox"/> Teja De Barro <input type="checkbox"/> Asbesto Cemento <input type="checkbox"/> Placa <input type="checkbox"/> Otro			
Tipo de estructura	<input type="checkbox"/> Mampostería simple <input type="checkbox"/> Mampostería parcialmente confinada <input type="checkbox"/> Mampostería confinada			
Tipo de entepiso	<input type="checkbox"/> Placa maciza sobre vigas en madera <input type="checkbox"/> Placa en tabla sobre vigas en guadua <input type="checkbox"/> Placa maciza sobre viga metálica <input type="checkbox"/> Placa en concreto <input type="checkbox"/> Placa en tabla sobre vigas en madera <input type="checkbox"/> Otro			
Tipo de cimentación	<input type="checkbox"/> Zapatas <input type="checkbox"/> Concreto ciclópeo <input type="checkbox"/> No existente <input type="checkbox"/> Loza flotante <input type="checkbox"/> Viga de cimentación <input type="checkbox"/> Submuración <input type="checkbox"/> Loza corrida <input type="checkbox"/> No se pudo establecer <input type="checkbox"/> Otro			
Localización de la vivienda	<input type="checkbox"/> En esquina <input type="checkbox"/> Libre por un costado <input type="checkbox"/> Intermedio <input type="checkbox"/> Libre por los dos costados			



CANTIDAD Y ESPESOR DE MUROS EN METROS

	Espesor	Longitud muros Dirección X.	Longitud muros Dirección Ortogonal	
1er Nivel	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Valor Excentricidad <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
2do Nivel	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
3er Nivel	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
4to Nivel	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
5to Nivel	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

UBICACION EN PLANTA DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES (ESQUEMA)

Fuente: Oficina municipal para atención y prevención de desastres.

Figura.11 Formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad física de las viviendas parte II.

	ALCALDIA DE PEREIRA SECRETARIA DE GOBIERNO OFICINA MUNICIPAL PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES- OMPAD EVALUACION VULNERABILIDAD FISICA VIVIENDAS EN MAMPOSTERIA			
COMPONENTE	VULNERABILIDAD			
ASPECTOS GEOMETRICOS	CALIFICACION DE COMPONENTES	CALIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	FACTORES DE PONDERACION RELATIVA	VULNERABILIDAD PONDERADA
Irregularidad en planta de la edificación.....	<input type="checkbox"/>			
Cantidad de muros en dos direcciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	%20	<input type="checkbox"/>
Irregularidad en la altura	<input type="checkbox"/>			
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
Calidad de las uniones de los muros estructurales	<input type="checkbox"/>			
Tipo y disposición diferentes elementos de los muros estructurales ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	%20	<input type="checkbox"/>
Calidad de los materiales	<input type="checkbox"/>			
ASPECTOS ESTRUCTURALES				
Muros en mampostería.....	<input type="checkbox"/>			
Detalle de columnas y vigas de confinamiento....	<input type="checkbox"/>			
Vigas de amarre y corona.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	%20	<input type="checkbox"/>
Características de las aberturas	<input type="checkbox"/>			
Entrepiso	<input type="checkbox"/>			
Amarre de la cubierta	<input type="checkbox"/>			
Cimentación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	<input type="checkbox"/>
Suelos y Entorno.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30%	<input type="checkbox"/>
COMENTARIOS ADICIONALES				<input type="checkbox"/>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> [Empty text area for additional comments] </div>				
Nombre Evaluador <input style="width: 200px;" type="text"/>		Fecha <input style="width: 100px;" type="text"/>		

Fuente: Oficina municipal para atención y prevención de desastres.

9. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERIA.

La información suministrada en este capítulo son textos e imágenes tomadas de la ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería.

Para que una vivienda califique como de vulnerabilidad sísmica intermedia o alta es suficiente con que presente deficiencias en cualquiera de los aspectos mencionados. La evaluación para calificar la vulnerabilidad debe hacerse con el mayor cuidado investigando detalles.

Cada aspecto investigado se califica con unos criterios muy sencillos mediante visualización y comparación con patrones generales. La calificación se realiza en tres niveles: vulnerabilidad baja (en azul) vulnerabilidad media (en roja) y vulnerabilidad alta en (verde)

9.1 Aspectos geométricos.

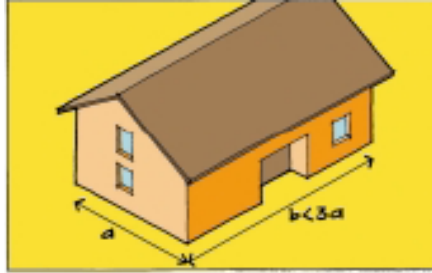
Son los parámetros que se tuvieron en cuenta para determinar vulnerabilidad en planta y altura según la geometría de las viviendas.

9.1.1 Irregularidad en planta de la edificación

Posibles diferencias en planta que se puedan encontrar (ver Figuras 12, 13 y 14).

Figura.12

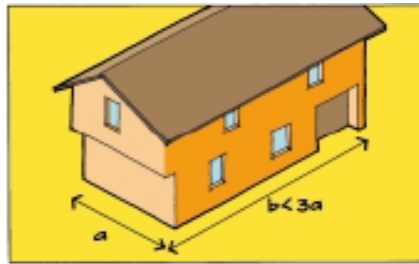
Vulnerabilidad baja (forma geométrica regular y simétrica, el largo es menor que tres veces el ancho)



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.13

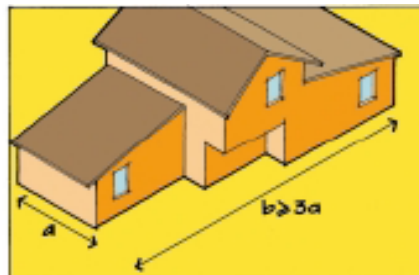
Vulnerabilidad media (presenta irregularidades en planta o en alturas)



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.14

Vulnerabilidad alta (forma geométrica irregular, el largo es mayor que tres veces el ancho).



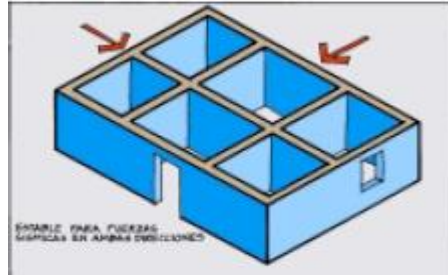
Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.1.2 Cantidad de muros en dos direcciones

Posibles diferencias en la cantidad de muros en ambas direcciones (ver Figuras 15, 16 y 17).

Figura.15

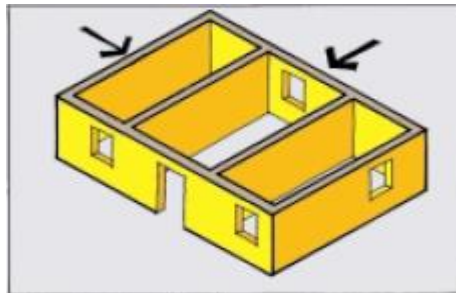
Vulnerabilidad baja (muros confinados o reforzados en dos direcciones)



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.16

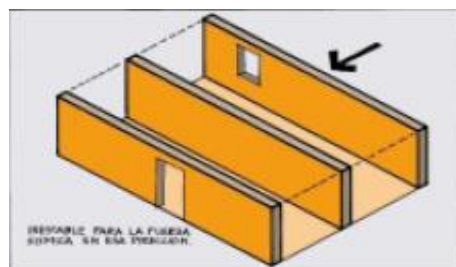
Vulnerabilidad media (muros en una sola dirección).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.17

Vulnerabilidad alta (más del 70% de los muros están en una sola dirección).



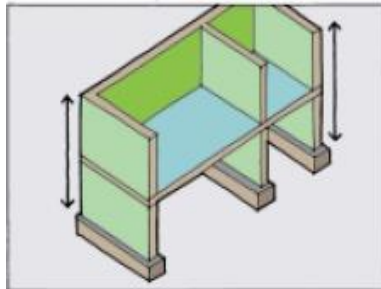
Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.1.3 Irregularidad en la altura.

Posibles diferencias en altura que se pueden encontrar (ver Figuras 18, 19 y 20).

Figura.18

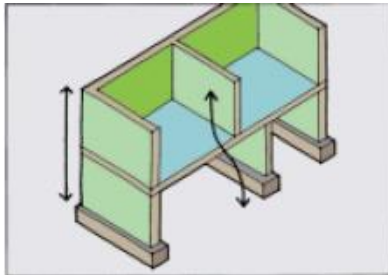
Vulnerabilidad baja (la mayoría de los muros estructurales son continuos desde la cimentación hasta la cubierta)



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.19

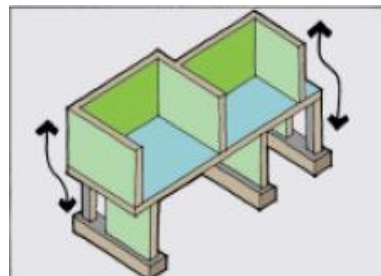
Vulnerabilidad media (algunos muros presentan discontinuidades desde la cimentación hasta la cubierta)



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.20

Vulnerabilidad alta (la mayoría de los muros no son continuos en altura desde su cimentación hasta la cubierta).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.2 Aspectos constructivos

Condiciones que se observan directamente en el proceso constructivo (ver Figuras 21,22 y 23).

9.2.1 Calidad de las juntas de pega en mortero

Figura.21

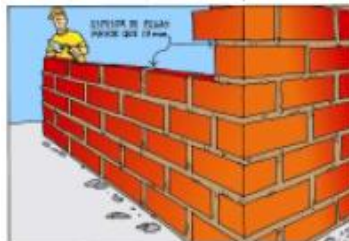
Vulnerabilidad baja (espesor de la pega adecuada, las juntas uniformes y continuas, mortero de buena calidad)



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.22

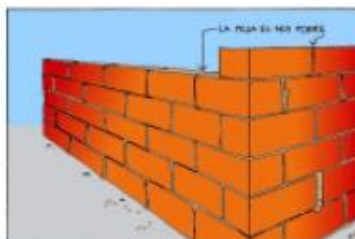
Vulnerabilidad media (espesor de la pega no adecuada mayores a 1.3 cm, las juntas no son uniformes).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura 9.12

Vulnerabilidad alta (la pega es muy pobre entre los bloques, el mortero es de muy mala calidad).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.2.2 Tipo y disposición de las unidades de mampostería

Características que aprecian en el momento del proceso constructivo (ver Figuras 24, 25 y 26).

Figura.24

Vulnerabilidad baja (las unidades de mampostería están trabadas, de buena calidad, no tiene agrietamientos y están pegadas de manera uniforme y continua)



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.25

Vulnerabilidad media (algunas unidades de mampostería no están trabadas, presentan agrietamientos y no están pegadas de manera uniforme y continua).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura .26

Vulnerabilidad alta (las unidades de mampostería no están trabadas, son de mala calidad, presentan agrietamientos y no están pegadas de manera uniforme y continua).



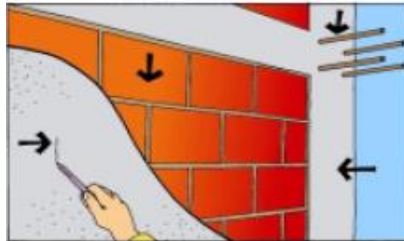
Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.2.3. Calidad de los materiales

Cualidades que se observan claramente en el proceso constructivo (ver Figuras 27, 28 y 29).

Figura.27

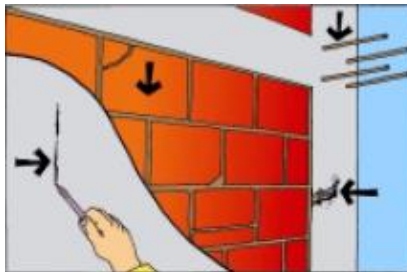
Vulnerabilidad baja (mortero y ladrillo de buena calidad, el concreto no tiene hormigueos y el acero no está expuesto).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.28

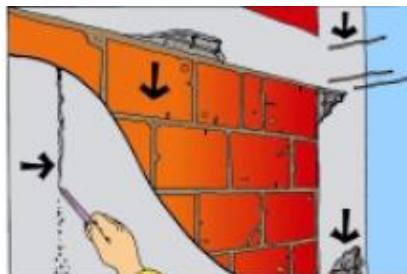
Vulnerabilidad media (cumple algunos requisitos del ítem anterior)



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.29

Vulnerabilidad alta (no se cumplen los requisitos del ítem 1).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

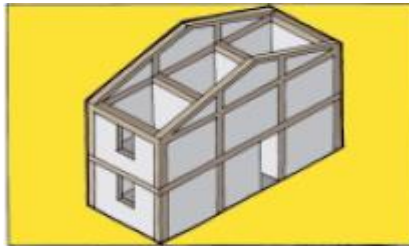
9.3 Aspectos estructurales

Permiten determinar confinamiento y distribución de vigas y columnas en las edificaciones (ver Figuras 30,31 y 32).

9.3.1 Muros confinados y reforzados

Figura.30

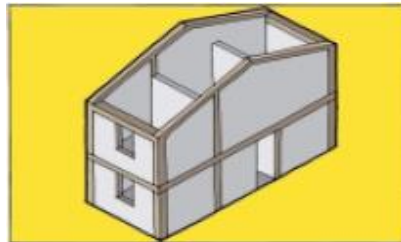
Vulnerabilidad baja (todos los muros de mampostería están confinados con vigas y columnas, todos los elementos de confinamiento tiene acero y cumplen con la norma NRS-98).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.31

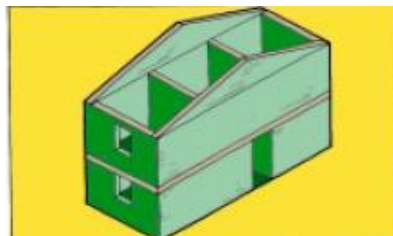
Vulnerabilidad media (algunos muros de la edificación no cumplen con los requisitos del ítem anterior).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.32

Vulnerabilidad alta (la mayoría de los muros de mampostería de la vivienda no tienen confinamiento).



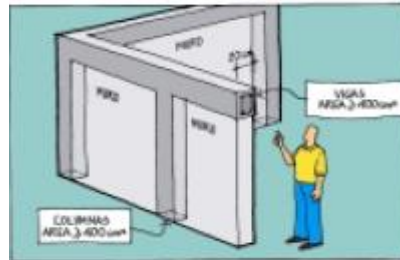
Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.3.2 Detalle de columnas y vigas de confinamiento

Esta va inherente al tamaño de los elementos estructurales (ver Figuras 33, 34 y 35).

Figura.33

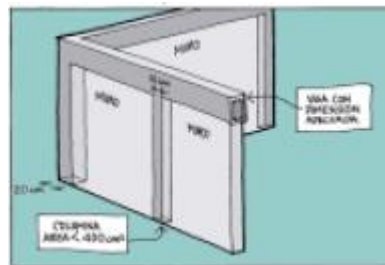
Vulnerabilidad baja (las columnas y vigas tiene más de 20cm de espesor o más de 400 cm², tiene el acero mínimo requerido).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.34

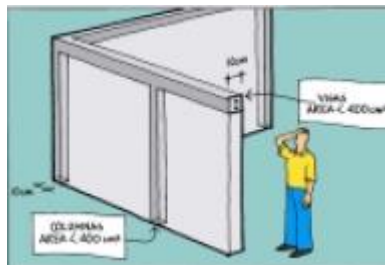
Vulnerabilidad media (no todas las vigas y columnas cumplen con el ítem anterior).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.35

Vulnerabilidad alta (la mayoría de las columnas y vigas de confinamiento no cumplen con los requisitos establecidos)



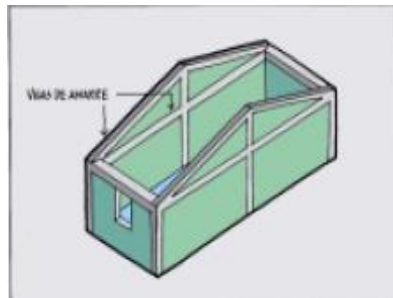
Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.3.3 Vigas de amarre o corona

Aspectos estructurales de gran importancia para determinar vulnerabilidad (ver figuras 36, 37 y 38).

Figura.36

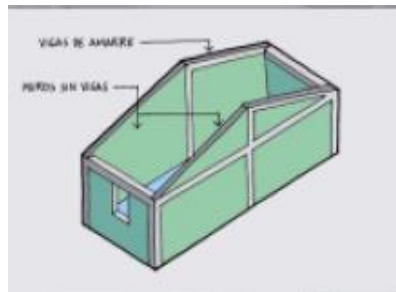
Vulnerabilidad baja (existen vigas de amarre o de corona en concreto reforzado en todos los muros).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.37

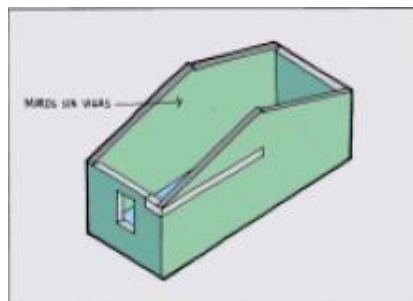
Vulnerabilidad media (no todos los muros tiene vigas de amarre o de corona).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.38

Vulnerabilidad alta (no tiene vigas de amarre o de corona en los muros)



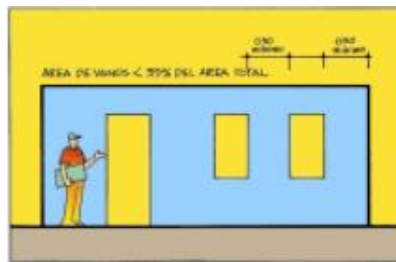
Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.3.4 Características de las aberturas

El tamaño de puertas y ventanas con referencia al muro establece esta característica (ver Figuras 39, 40 y 41).

Figura.39

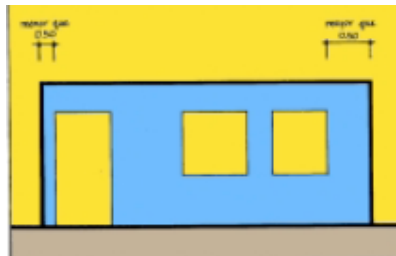
Vulnerabilidad baja (Las aberturas en los muros estructurales son pequeñas, bien espaciadas y ubicadas lejos de las esquinas, El área total de los vacíos (vanos), no es mayor al 35% del área total del muro, la distancia mínima entre vanos no es mayor a 50 cm.



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.40

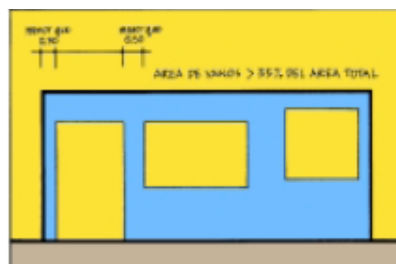
Vulnerabilidad media (no cumple con algunos requisitos de los anteriores).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.41

Vulnerabilidad alta (no cumplen con los requisitos mencionados en los ítems anteriores).



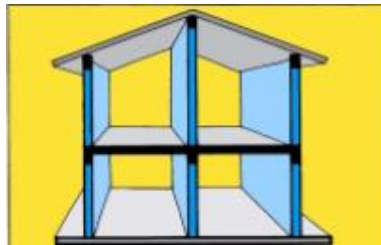
Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.3.5. Entrepiso

Este debe fundirse, apoyarse y ser continuo para que la construcción se comporte de manera monolítica (ver Figuras 42, 43 y 44).

Figura.42

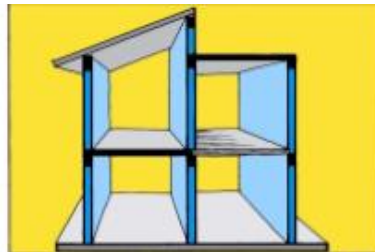
Vulnerabilidad baja (el entrepiso está conformada por placa en concreto apoyada en los muros y su construcción es monolítica).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.43

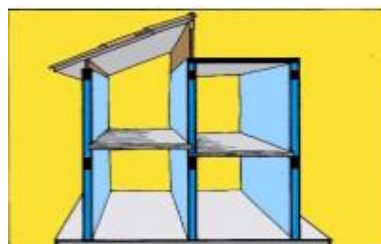
Vulnerabilidad media (la placa de entrepiso no cumple con algunas normas mencionadas en el ítem anterior).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.44

Vulnerabilidad alta (los entrepisos están conformados por madera o combinaciones de materiales y no cumplen con la norma NSR-98).



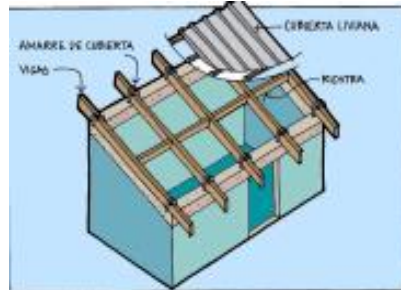
Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.3.6 Amarre de cubiertas

Depende de la uniformidad en cuanto a materiales, de longitudes pequeñas entre estos, distancia entre vigas de no muy grande (ver Figuras 45,46 y 47).

Figura.45

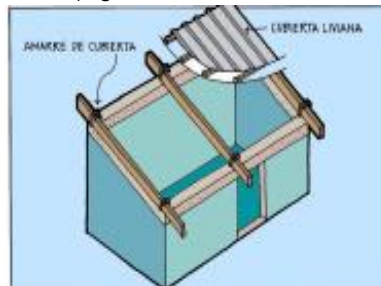
Vulnerabilidad baja (buen amarre de cubierta, una estructura bien conformada y teja liviana).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.46

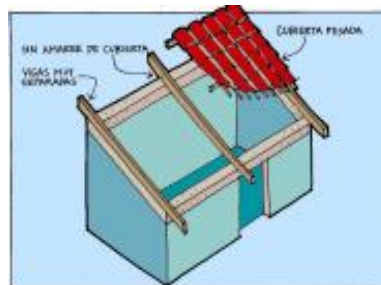
Vulnerabilidad media (algunos de los anteriores ítems no cumplen).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.47

Vulnerabilidad alta (la cubierta es pesada y no tiene una estructura estable que garantice el buen funcionamiento).



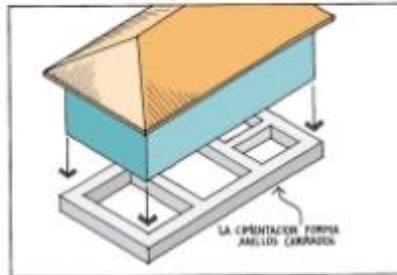
Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.4 Cimentación

Debe estar conformada por vigas corridas en concreto reforzado que conformen anillos amarrados (ver Figuras 48, 49 y 50).

Figura.48

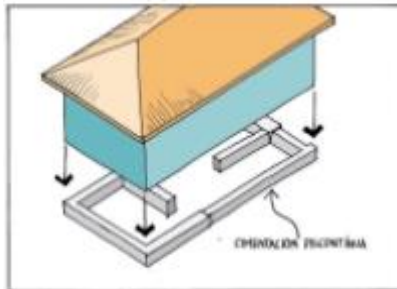
Vulnerabilidad baja (la cimentación está conformada por vigas corridas en concreto reforzado enlazadas entre sí).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.49

Vulnerabilidad media (algunas de las vigas de cimentación no están enlazadas).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.50

Vulnerabilidad alta (la vivienda no tiene una adecuada cimentación).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

9.5 Suelos

Vulnerabilidad baja: suelos duros y de muy buena capacidad portante.

Vulnerabilidad media: suelos de resistencia mediana y puede generar algunos hundimientos.

Vulnerabilidad alta: suelos blandos y presentan asentamientos muy altos.

Ver Figuras 51,52 y 53.

9.6 Entorno

Depende de la topografía donde se encuentra la construcción (Ver Figuras 51, 52 y 53)

Figura.51

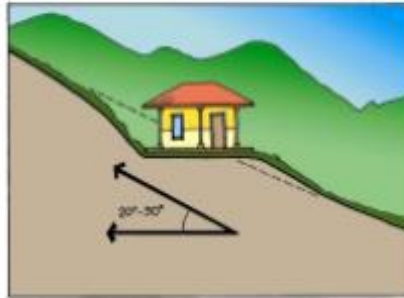
Vulnerabilidad baja (la topografía del terreno es plana o menor a 20 grados).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.52

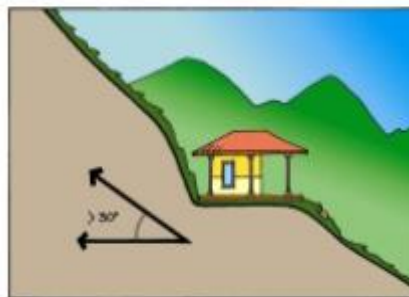
Vulnerabilidad media (la topografía del terreno tiene un ángulo de inclinación de 20 a 30 grados con respecto a la horizontal).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

Figura.53

Vulnerabilidad alta (la topografía del terreno tiene inclinaciones mayores a 30 grados con respecto a la horizontal).



Fuente: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistente de viviendas en mampostería.

10.MARCO LEGAL Y NORMATIVO

De acuerdo al marco legal y normativo se apoyo en las normas de sismo-resistente NSR 98 y la norma ICONTEC 1486.

11.RESULTADOS OBTENIDOS

11.1 Inventario de edificaciones

Tomando como fuente de información de la **ALCALDÍA DE PEREIRA**; oficina Municipal para la prevención y atención de desastres – OMPAD. Inventario de las viviendas intervenidas por el fondo para la reconstrucción y desarrollo social del eje cafetero (FOREC) y las edificaciones objeto de estudio. En la Tabla.3 se presenta el inventario discriminado de las viviendas y los barrios que fueron subsidiaos por el FOREC y encuestadas.

Tabla.3

Inventario de las viviendas subsidiadas por el FOREC y las encuestadas.

Comunas	Viviendas subsidiadas por el FOREC	Viviendas encuestadas (objeto de estudio)
San Joaquín	147	29
Cuba	296	19
Olimpica	79	1
Perla del Otún	57	0
El oso	8	0
El jardín	41	0
Consota	119	3
El poblado	79	5
El roció	19	0
Villa santana	137	0
Universidad	11	0
Boston	51	14
Villavicencio	52	0
Oriente	31	0
San Nicolás	85	29
Centro	155	0
Rio Otún	89	0
Del café	36	0
TOTAL	1492	100

Fuente: Obtenido por los investigadores.

11.2 Tipología de las viviendas

Con las encuestas realizadas en los predios objeto de estudio detallamos en la siguiente tabla las tipologías que encontramos en campo de acuerdo a la ficha técnica de evaluación de vulnerabilidad física de las viviendas suministrada por la oficina municipal para la prevención y atención de desastres OMPAD. En la Tabla.4 se presenta el inventario de las tipologías de las viviendas encuestadas.

Tabla.4
Inventario de las tipologías de viviendas encuestadas

Tipología	No de edificaciones
Evaluación de vulnerabilidad física viviendas en mampostería	65
Evaluación de vulnerabilidad física Viviendas mixtas	35

Fuente: Obtenido por los investigadores.

11.3 Resumen de los aspectos geométricos, constructivos, estructurales, cimentación, suelos y entorno de cada vivienda encuestada de acuerdo al grado de vulnerabilidad de cada una de las edificaciones. En la Tabla.5 se presenta el resumen de los componentes físicos y estructurales de cada una de las viviendas encuestadas.

Tabla.5

Resumen de los componentes físicos y estructurales de cada una de las viviendas encuestadas.

COMPONENTES	VULNERABILIDAD		
	BAJA (1)	MEDIA (2)	ALTA (3)
ASPECTOS GEOMETRICOS			
Irregularidad en planta de la edificación	73	12	15
Cantidad de muros en dos direcciones	40	55	5
Irregularidad en la altura	70	22	8
ASPECTOS CONSTRUTIVOS			
Calidad de las uniones de los muros estructurales	42	48	10
Tipo y disposición diferentes elementos de los muros estructurales	48	41	11
Calidad de los materiales	65	28	7
ASPECTOS ESTRUCTURALES			
Muros en mampostería	63	28	9
Detalle de columnas y vigas de confinamiento	31	57	12
Vigas de amarre y corona	38	39	23
Características de las aberturas	43	46	11
Entrepiso	63	22	15
Amarre de cubierta	47	40	13
Cimentación	50	38	12
Suelos y entorno	46	40	14

Fuente: Obtenido por los investigadores.

11.4 intervenciones realizadas por el FOREC

En la Tabla.6 se presenta la tabla completa con las direcciones, nombre del propietario y las intervenciones realizadas por el FOREC de cada vivienda encuestada y en la Tabla.7 se dan los resultados de las intervenciones realizadas por el FOREC perteneciente a cada vivienda encuestada.

Tabla.6 Intervenciones realizadas por el FOREC a las viviendas encuestadas

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	INTERVENCIONES
1	Cra 22 # 73b-54	CUBA	CUBA	3	LADY ARBOLEDA MUÑOZ	Reforzamiento estructural.
2	Cra 14 bis # 31b-18	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	ALFONSO HERRERA	Reforzamiento estructural.
3	Cra 14 bis # 31b-12	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	RUBY VASQUEZ	Reforzamiento estructural.
4	Cra 15 # 34b-13	VILLA MERY	SAN NICOLAS	2	DORA FLOREZ	Reforzamiento estructural.
5	M3 Casa13	LA DIVISA	CONSOTA	2	MARY DOLLY GONZALEZ	Reforzamiento estructural.
6	M4 Casa15	LA DIVISA	CONSOTA	2	CONSTANZA TORRES	Reforzamiento estructural.
7	casa 191	ROCIO ALTO	POBLADO	2	RUBI ALBA CASTRO	Reforzamiento estructural.
8	Calle 78 # 31-121	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	JOSE EDIER MARIN	Reforzamiento estructural.
9	Calle 78 # 31-107	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	ANA MATILDE GIRALDO	Reforzamiento estructural.
10	Calle 78 # 31- 89	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	MARIA TRINIDAD ARISTIZABAL	Reforzamiento estructural.
11	Calle 15b # 29-21	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	SILENY CARDONA LEMA	Reforzamiento estructural.
12	Cra 16 # 30-09	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	MARIA IRENE LOPEZ	Reforzamiento estructural.
13	Calle 30 # 14-114	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	TERESITA OSORIO	Reforzamiento estructural.
14	Calle 31 bis # 14b-60	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	ROSMIRA ZAPATA	Reforzamiento estructural.
15	Cra 14 # 31-45	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	MIGUEL ANGEL ASTAISA	Reforzamiento estructural.
16	Cra 15 # 34b-21	VILA MERY	SAN NICOLAS	2	ELVIA PINEDA	Reforzamiento estructural.
17	Manzana J Casa 3	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	LUZ MARIAN BOLIVAR	No recibió intervención por el FOREC.

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	INTERVENCIONES
18	Manzana J Casa 28	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	GUSTAVO ALVAREZ	No recibió intervención por el FOREC.
19	Manzana J Casa 13	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	MARIANA GUARIN	No recibió intervención por el FOREC.
20	Manzana M Casa 13	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	MIRIAN GUARIN	No recibió intervención por el FOREC.
21	Manzana J Casa 4	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	TEREZA AGUIRRE	No recibió intervención por el FOREC.
22	Manzana J Casa 17	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	SOLANGEL TREJOS	No recibió intervención por el FOREC.
23	Manzana N Casa 5	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	ALVARO VELASQUEZ	No recibió intervención por el FOREC.
24	Manzana 15 Casa 44	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	SALVADOR VANEGAS PEREZ	Reforzamiento estructural.
25	Manzana E Casa 97	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	JESUS HERNANDEZ	Cambio de cubierta.
26	Manzana A Casa 15	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	MARIA CASTRO	Reforzamiento estructural.
27	Manzana F Casa 110	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	JESUS MARIA GIRALDO	Reforzamiento estructural.
28	Manzana 15 Casa 6	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	JOSE OMAR GONZALEZ	Reforzamiento estructural.
29	Manzana 9 Casa 54	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	GLADIS RAMIREZ	Reforzamiento estructural.
30	Calle 68 # 26-66	CUBA	CUBA	3	ADIELA GRISALES	No recibió intervención por el FOREC.
31	Cra 26 bis # 71-39	CUBA	CUBA	3	LUIS HONORIO MOSQUERA	Reforzamiento estructural.
32	Calle 19 bis # 23-79	BOSTON	BOSTON	3	MARIA PELAEZ	Reforzamiento estructural.
33	Calle 32 # 14b-02	VILA MERY	SAN NICOLAS	2	GILBERTO BUENO BETANCOUR	Muro de contención en la parte posterior de la vivienda.

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	INTERVENCIONES
34	Calle 78 # 32-21	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	FERNANDO GALEANO	Reforzamiento estructural.
35	Calle 29 bis # 15-24	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	3	CONSUELO GALLEGO	Reforzamiento estructural.
36	Cra 14 bis # 31b-20	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	HELI LOPEZ	Reforzamiento estructural.
37	Cra 22 # 19b-18	BOSTON LA ISLA	BOSTON	3	ALBA LUZ PEREZ	Reforzamiento estructural.
38	Calle 78 # 30-44	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	NEFTALY MESA	Reforzamiento estructural.
39	Cra 15 # 34-31	VILA MERY	SAN NICOLAS	2	LUZ DARY ORTIZ CARDONA	Reforzamiento estructural.
40	Calle 31 # 15b-51	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	LUISA LISCANO	Reforzamiento estructural.
41	Cra 14 bis # 28b-20	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	AURA DOLLY BALLESTEROS	Reforzamiento estructural.
42	Cra 22 # 27b-114	BOSTON LA ISLA	BOSTON	3	ROSA MARIA FRANCO	Reforzamiento estructural.
43	Calle 19b # 22b-19	BOSTON	BOSTON	2	MARIA CORTEZ	Reforzamiento estructural.
44	Cra 15 # 27-43	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	RICARDINA OSPINA CARDONA	Cambio de cubierta parte trasera.
45	Cra 15 # 27-02	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	SILVIA OJEDA	Reforzamiento estructural.
46	Manzana 15 Casa 43	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	HERNANDO CARDONA	Reforzamiento estructural.
47	Manzana C Casa 58	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	MARIA GUILLERMINA HURTADO	Reforzamiento estructural.
48	Calle 72 # 27-14	EL OSO	CUBA	2	RUBIEL ANTONIO MONTOYA	Reforzamiento estructural solo en el perímetro de la vivienda.
49	Calle 74a # 24-05	CUBA	CUBA	2	LUZ MARINA QUINTERO	Reforzamiento estructural solo en primer piso.

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	INTERVENCIONES
50	Manzana 15 # 36-37	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	ANA MILENA CARVAJAL	Reforzamiento estructural.
51	CRA 16 No 27-63	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	ISABEL ECHEVERRY	Reforzamiento estructural.
52	CRA 16 No 30-25	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	JHON JAIRO SALAZAR	Reforzamiento estructural.
53	CRA 16 No 30-39 Y 30-41	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	MARIA ADIELA BETANCURT	Reforzamiento estructural.
54	CRA 23 BIS No 73-33	CUBA	CUBA	3	LIRIA BEDOYA	Reforzamiento estructural.
55	CALLE 31 No 15B-53	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	ALBEIRO VILLANUEVA	Reforzamiento estructural.
56	CALLE 73A No 22-49	CUBA	CUBA	3	GLADIS GOMEZ	Reforzamiento estructural.
57	CRA 23 BIS No 74-43	CUBA	CUBA	3	BLANCA OCAMPO	Reforzamiento estructural.
58	CRA 22B No 73B-12	CUBA	CUBA	3	HELENA JIMENEZ DE AGUIÑON	Reconstrucción de la vivienda.
59	CRA 22 No 73B-119	CUBA	CUBA	3		Reforzamiento estructural.
60	CALLE 73 No 22-06	CUBA	CUBA	3	LUCELY ARANGO	Reforzamiento estructural.
61	CRA 16 No 26-53	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2		Reconstrucción de la vivienda.
62	M ANZANA C CASA 54	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	JANET MARULANDA	Reforzamiento estructural.
63	MANZANA K CASA 187	LA ISLA	SAN JUANQUIN	2	JORGE ENRIQUE MINOTTA	Cambio de cubierta solo la mitad de la vivienda.
64	CALLE 31 No 14-36	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	GLORIA AMPARO GRISALES	Reforzamiento estructural.
65	CRA 14 No 29-48	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	MARIA GOMEZ	Reforzamiento estructural.
66	CRA 15 No 34B - 11	VILLA MERY	SAN NICOLAS	2	MARIA DEI GARCIA	Reforzamiento estructural.

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	INTERVENCIONES
67	CALLE 33 BIS No 15-20	VILLA MERY	SAN NICOLAS	2	LUCRECIA TABARES	Reforzamiento estructural.
68	CALLE 33 BIS No 15-27	VILLA MERY	SAN NICOLAS	2	GLORIA GOMEZ	Reforzamiento estructural.
69	CRA 22 No 74B - 103	CUBA	CUBA	3	GRACIELA USMA	Reforzamiento estructural en primer piso.
70	MANZANA 38 CASA 11	CORALES	VILLA OLIMPICA	4	BLANCA RUTH BETANCURT	Reforzamiento estructural.
71	MANZANA B CASA 49	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	LUZ EMIR RENGIFO CASTAÑEDA	Reforzamiento estructural.
72	CALLE 67B No 26-39	CUBA	CUBA	3	MELVA ARIAS	Reforzamiento estructural.
73	MANZANA 15 CASA 13	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	MARIA HENAO	Reforzamiento estructural.
74	MANZANA L CASA 209	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	ALBA DIAZ	Muro de contención parte trasera de la vivienda.
75	CALLE 78 No 32-31	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	MARIA TERESA BETANCURT	Reforzamiento estructural.
76	CALLE 78 No 32-27	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	MARIA LUCELY BLANDON ROJAS	Reforzamiento estructural.
77	CALLE 17 BIS No 23B-42	BOSTON	BOSTON	2	CARMEN SEPULVEDA	Reforzamiento estructural.
78	CRA 23 BIS No 17A-29	BOSTON	BOSTON	2	CECILIA CASTILLO	Reforzamiento estructural.
79	CRA 29A No 30-25 CASA 36	ROCIO ALTO	POBLADO	2	MARIA BELEN Z	Reforzamiento estructural.
80	CRA 15 No 27-30	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	JOSE FLOREZ	Reforzamiento estructural.
81	CRA 29 A No 30-08 CASA 39A	ROCIO ALTO	POBLADO	2	CARLOS JULIO ROJAS	Reforzamiento estructural.
82	CRA 29A No 28-97	ROCIO ALTO	POBLADO	2	ANTONIO SOTO	Reforzamiento estructural.
83	CRA 23 No 18-30	BOSTON	BOSTON	3	GLADIS SEPULVEDA	Reforzamiento estructural.

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	INTERVENCIONES
84	CALLE 21 No 23-47	BOSTON	BOSTON	3	ARNOBIA GRANADOS	Reforzamiento estructural en primer piso.
85	CRA 22 No 17B-22	BOSTON LA ISLA	BOSTON	3	MARIA CECILIA TORO	Reforzamiento estructural.
86	CRA 24 No 17E - 19	BOSTON	BOSTON	3	EUCARIS AGUDELO	Reforzamiento estructural.
87	CALLE 66A No 26-28	CUBA	CUBA	3	JHON EDISON ORTIZ RIOS	Reforzamiento estructural.
88	CALLE 73A No 22-53	CUBA	CUBA	3	LEONARDO GOMEZ	Reforzamiento estructural.
89	CALLE 68B No 26B-43	CUBA	CUBA	3	ALEXANDER RUIZ GARZON	Reforzamiento estructural.
90	CALLE 69 No 23-43	CUBA	CUBA	3	MARIA MARLENY RESTREPO	Reforzamiento estructural.
91	CRA 22 BIS No 74-87	CUBA	CUBA	3	LUZ MERY MONTOYA	Reforzamiento estructural.
92	CALLE 78 No 31-113	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	SARA ALVIS	Reforzamiento estructural.
93	CRA 24 No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	BOSTON	2	MAGNOLIA GIRALDO	Reforzamiento estructural.
94	CRA 24 No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	BOSTON	2	FABIO BERMUDEZ CORREA	Reforzamiento estructural.
95	CRA 24 No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	BOSTON	2	FRANCI ELENA ARBELAEZ	Reforzamiento estructural.
96	CRA 24 CASA A No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	BOSTON	2	ANA MARIA ARBELAEZ LOPEZ	Reforzamiento estructural solo en el perímetro.
97	MANZANA 4 CASA 10	LA DIVISA	CONSOTA	2	VICENTE GRAJALES RIOS	Reforzamiento estructural.
98	CRA 29A No 30-65	ROCIO ALTO	POBLADO	2	HERNANDO DE JESUS BUENO	Reforzamiento estructural.
99	CRA 15 No 27-70	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	CARLOS EMILIO ALVAREZ	Reforzamiento estructural.
100	CRA 26 No 68-24	CUBA	CUBA	3	RUBIEL MESA	Reforzamiento estructural.

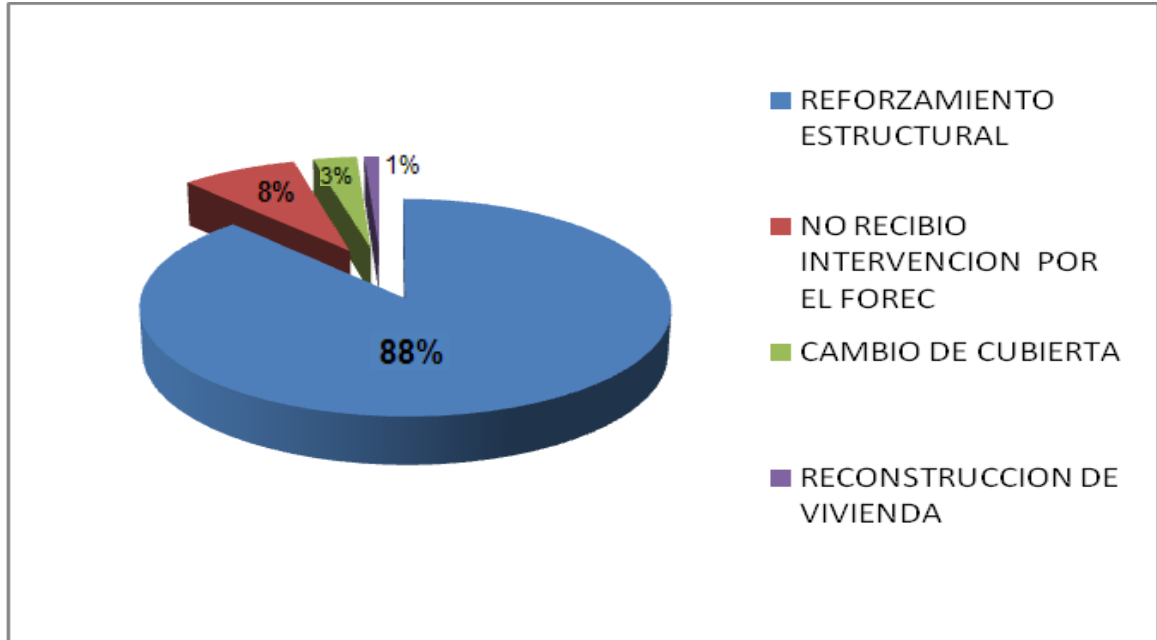
Fuente: Obtenido por los investigadores.

Tabla.7
Resultados de las intervenciones realizadas por el FOREC perteneciente a cada vivienda encuestada.

ITEM	INTERVENCIONES	TOTAL VIVIENDAS	TOTAL VIVIENDAS EN %
1	Reforzamiento estructural	88	88%
2	No recibió intervención por el FOREC	8	8%
3	Cambio de cubierta	3	3 %
4	Reconstrucción de vivienda	1	1 %
	TOTAL	100	100%

Fuente: Obtenido por los investigadores.

Grafico.1
Resultados totales de las intervenciones realizadas por el FOREC.



Fuente: Obtenido por los investigadores.

11.5 Evaluación de Vulnerabilidad

En la Tabla.8 se presenta la lista completa de direcciones, nombre del propietario, recomendaciones y la vulnerabilidad perteneciente a cada vivienda encuestada y en la Tabla.9 están los resultados de la vulnerabilidad perteneciente a cada vivienda encuestada.

Tabla.8 Evaluación de vulnerabilidad

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	RECOMENDACIONES	VULNERABILIDAD
1	Cra 22 # 73b-54	CUBA	CUBA	3	LADY ARBOLEDA MUÑOZ		1,5
2	Cra 14 bis # 31b-18	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	ALFONSO HERRERA		2,2
3	Cra 14 bis # 31b-12	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	RUBY VASQUEZ	Demoler y construir placa, construir vigas de amarre, cintas y anclajes	2,0
4	Cra 15 # 34b-13	VILLA MERY	SAN NICOLAS	2	DORA FLOREZ		1,7
5	M3 Casa13	LA DIVISA	CONSOTA	2	MARY DOLLY GONZALEZ		1,3
6	M4 Casa15	LA DIVISA	CONSOTA	2	CONSTANZA TORRES		1,7
7	casa 191	ROCIO ALTO	POBLADO	2	RUBI ALBA CASTRO		1,8
8	Calle 78 # 31-121	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	JOSE EDIER MARIN		1,9
9	Calle 78 # 31-107	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	ANA MATILDE GIRALDO		1,7
10	Calle 78 # 31-89	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	MARIA TRINIDAD ARISTIZABAL		1,7
11	Calle 15b # 29-21	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	SILENY CARDONA LEMA	Demolición e instalación de cuchilla, construcción de viga de amarre.	1,8

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	RECOMENDACIONES	VULNERABILIDAD
12	Cra 16 # 30-09	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	MARIA IRENE LOPEZ		1,0
13	Calle 30 # 14-114	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	TERESITA OSORIO		1,5
14	Calle 31 bis # 14b-60	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	ROSMIRA ZAPATA		1,8
15	Cra 14 # 31-45	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	MIGUEL ANGEL ASTAISA		1,7
16	Cra 15 # 34b-21	VILA MERY	SAN NICOLAS	2	ELVIA PINEDA		2,0
17	Manzana J Casa 3	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	LUZ MARIAN BOLIVAR		1,0
18	Manzana J Casa 28	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	GUSTAVO ALVAREZ		1,2
19	Manzana J Casa 13	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	MARIANA GUARIN		1,0
20	Manzana M Casa 13	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	MIRIAN GUARIN		1,0
21	Manzana J Casa 4	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	TEREZA AGUIRRE		1,0
22	Manzana J Casa 17	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	SOLANGEL TREJOS		1,2
23	Manzana N Casa 5	EL CARDAL	SAN JUAQUIN	2	ALVARO VELASQUEZ		1,0
24	Manzana 15 Casa 44	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	SALVADOR VANEGAS PEREZ		1,2
25	Manzana E Casa 97	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	JESUS HERNANDEZ		2,4
26	Manzana A Casa 15	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	MARIA CASTRO		1,4
27	Manzana F Casa 110	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	JESUS MARIA GIRALDO		1,4
28	Manzana 15 Casa 6	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	JOSE OMAR GONZALEZ		1,2
29	Manzana 9 Casa 54	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	GLADIS RAMIREZ		1,6

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	RECOMENDACIONES	VULNERABILIDAD
30	Calle 68 # 26-66	CUBA	CUBA	3	ADIELA GRISALES	Desmante e instalación de cubierta, construcción de viga de amarre, cintas de concreto, anclajes para columnas.	2,2
31	Cra 26 bis # 71-39	CUBA	CUBA	3	LUIS HONORIO MOSQUERA		1,4
32	Calle 19 bis # 23-79	BOSTON	BOSTON	3	MARIA PELAEZ		1,9
33	Calle 32 # 14b-02	VILA MERY	SAN NICOLAS	2	GILBERTO BUENO BETANCOUR		2,0
34	Calle 78 # 32-21	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	FERNANDO GALEANO	Desmante e instalación de cubierta, construcción de vigas de amarre, cinta de concreto y columnas.	2,0
35	Calle 29 bis # 15-24	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	3	CONSUELO GALLEGO	Construcción de columnas y anclajes para comunicar sistema estructural.	1,4
36	Cra 14 bis # 31b-20	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	HELI LOPEZ		1,7
37	Cra 22 # 19b-18	BOSTON LA ISLA	BOSTON	3	ALBA LUZ PEREZ	Construcción de columnas, vigas de amarre y cintas. Demolición de muros.	1,8

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	RECOMENDACIONES	VULNERABILIDAD
38	Calle 78 # 30-44	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	NEFTALY MESA	Desmónte de muros, construcción de columnas y vigas de amarre, además sistema de anclajes.	1,7
39	Cra 15 # 34-31	VILA MERY	SAN NICOLAS	2	LUZ DARY ORTIZ CARDONA		2,0
40	Calle 31 # 15b-51	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	LUISA LISCANO		2,0
41	Cra 14 bis # 28b-20	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	AURA DOLLY BALLESTEROS		2,0
42	Cra 22 # 27b-114	BOSTON LA ISLA	BOSTON	3	ROSA MARIA FRANCO	Demolición de cuchilla, desmónte e instalación n de cubierta y construcción de columnas y vigas de amarre.	1,6
43	Calle 19b # 22b-19	BOSTON	BOSTON	2	MARIA CORTEZ		2,0
44	Cra 15 # 27-43	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	RICARDINA OSPINA CARDONA	Desmónte e instalación de cubierta.	1,7
45	Cra 15 # 27-02	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	SILVIA OJEDA		2,2
46	Manzana 15 Casa 43	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	HERNANDO CARDONA		1,6
47	Manzana C Casa 58	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	MARIA GUILLERMINA HURTADO	Construir columnas de amarre.	2,1

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	RECOMENDACIONES	VULNERABILIDAD
48	Calle 72 # 27-14	EL OSO	CUBA	2	RUBIEL ANTONIO MONTOYA	Construcción de columnas, vigas de amarre y cintas de concreto.	2,1
49	Calle 74a # 24-05	CUBA	CUBA	2	LUZ MARINA QUINTERO	Demolición de placa existente, demolición de muros y reforzamiento de sistema estructural.	2,3
50	Manzana 15 # 36-37	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	ANA MILENA CARVAJAL		1,5
51	CRA 16 No 27-63	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	ISABEL ECHEVERRY		1,3
52	CRA 16 No 30-25	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	JHON JAIRO SALAZAR		1,3
53	CRA 16 No 30-39 Y 30-41	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	MARIA ADIELA BETANCURT	construir la placa	2
54	CRA 23 BIS No 73-33	CUBA	CUBA	3	LIRIA BEDOYA	construir la vigas de coronación y cambio de estructura de cubierta	1,5
55	CALLE 31 No 15B-53	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	ALBEIRO VILLANUEVA	La vivienda se encuentra construida cerca a una ladera	1,9
56	CALLE 73A No 22-49	CUBA	CUBA	3	GLADIS GOMEZ	amarra en muro 2do piso	1,6
57	CRA 23 BIS No 74-43	CUBA	CUBA	3	BLANCA OCAMPO	Construir placa, columnas vigas de amarre y de coronación.	2,1
58	CRA 22B No 73B-12	CUBA	CUBA	3	HELENA JIMENEZ DE AGUIÑON		1

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	RECOMENDACIONES	VULNERABILIDAD
59	CRA 22 No 73B-119	CUBA	CUBA	3		construir vigas de coronación	1,7
60	CALLE 73 No 22-06	CUBA	CUBA	3	LUCELY ARANGO	la vivienda es muy irregular	1,6
61	CRA 16 No 26-53	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2			1
62	M ANZANA C CASA 54	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	JANET MARULANDA		1,4
63	MANZANA K CASA 187	LA ISLA	SAN JUANQUIN	2	JORGE ENRIQUE MINOTTA	Construir columnas, vigas de enlace de zapatas, vigas de amarre, de coronación y cambio de cubierta.	2,3
64	CALLE 31 No 14-36	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	GLORIA AMPARO GRISALES		1
65	CRA 14 No 29-48	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	MARIA GOMEZ	construir placa, y vigas de coronación	2,3
66	CRA 15 No 34B -11	VILLA MERY	SAN NICOLAS	2	MARIA DEI GARCIA	Construir la placa	2,1
67	CALLE 33 BIS No 15-20	VILLA MERY	SAN NICOLAS	2	LUCRECIA TABARES		1,5
68	CALLE 33 BIS No 15-27	VILLA MERY	SAN NICOLAS	2	GLORIA GOMEZ	Construir placa, columnas y vigas de coronación y de confinamiento	2,6
69	CRA 22 No 74B -103	CUBA	CUBA	3	GRACIELA USMA		1,5
70	MANZANA 38 CASA 11	CORALES	VILLA OLIMPICA	4	BLANCA RUTH BETANCURT		1
71	MANZANA B CASA 49	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	LUZ EMIR RENGIFO CASTAÑEDA		1,3
72	CALLE 67B No 26-39	CUBA	CUBA	3	MELVA ARIAS		1

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	RECOMENDACIONES	VULNERABILIDAD
73	MANZANA 15 CASA 13	PERLA DEL SUR	SAN JUAQUIN	2	MARIA HENAO		1
74	MANZANA L CASA 209	LA ISLA	SAN JUAQUIN	2	ALBA DIAZ	Construir placa, columnas, vigas de amarre, coronación, y cambio de estructura de cubierta.	2,4
75	CALLE 78 No 32-31	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	MARIA TERESA BETANCURT		1,3
76	CALLE 78 No 32-27	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	MARIA LUCELY BLANDON ROJAS		1,3
77	CALLE 17 BIS No 23B-42	BOSTON	BOSTON	2	CARMEN SEPULVEDA	Construir placa, columnas, vigas de amarre, coronación, y cambio de estructura de cubierta.	1,5
78	CRA 23 BIS No 17A-29	BOSTON	BOSTON	2	CECILIA CASTILLO		1
79	CRA 29A No 30-25 CASA 36	ROCIO ALTO	POBLADO	2	MARIA BELEN LOPEZ	Construir placa, columnas, vigas de amarre, coronación, muro en mampostería y cambio de estructura de cubierta.	1,2
80	CRA 15 No 27- 30	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	2	JOSE FLOREZ		1
81	CRA 29 A No 30-08 CASA 39A	ROCIO ALTO	POBLADO	2	CARLOS JULIO ROJAS	construir columnas y vigas de coronación y de confinamiento	1,7

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	RECOMENDACIONES	VULNERABILIDAD
82	CRA 29A No 28-97	ROCIO ALTO	POBLADO	2	ANTONIO SOTO		1,2
83	CRA 23 No 18-30	BOSTON	BOSTON	3	GLADIS SEPULVEDA		1,2
84	CALLE 21 No 23-47	BOSTON	BOSTON	3	ARNOBIA GRANADOS		1
85	CRA 22 No 17B-22	BOSTON LA ISLA	BOSTON	3	MARIA CECILIA TORO		1
86	CRA 24 No 17E -19	BOSTON	BOSTON	3	EUCARIS AGUDELO		1
87	CALLE 66A No 26-28	CUBA	CUBA	3	JHON EDISON ORTIZ RIOS		1
88	CALLE 73A No 22-53	CUBA	CUBA	3	LEONARDO GOMEZ		1,2
89	CALLE 68B No 26B-43	CUBA	CUBA	3	ALEXANDER RUIZ GARZON		1
90	CALLE 69 No 23-43	CUBA	CUBA	3	MARIA MARLENY RESTREPO		1,2
91	CRA 22 BIS No 74-87	CUBA	CUBA	3	LUZ MERY MONTOYA	construir la vigas de coronación y cambio de estructura de cubierta	1,7
92	CALLE 78 No 31-113	CAMPO ALEGRE	SAN JUAQUIN	1	SARA ALVIS	construir la vigas de coronación, cambio de estructura de cubierta y muro en ladrillo farol,	1,5
93	CRA 24 No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	BOSTON	2	MAGNOLIA GIRALDO		1
94	CRA 24 No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	BOSTON	2	FABIO BERMUDEZ CORREA		1,6
95	CRA 24 No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	BOSTON	2	FRANCI ELENA ARBELAEZ		1,6

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	COMUNA	ESTRATO	NOMBRE	RECOMENDACIONES	VULNERABILIDAD
96	CRA 24 CASA A No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	BOSTON	2	ANA MARIA ARBELAEZ LOPEZ	Construir placa, columnas, vigas de amarre, coronación y muro en mampostería.	2
97	MANZANA 4 CASA 10	LA DIVISA	CONSOTA	2	VICENTE GRAJALES RIOS	construir la vigas de coronación y cambio de estructura de cubierta	1,5
98	CRA 29A No 30-65	ROCIO ALTO	POBLADO	2	HERNANDO DE JESUS BUENO		1,2
99	CRA 15 No 27-70	SAN NICOLAS	SAN NICOLAS	1	CARLOS EMILIO ALVAREZ		1,6
100	CRA 26 No 68-24	CUBA	CUBA	3	RUBIEL MESA		1,2

Fuente: Obtenido por los investigadores.

Tabla.9

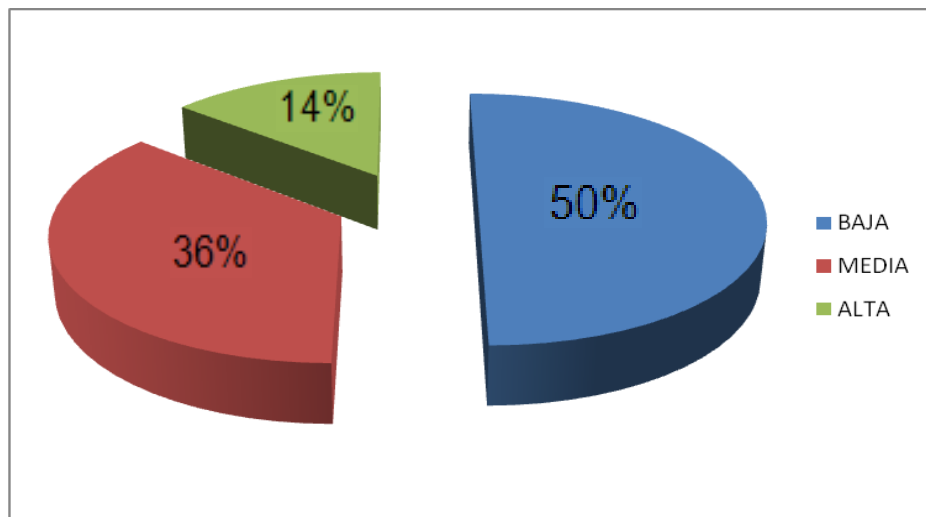
Resultados de la vulnerabilidad perteneciente a cada vivienda encuestada.

INTERVALO DE VULNERABILIDAD	TIPO	NUMERO DE VIVIENDAS	NUMERO DE VIVIENDAS EN %
0 - 1,5	BAJA	50	50%
1,6 - 2,0	MEDIA	36	36%
2,1 - 3,0	ALTA	14	14%
	TOTAL	100	100%

Fuente: Obtenido por los investigadores.

Grafico.2

Resultados totales en porcentaje de la vulnerabilidad de las viviendas encuestadas



Fuente: Obtenido por los investigadores.

12. ANALISIS DE DATOS

12.1 Datos Estadísticos de las Encuestas

El 50% de las viviendas son de vulnerabilidad baja y se encuentran cumpliendo con la norma sismo resistente NSR-98.

El 36% de las viviendas son de vulnerabilidad media y se determina que le falta algún componente de aspecto estructural, geométrico, constructivo, suelos y entorno.

El 14% de las viviendas son de vulnerabilidad alta y no se encuentran cumpliendo con la norma sismo resistente NSR 98 ya que tiene insuficiencias estructurales, geométricas, constructivos, suelos y entorno; en el momento de un sismo tiene alta probabilidad de colapsar.

12.2 Excentricidad de las viviendas

12.2.1. Distribución de la fuerza sísmica en planta

La fuerza sísmica por ser una fuerza inercial, actúa en el centro de masa de la estructura.

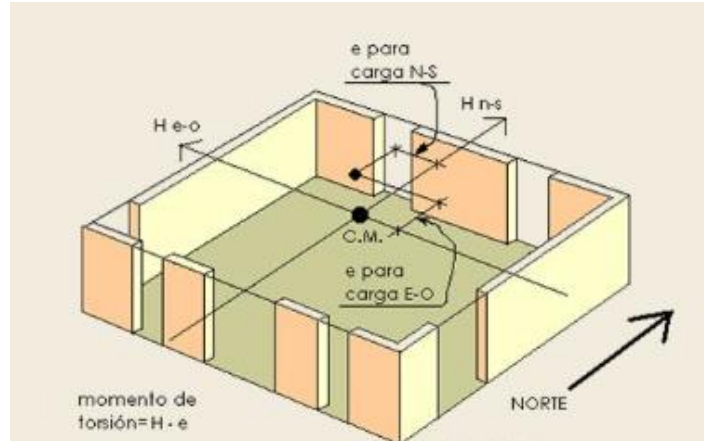
La estructura se opone a dicha fuerza sísmica a partir de una fuerza de reacción que actúa en el centro de la rigidez de la estructura.

La distribución de la fuerza sísmica en planta se realiza proporcionalmente a la rigidez de cada pórtico.

La diferencia entre los puntos de localización del centro de la rigidez y de la masa genera en la estructura un momento torsor (torsión sísmica). Como se muestra en la Figura.54

Figura.54

Excentricidad de la vivienda es la que controla el momento torsor en un sismo.



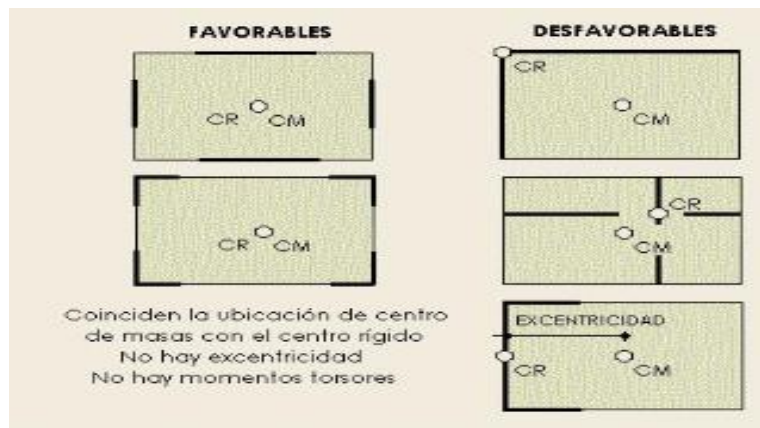
Fuente: www.lorenzoservidor.com.ar

La excentricidad es la distancia entre el centro de masa y el centro de rigidez de la edificación. Como se muestra en la Figura.55

Figura.55

Demostraciones en planta del centro de masa y rigidez de una estructura

12.2.1.1. Evaluación del centro de masa



Fuente: www.lorenzoservidor.com.ar

El centro de masa es el punto teórico donde se aplica la fuerza sísmica y se determina como:

$$C_{mx} = \frac{\sum mX_i}{\sum m_i}$$

$$C_{my} = \frac{\sum my_i}{\sum m_i}$$

$$MASA = L \cdot h \cdot e \cdot \rho$$

L= longitud

h= altura

e= espesor

ρ = peso específico del elemento

12.2.1.2. Evaluación del centro de rigidez

La estructura reacciona a la fuerza sísmica aplicada a una fuerza igual y de sentido opuesto que parte del centro de rigidez de la misma.

La evaluación del centro de rigidez es compleja pero una aproximación rápida y razonable se puede encontrar si se determina usando solamente la rigidez transversal de los elementos verticales (columnas y muros estructurales) el cálculo simplificado se puede tomar.

$$C_{kx} = \frac{\sum kX_i \cdot X_i}{\sum kX_i}$$

$$C_{ky} = \frac{\sum kY_i \cdot Y_i}{\sum kY_i}$$

INERCIA= I

$$I' = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I'' = I + (A \cdot d^2)$$

b= base
h= altura
A= área
d= distancia

Para el cálculo de la rigidez “aproximada” se puede tomar la rigidez básica geométrica y usar el teorema de Stainer.

La fuerza sísmica se distribuye para cada pódico proporcional a la rigidez del mismo. (Información tomada de la clase de Leonardo cano “análisis de estructuras”).

Tabla.10
Resumen de excentricidad de las viviendas valoradas

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	EXCENTRICIDAD DE LAS VIVIEDAS (M)	LONGITUD DE LA VIVIENDA (M)	RANGO %
1	Cra 22 # 73b-54	CUBA	2,46	10,8	22,8
2	Cra 14 bis # 31b-18	SAN NICOLAS	3	9,28	32,3
3	Cra 14 bis # 31b-12	SAN NICOLAS	3,33	9,86	33,8
4	Cra 15 # 34b-13	VILLA MERY	0,04	10	0,4
5	M3 casa 13	LA DIVISA	3,35	10,6	31,6
6	M4 Casa15	LA DIVISA	1,3	9,91	13.1
7	casa 191	ROCIO ALTO	2,81	10,6	26,5
8	Calle 78 # 31-121	CAMPO ALEGRE	3,19	7,85	40,6

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	EXCENTRICIDAD DE LAS VIVIENDAS (M)	LONGITUD DE LA VIVIENDA (M)	RANGO %
9	Calle 78 # 31-107	CAMPO ALEGRE	3,84	10,85	35,4
10	Calle 78 # 31- 89	CAMPO ALEGRE	2,26	12,57	18,0
11	Calle 15b # 29-21	SAN NICOLAS	4,75	13,15	36,1
12	Cra 16 # 30-09	SAN NICOLAS	3,51	10,17	34,5
13	Calle 30 # 14-114	SAN NICOLAS	5,04	15,79	31,9
14	Calle 31 bis # 14b-60	SAN NICOLAS	3,69	8,9	41,5
15	Cra 14 # 31-45	SAN NICOLAS	5,01	18	27,8
16	Cra 15 # 34b-21	VILA MERY	3,66	10,06	36,4
17	Manzana J Casa 3	EL CARDAL	4,32	12,42	34,8
18	Manzana J Casa 28	EL CARDAL	4,32	12,42	34,8
19	Manzana J Casa 13	EL CARDAL	4,32	12,42	34,8
20	Manzana M Casa 13	EL CARDAL	4,32	12,42	34,8
21	Manzana J Casa 4	EL CARDAL	4,32	12,42	34,8
22	Manzana J Casa 17	EL CARDAL	4,32	12,42	34,8
23	Manzana N Casa 5	EL CARDAL	4,32	12,42	34,8
24	Manzana 15 Casa 44	PERLA DEL SUR	3,45	18,06	19,1
25	Manzana E Casa 97	LA ISLA	4,65	13,02	35,7
26	Manzana A Casa 15	LA ISLA	3,83	11,6	33,0
27	Manzana F Casa 110	LA ISLA	4,23	13,54	31,2

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	EXCENTRICIDAD DE LAS VIVIENDAS (M)	LONGITUD DE LA VIVIENDA (M)	RANGO %
28	Manzana 15 Casa 6	PERLA DEL SUR	3,58	11,75	30,5
29	Manzana 9 Casa 54	PERLA DEL SUR	2,92	11,57	25,2
30	Calle 68 # 26-66	CUBA	7,27	20,5	35,5
31	Cra 26 bis # 71-39	CUBA	12,19	24,15	50,5
32	Calle 19 bis # 23-79	BOSTON	6,84	17,8	38,4
33	Calle 32 # 14b-02	VILA MERY	0,7	10,01	7,0
34	Calle 78 # 32-21	CAMPO ALEGRE	0,99	6,69	14,8
35	Calle 29 bis # 15-24	SAN NICOLAS	4,27	15,65	27,3
36	Cra 14 bis # 31b-20	SAN NICOLAS	3,5	22	15,0
37	Cra 22 # 19b-18	BOSTON LA ISLA	7,42	10,6	70,0
38	Calle 78 # 30-44	CAMPO ALEGRE	2,77	13,8	20,1
39	Cra 15 # 34-31	VILA MERY	4,66	11,83	39,4
40	Calle 31 # 15b-51	SAN NICOLAS	3,63	16,8	21,6
41	Cra 14 bis # 28b-20	SAN NICOLAS	6,54	18,06	36,2
42	Cra 22 # 27b-114	BOSTON LA ISLA	6,25	24,45	25,6
43	Calle 19b # 22b-19	BOSTON	6,67	14,06	47,4
44	Cra 15 # 27-43	SAN NICOLAS	5,04	5,8	86,9
45	Cra 15 # 27-02	SAN NICOLAS	3,94	16,4	24,0

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	EXCENTRICIDAD DE LAS VIVIENDAS (M)	LONGITUD DE LA VIVIENDA (M)	RANGO %
46	Manzana 15 Casa 43	PERLA DEL SUR	5,74	13,65	42,1
47	Manzana C Casa 58	LA ISLA	4,48	7,9	56,7
48	Calle 72 # 27-14	EL OSO	2,79	5,8	48,1
49	Calle 74a # 24-05	CUBA	4,04	13,8	29,3
50	Manzana 15 # 36-37	PERLA DEL SUR	4,71	13,8	34,1
51	CRA 16 No 27-63	SAN NICOLAS	2,14	7,02	30,5
52	CRA 16 No 30-25	SAN NICOLAS	5,35	15,55	34,4
53	CRA 16 No 30-39 Y 30-41	SAN NICOLAS	4,32	12,5	34,6
54	CRA 23 BIS No 73-33	CUBA	5,41	19	28,5
55	CALLE 31 No 15B-53	SAN NICOLAS	5,07	19	26,7
56	CALLE 73A No 22-49	CUBA	5,29	16	33,1
57	CRA 23 BIS No 74-43	CUBA	6,4	15,55	41,2
58	CRA 22B No 73B-12	CUBA	3,87	12	32,3
59	CRA 22 No 73B-119	CUBA	3,87	15,5	25,0
60	CALLE 73 No 22-06	CUBA	6,37	8	79,6
61	CRA 16 No 26-53	SAN NICOLAS	2,46	14	17,6
62	M ANZANA C CASA 54	LA ISLA	4,63	14	33,1
63	MANZANA K CASA 187	LA ISLA	4,6	14	32,9

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	EXCENTRICIDAD DE LAS VIVIENDAS (M)	LONGITUD DE LA VIVIENDA (M)	RANGO %
64	CALLE 31 No 14-36	SAN NICOLAS	3,64	14	26,0
65	CRA 14 No 29-48	SAN NICOLAS	3,63	12,84	28,3
66	CRA 15 No 34B -11	VILLA MERY	3,21	11,5	27,9
67	CALLE 33 BIS No 15-20	VILLA MERY	5,42	13,5	40,1
68	CALLE 33 BIS No 15-27	VILLA MERY	4,71	15	31,4
69	CRA 22 No 74B -103	CUBA	5,87	18,45	31,8
70	MANZANA 38 CASA 11	CORALES	4,26	12,75	33,4
71	MANZANA B CASA 49	LA ISLA	3,66	14	26,1
72	CALLE 67B No 26-39	CUBA	4,97	17,5	28,4
73	MANZANA 15 CASA 13	PERLA DEL SUR	3,72	15,23	24,4
74	MANZANA L CASA 209	LA ISLA	3,43	9,04	37,9
75	CALLE 78 No 32-31	CAMPO ALEGRE	0,77	5,2	14,8
76	CALLE 78 No 32-27	CAMPO ALEGRE	1,91	5,15	37,1
77	CALLE 17 BIS No 23B-42	BOSTON	3,51	6,85	51,2
78	CRA 23 BIS No 17A-29	BOSTON	3,99	17,86	22,3
79	CRA 29A No 30-25 CASA 36	ROCIO ALTO	0,75	6,35	11,8

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	EXCENTRICIDAD DE LAS VIVIENDAS (M)	LONGITUD DE LA VIVIENDA (M)	RANGO %
80	CRA 15 No 27-30	SAN NICOLAS	4,54	15,15	30,0
81	CRA 29 A No 30-08 CASA 39A	ROCIO ALTO	3,02	9	33,6
82	CRA 29A No 28-97	ROCIO ALTO	1,42	14,55	9,8
83	CRA 23 No 18-30	BOSTON	5,19	18	28,8
84	CALLE 21 No 23-47	BOSTON	3,87	14	27,6
85	CRA 22 No 17B-22	BOSTON LA ISLA	5,68	18	31,6
86	CRA 24 No 17E -19	BOSTON	4,47	14	31,9
87	CALLE 66A No 26-28	CUBA	10,25	16,13	63,5
88	CALLE 73A No 22-53	CUBA	3,94	18,5	21,3
89	CALLE 68B No 26B-43	CUBA	9,31	18,5	50,3
90	CALLE 69 No 23-43	CUBA	3,33	19	17,5
91	CRA 22 BIS No 74-87	CUBA	5,73	18,5	31,0
92	CALLE 78 No 31-113	CAMPO ALEGRE	2,73	7,12	38,3
93	CRA 24 No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	3,99	11,05	36,1
94	CRA 24 No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	2,31	6,9	33,5
95	CRA 24 No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	2,23	8,62	25,9

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	EXCENTRICIDAD DE LAS VIVIENDAS (M)	LONGITUD DE LA VIVIENDA (M)	RANGO %
96	CRA 24 CASA A No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	1,91	6,45	29,6
97	MANZANA 4 CASA 10	LA DIVISA	2,26	5,95	38,0
98	CRA 29A No 30-65	ROCIO ALTO	2,26	22,33	10,1
99	CRA 15 No 27-70	SAN NICOLAS	4,9	19,35	25,3
100	CRA 26 No 68-24	CUBA	6,12	19,35	31,6

Fuente: Obtenido por los investigadores.

Tabla.11

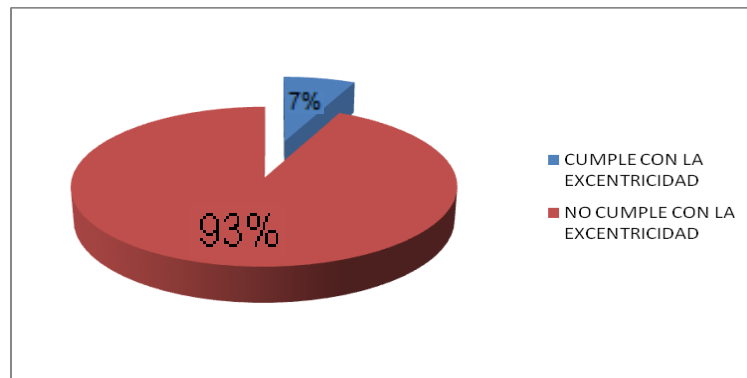
Resultados de las excentricidades de las viviendas.

TIPOS DE RESULTADOS	NUMERO DE VIVIENDAS	NUMERO DE VIVIENDAS EN %
CUMPLE CON LA EXCENTRICIDAD	7	7%
NO CUMPLE CON LA EXCENTRICIDAD	93	93%
TOTAL ENCUESTADAS	100	100%

Fuente: Obtenido por los investigadores.

Grafico.3

Datos estadísticos en porcentaje de las viviendas con excentricidades



Fuente: Obtenido por los investigadores.

Nota: Los rangos para determinar la excentricidad no deben ser menor del 5% y mayor al 15% de la longitud total.

12.3 Presupuestos de las viviendas encuestadas para una mejora estructural.

Estos presupuestos se obtuvieron gracias a las encuestas realizadas a cada vivienda logrando hacer una evaluación física y análisis de cada una de las viviendas. Con este estudio damos una posible solución a las deficiencias de vulnerabilidad encontradas en las viviendas valoradas, ya que nos permitirá minimizar la vulnerabilidad para futuros sismos que se presenten en la región, dado que esta zona se encuentra ubicada en la calificación más alta a presentar sismos con mayor frecuencia e intensidad.

12.3.1 Costos para reducir la vulnerabilidad media y alta de las viviendas valoradas.

Tabla.12
Costos totales para reducir la vulnerabilidad

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	VALOR TOTAL DE REPARACIONES
3	Cra 14 bis # 31b-12	SAN NICOLAS	\$ 2.510.297,00
11	Calle 15b # 29-21	SAN NICOLAS	\$ 5.696.938,00
30	Calle 68 # 26-66	CUBA	\$ 5.599.146,00
34	Calle 78 # 32-21	CAMPO ALEGRE	\$ 2.835.746,00

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	VALOR TOTAL DE REPARACIONES
35	Calle 29 bis # 15-24	SAN NICOLAS	\$ 1.555.165,00
37	Cra 22 # 19b-18	BOSTON LA ISLA	\$ 5.181.298,00
42	Cra 22 # 27b-114	BOSTON LA ISLA	\$ 6.252.884,00
44	Cra 15 # 27-43	SAN NICOLAS	\$ 637.200,00
47	Manzana C Casa 58	LA ISLA	\$ 1.659.979,00
48	Calle 72 # 27-14	EL OSO	\$ 5.982.599,00
49	Calle 74a # 24-05	CUBA	\$ 6.943.689,00
53	CRA 16 No 30-39 Y 30-41	SAN NICOLAS	\$ 4.394.016,00
54	CRA 23 BIS No 73-33	CUBA	\$ 3.109.072,00
56	CALLE 73A No 22-49	CUBA	\$ 273.000,00
57	CRA 23 BIS No 74-43	CUBA	\$ 12.419.181,00
59	CRA 22 No 73B-119	CUBA	\$ 1.295.957,00
63	MANZANA K CASA 187	LA ISLA	\$ 16.727.233,00
65	CRA 14 No 29-48	SAN NICOLAS	\$ 14.065.250,00
66	CRA 15 No 34B -11	VILLA MERY	\$ 7.518.778,00
68	CALLE 33 BIS No 15-27	VILLA MERY	\$ 17.400.628,00
74	MANZANA L CASA 209	LA ISLA	\$ 9.301.819,00
77	CALLE 17 BIS No 23B-42	BOSTON	\$ 4.729.441,00
79	CRA 29A No 30-25 CASA 36	ROCIO ALTO	\$ 7.679.377,00

CONSECUTIVO	DIRECCIÓN	BARRIO	VALOR TOTAL DE REPARACIONES
81	CRA 29 A No 30-08 CASA 39 ^a	ROCIO ALTO	\$ 4.708.728,00
91	CRA 22 BIS No 74-87	CUBA	\$ 1.902.354,00
92	CALLE 78 No 31-113	CAMPO ALEGRE	\$ 1.096.825,00
96	CRA 24 CASA A No 20B-57	BOSTON LA FLORIDA	\$ 6.186.633,00
97	MANZANA 4 CASA 10	LA DIVISA	\$ 1.829.834,00
98	CRA 29A No 30-65	ROCIO ALTO	\$ 979.271,00
COSTO TOTAL DE LAS PROPUESTAS ECONOMICAS			\$ 160.472.338,00

Fuente: Obtenido por los investigadores.

12.3.2 Metodología para valorar la intervención estructural de las viviendas afectadas por sismos:

- 12.3.2.1 Conseguir la base de datos de viviendas afectadas.
- 12.3.2.2 Determinar y ejecutar un modelo estadístico para tomar la cantidad de muestras apropiadas.
- 12.3.2.3 Calibrar las encuestas de tal forma que permitan un análisis completo de la estructura de cada vivienda.
- 12.3.2.4 Capacitar a profesionales sobre los temas a tocar y sobre el uso de las encuestas.
- 12.3.2.5 Visitar las viviendas y realizar las encuestas de la mejor forma posible para obtener datos verídicos.
- 12.3.2.6 Hacer los cálculos necesarios para hallar los datos que terminen de completar las encuestas.
- 12.3.2.7 Obtener los resultados y analizarlos.
- 12.3.2.8 Tomar decisiones con referencia a los resultados y determinar los tipos de intervención a desarrollar.

12.3.2.9 Realizar un presupuesto tipo para determinar cuantificablemente los daños a reparar basados en el siguiente modelo:

En la Tabla 12.3 se presenta un presupuesto similar con el que se evaluaron las viviendas que mostraron vulnerabilidad media y alta.

Tabla.13
Propuesta Económica tipo

PROYECTO: EVALUAR Y CARACTERIZAR LA PERTINENCIA DE LAS INTERVENCIONES EN EL PROCESO RECONSTRUCTIVO DE PEREIRA POST-SISMO DEL 99 A LA LUZ DE LA NORMA SISMO RESISTENTE.					001	
DIRECCION: manzana K casa 187 la isla cuba						
FECHA: 21 de septiembre de 2010						
COD	DESCRIPCION	UN	CANT	V/UNITARIO	V/TOTAL	
1	PRELIMINARES					
1.1	Desmonte de cubierta de barro	M2	67,27	4.500	302.715	
1.2	demolición de muros	MI	117,18	5.500	644.490	
2	EXCAVACIONES					
2.1	Excavación	M3	6,25	33.500	209.375	
3	CONCRETOS					
3.1	Zapatas en concreto de 3.000 psi incluye refuerzo	M3	1,62	385.419,00	624.379	
3.2	Viga de enlace de zapatas en concreto de 3.000 psi incluye refuerzo	M3	4,63	440.571	2.039.844	
3.3	Viga de amarre en concreto de 3.000 psi de 0,10 x 0,20 m, incluye refuerzo	MI	77,18	37.245	2.874.569	
3.4	Cinta en concreto de 3.000 psi de 0,15 x 0,10 m, incluye refuerzo	MI	80,00	19.554	1.564.320	
3.5	Columna de amarre en concreto de 3.000 psi de 0,10 x 0,20 m, incluye refuerzo	MI	40,00	32.981	1.319.240	

PROYECTO: EVALUAR Y CARACTERIZAR LA PERTINENCIA DE LAS INTERVENCIONES EN EL PROCESO RECONSTRUCTIVO DE PEREIRA POST-SISMO DEL 99 A LA LUZ DE LA NORMA SISMO RESISTENTE.					001
DIRECCION: manzana K casa 187 la isla cuba					
FECHA: 21 de septiembre de 2010					
COD	DESCRIPCION	UN	CANT	V/UNITARIO	V/TOTAL
4	CUBIERTA				
4.1	Techo en canaleta tipo 90, incluye pendiente (medir en planta)	M2	67,27	62.590	4.210.429
5	ASEO				
5.1	retiro de escombros	GL	1,00	150.000	150.000
	COSTOS DIRECTOS				13.939.361
	ADMINISTRACION E IMPREVISTOS	%	0,15	13.939.361	2.090.904
	UTILIDAD (5%)	%	0,05	13.939.361	696.968
	COSTO TOTAL PROPUESTA				\$ 16.727.233
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>Atentamente,</p> <p>EDDA CATALINA ARCILA CC. 42153132 ING. CIVIL</p> <p>KAREN OSORIO OROZCO CC. 41964014 ING. CIVIL</p>					

Fuente: Obtenido por los investigadores.

13.CONCLUSIONES

- Del total de viviendas valoradas el 50% son de baja vulnerabilidad, el 36% son de media vulnerabilidad y el 14% son de alta vulnerabilidad.
- El 50% de las edificaciones afectadas por el sismo del 25 de enero de 1999 en el Municipio de Pereira, no cumplen actualmente con la norma sismo resistente NSR 98, ya que no tuvieron la intervención y los recursos necesarios para su proceso reconstructivo.
- En la investigación realizada se registraron dos tipologías de vivienda de vulnerabilidad física, de acuerdo a estos componentes se determinó que en la muestra analizada se encuentran el 65% de viviendas en mampostería y el 35% edificaciones mixtas.
- A pesar de las reparaciones que realizó el Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero (FOREC) se sigue presentando falencias en las estructuras dado que las viviendas en el momento de hacer ampliaciones no están cumpliendo con la norma sismo resistente NSR 98.
- La variable que más intervienen en la evaluación de vulnerabilidad física de las viviendas son los tipos de suelo y entorno ya que si se construyen en un suelo blando o en ladera la edificación presentaría asentamientos muy altos.
- Los aspectos geométricos y constructivos de las viviendas fueron de fácil reconocimiento, pero al evaluar los aspectos estructurales en muchos de

los casos se tuvo en cuenta la época de construcción y la información suministrada por los propietarios.

- La cimentación de las viviendas fue la variable más difícil de determinar ya que más del 50% de las viviendas no tenían los planos estructurales, y se basó en la época de construcción de cada edificación ya que era prácticamente desconocida por los propietarios o habitantes del predio.
- Dentro de las Intervenciones realizadas por el FOREC, del 100% de las viviendas encuestadas, las que tuvieron un reforzamiento estructural fueron el 88%, cambio de cubierta 3%, reconstrucción el 1% y las que no tuvieron ninguna intervención por parte del FOREC fueron el 8%.
- El 88% de las viviendas a las que se les realizó reforzamiento estructural por parte del FOREC, se encontraron fallencias causadas por la intervención de los propietarios al momento de realizar ampliaciones en sus edificaciones sin cumplir la norma sísmo resistente colombiana NSR-98.

14.RECOMENDACIONES

- Para las viviendas que actualmente no cumplen con la norma NSR 98 se plantea un presupuesto que reduce la vulnerabilidad física de las edificaciones, la propuesta económica tipo puede ser utilizado como una herramienta para mejorar la calidad estructural en las edificaciones y minimizar el riesgo sísmico que en la actualidad se está representando en el 50% de las viviendas.
- La ciudad de Pereira se encuentra en una zona sísmica alta por esta razón se debe hacer inspecciones más rigurosas y centrarse en los niveles de estratos bajos ya que estas construcciones son la que tiene mayor falencias en sus procesos constructivos.
- Con los datos encontrados se obtuvo altos índices de deficiencia en el ente encargado de la distribución de los recursos económicos, se recomienda que si se hace la valoración de las viviendas se debe dar los dineros suficientes para construir adecuadamente cumpliendo la norma NSR 98.
- Concientizar a la ciudadanía lo importante que es la construcción de su vivienda segura y que cumpla con todos los requerimientos adoptados en la norma NSR 98.
- Los estudios de vulnerabilidad deben ser periódicos para tener en cuenta daños en sismos pasados, y empezar a mitigar estos riesgos de cada vivienda evaluada.

- Debe tenerse en cuenta un personal idóneo para que se cumplan a cabalidad las leyes actualmente vigentes de sismo resistencia y hacer más seguras las edificaciones.
- La necesidad y escases de recursos lleva a las personas a cometer errores a la hora de elegir materiales y personas que colaboren en procesos constructivos, lo que hace que las viviendas sean más vulnerables a eventos sísmicos. Una forma de mitigar este fenómeno es ejerciendo una vigilancia continua por un ente idóneo que regule la construcción en la ciudad.
- La investigación para la creación de bancos de materiales reciclables y económicos que generen alta resistencia, sostenibilidad y bajos precios, haría que las personas con bajos recursos accedan a estos y tuvieran la oportunidad de beneficiarse y construir viviendas menos vulnerables.
- En ciudades de alto riesgo sísmico la prevención, debe constituir un proceso de continuo con prioridad a la eliminación lenta de construcciones cuya calidad constructiva presente graves peligros en caso de sismos destructivos.

15. BIBLIOGRAFIA

- [1] COCHRAN, William. "Técnicas de Muestreo". Compañía Editorial
- [2] AIS(ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA)
- [3] DOWNIE, M. "Métodos Estadísticos Aplicados". Harper & Row Publishers.
- [4] LEWIS, Alvin. "Bioestadística". Compañía Editorial Continental, S.A.
- [5] NETER y Otros. "Fundamentos de Estadística para Negocios y Economía".
- [6] STEVENSON, William. "Estadística para Administración y Economía".
- [7] INGEOMINAS (Instituto Nacional de Investigaciones en Geociencia, Minería y Química).
- [8] JARAMILLO, Juan Diego. Percal, un modelo de vulnerabilidad urbana y escenarios de pérdidas - Caso Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal. Conferencia en el Seminario Taller sobre Vulnerabilidad Sísmica y Escenarios de Riesgo. Pereira: CARDER, 2001.
- [9] ALCALDÍA DE PEREIRA; oficina Municipal para la prevención y atención de desastres – OMPAD.
- [10] CATASTRO MUNICIPAL. Fichas Catastrales, Pereira 2010.
- [11] Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente, NSR-98 (ley 400 de 1997)
- [12] Análisis estructural calculo de rigidez clase presencial de Leonardo Cano.

16. INFOGRAFÍA

- [1] <http://publiespe.espe.edu.ec/articulos/ingcivil/armenia/armenia.htm>
- [2] http://productos.ingeminas.gov.co/productos/OFICIAL/geoamena/informes/terrquin_separados/portada.pdf
- [3] <http://www.col.opsoms.org/desastres/docs/bahareque/MANUAL%20BAHAREQUE.pdf>
- [4] http://www.conlospiesenlatierra.gov.co/portel_dpae/libreria/pdf/Capitulo_2.pdf
- [5] <http://www.slideshare.net/guest5672989/normas-icontec>
- [6] <http://seisan.ingeminas.gov.co/RSNC/images/stories/rsnc/amenaza.jpg>
- [7] <http://www.lorenzoservidor.com.ar/facu01/modulo2/modulo2.htm>
- [8] ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería.
- [9] www.ucn.cl/bidoc_new/cybertesis.asp
- [10] www.icontec.org/...tesis...grado/compendio_de_tesis_y_otros_trabajos_de_grado.asp?...
- [11] www.scribd.com/.../Normas-Icontec-Para-Trabajos-Escritos1

17. ANEXOS

16.1 Encuestas de evaluación de vulnerabilidad física de las viviendas.
(consecutivo de 001 – 100) en medio magnético CD.

16.2 Software FileMaker Pro 4 (en medio magnético CD, hay que instalarlo para poder visualizar las encuestas.

16.3 Propuestas económicas

16.4 Excentricidad de las viviendas

18.MATERIAL ACOMPAÑANTE

17.1 lista de figuras

Figura.1 Zonas de amenaza sísmica

Figura.2 Cubiertas: elementos susceptibles a daños.

Figura.3 Losas de entrepiso: elementos susceptibles a daños.

Figura.4 Muros sólidos de soporte: elementos susceptibles a daños.

Figura.5 Paneles y muros divisorios: elementos susceptibles a daños.

Figura.6 Vigas, dinteles y antepechos: elementos susceptibles a daños

Figura.7 Mampostería No Reforzada (no tiene refuerzo interno o externo de confinamiento).

Figura.8 Mampostería Confinada (Muros confinados con vigas y columnas de concreto reforzado vaciadas en sitio).

Figura.9 Mampostería Reforzada (muros con perforaciones verticales reforzadas internamente con acero y vaciadas con mortero de relleno).

Figura.10 Formulario para el levantamiento de vulnerabilidad física de las viviendas parte I.

Figura.11 Formulario para el levantamiento de vulnerabilidad física de las viviendas parte II.

Figura.12 Vulnerabilidad baja (forma geométrica regular y simétrica, el largo es menor que tres veces el ancho).

Figura.13 Vulnerabilidad media (presenta irregularidades en planta o en alturas).

Figura.14 Vulnerabilidad alta (forma geométrica irregular, el largo es mayor que tres veces el ancho).

Figura.15 Vulnerabilidad baja (muros confinados o reforzados en dos direcciones).

Figura.16 Vulnerabilidad media (muros en una sola dirección).

Figura.17 Vulnerabilidad alta (más del 70% de los muros están en una sola dirección).

Figura.18 Vulnerabilidad baja (la mayoría de los muros estructurales son continuos desde la cimentación hasta la cubierta).

Figura.19 Vulnerabilidad media (algunos muros presentan discontinuidades desde la cimentación hasta la cubierta).

Figura.20 Vulnerabilidad alta (la mayoría de los muros no son continuos en altura desde su cimentación hasta la cubierta).

Figura.21 Vulnerabilidad baja (espesor de la pega adecuada, las juntas uniformes y continuas, mortero de buena calidad).

Figura.22 Vulnerabilidad media (espesor de la pega no adecuada mayores a 1.3 cm, las juntas no son uniformes).

Figura.23 Vulnerabilidad alta (la pega es muy pobre entre los bloques, el mortero es de muy mala calidad).

Figura.24 Vulnerabilidad baja (las unidades de mampostería están trabadas, de buena calidad, no tiene agrietamientos y están pegadas de manera uniforme y continua).

Figura.25 Vulnerabilidad media (algunas unidades de mampostería no están trabadas, presentan agrietamientos y no están pegadas de manera uniforme y continua).

Figura.26 Vulnerabilidad alta (las unidades de mampostería no están trabadas, son de mala calidad, presentan agrietamientos y no están pegadas de manera uniforme y continua).

Figura.27 Vulnerabilidad baja (mortero y ladrillo de buena calidad, el concreto no tiene hormigueos y el acero no está expuesto).

Figura.28 Vulnerabilidad media (cumple algunos requisitos del ítem anterior).

Figura.29 Vulnerabilidad alta (no se cumplen los requisitos del ítem 1).

Figura.30 Vulnerabilidad baja (todos los muros de mampostería están confinados con vigas y columnas, todos los elementos de confinamiento tiene acero y cumplen con la norma NRS10).

Figura.31 Vulnerabilidad media (algunos muros de la edificación no cumplen con los requisitos del ítem anterior).

Figura.32 Vulnerabilidad alta (la mayoría de los muros de mampostería de la vivienda no tienen confinamiento).

Figura.33 Vulnerabilidad baja (las columnas y vigas tiene más de 20cm de espesor o más de 400 cm², tiene el acero mínimo requerido).

Figura.34 Vulnerabilidad media (no todas las vigas y columnas cumplen con el ítem anterior).

Figura.35 Vulnerabilidad alta (la mayoría de las columnas y vigas de confinamiento no cumplen con los requisitos establecidos).

Figura.36 Vulnerabilidad baja (existen vigas de amarre o de corona en concreto reforzado en todos los muros).

Figura.37 Vulnerabilidad media (no todos los muros tiene vigas de amarre o de corona).

Figura.38 Vulnerabilidad alta (no tiene vigas de amarre o de corona en los muros).

Figura.39 Vulnerabilidad baja (Las aberturas en los muros estructurales son pequeñas, bien espaciadas y ubicadas lejos de las esquinas, El área total de los vacíos (vanos), no es mayor al 35% del área total del muro, la distancia mínima entre vanos no es mayor a 50 cm.

Figura.40 Vulnerabilidad media (no cumple con algunos requisitos de los anteriores).

Figura.41 Vulnerabilidad alta (no cumplen con los requisitos mencionados en los ítems anteriores).

Figura.42 Vulnerabilidad baja (el entrepiso está conformada por placa en concreto apoyada en los muros y su construcción es monolítica).

Figura.43 Vulnerabilidad media (la placa de entrepiso no cumple con algunas normas mencionadas en el ítem anterior).

Figura.44 Vulnerabilidad alta (los entrepisos están conformados por madera o combinaciones de materiales y no cumplen con la norma NSR10).

Figura.45 Vulnerabilidad baja (buen amarre de cubierta, una estructura bien conformada y teja liviana).

Figura.46 Vulnerabilidad media (algunos de los anteriores ítems no cumplen).

Figura.47 Vulnerabilidad alta (la cubierta es pesada y no tiene una estructura estable que garantice el buen funcionamiento).

Figura.48 Vulnerabilidad baja (la cimentación está conformada por vigas corridas en concreto reforzado enlazadas entre sí).

Figura.49 Vulnerabilidad media (algunas de las vigas de cimentación no están enlazadas).

Figura.50 Vulnerabilidad alta (la vivienda no tiene una adecuada cimentación).

Figura.51 Vulnerabilidad baja (la topografía del terreno es plana).

Figura.52 Vulnerabilidad media (la topografía del terreno tiene un ángulo de inclinación de 20 a 30 grados con respecto a la horizontal).

Figura.53 Vulnerabilidad alta (la topografía del terreno tiene inclinaciones mayores a 30 grados con respecto a la horizontal).

Figura.54 Excentricidad de la vivienda es la que controla el momento torsor en un sismo.

Figura.55 Demostraciones en planta del centro de masa y rigidez de una estructura.

17.2 Lista de tablas

Tabla.1: Inventarios de viviendas en zonas de riesgo en el municipio de Pereira.

Tabla.2: Inventarios de viviendas para mejoramientos y reubicación en zonas de riesgo en el municipio de Pereira.

Tabla.3: Inventario de las viviendas subsidiadas por el FOREC y las encuestadas.

Tabla.4: Inventario de las tipologías de viviendas encuestadas.

Tabla.5: Resumen de los componentes físicos y estructurales de cada una de las viviendas encuestadas.

Tabla.6: Intervenciones realizadas por el FOREC a las viviendas encuestadas

Tabla.7: Resultados de las intervenciones realizadas por el FOREC perteneciente a cada vivienda encuestada.

Tabla.8: Evaluación de vulnerabilidad.

Tabla.9: Resultados de la vulnerabilidad perteneciente a cada vivienda encuestada.

Tabla.10: Resumen de excentricidad de las viviendas valoradas.

Tabla.11: Resultados de las excentricidades de las viviendas.

Tabla.12: Costos totales para reducir la vulnerabilidad.

Tabla.13: Propuesta Económica tipo.

17.3 Lista de gráficos

Grafico.1 Resultados totales de las intervenciones realizadas por el FOREC.

Grafico. 2 Resultados totales de la vulnerabilidad de las viviendas encuestadas.

Grafico. 3 Datos estadísticos de las viviendas con excentricidades.