

**ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION
DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS
SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ D.C.**

PRESENTADO POR:

**LEONARDO VELEZ NOREÑA
YESID FERNANDO BEDOYA CANDELA**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2014**

**ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION
DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS
SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ D.C.**

PRESENTADO POR:

**LEONARDO VELEZ NOREÑA
COD. 3020620903
YESID FERNANDO BEDOYA CANDELA
COD. 3020710288**

Trabajo de Grado para optar al título de: Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
09 DE MAYO DE 2014**

**ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES
EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE
RESTREPO EN BOGOTÁ D.C.**

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS

SUBLINEA DE INVESTIGACION

ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS DE CONCRETO

ASESOR DISCIPLINAR:

ASESOR METODOLÓGICO:

BOGOTÁ D.C. AÑO 2014

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Elementos de confinamiento para muros.	9
Gráfica 2. Vista en planta muros confinados.....	10
Gráfica 3. Refuerzo en el perímetro de aberturas-sistema de muros confinados.	10
Gráfica 4. Localización geográfica Colombia-Cundinamarca-Bogotá D.C.....	11
Gráfica 5. Localidad 15 Antonio Nariño – Barrio Restrepo.....	11
Gráfica 6. UPZ-38 RESTREPO – Bogotá D.C.	12
Gráfica 7. Microzonificación Sísmica del lugar de estudio (Zona 5A-Terrazas y conos Orientales Potencialmente Licuables) - Amenaza sísmica MEDIA.	13
Gráfica 8. Adecuación de muros de confinamiento.....	15
Gráfica 9. Especificaciones aberturas en los muros.	17
Gráfica 10. Sistema de cimentación en la vivienda (CASA 1).....	47
Gráfica 11. Descripción del rectángulo menor que contiene el área de entrepiso.	49
Gráfica 12. Detalle Planta Arquitectónica vivienda (CASA 1).	51
Gráfica 13. Detalle propuesta de diseño muros confinados vivienda (CASA 1).	52
Gráfica 14. Sistema de cimentación en la vivienda (CASA 2).....	52
Gráfica 15. Detalle Planta Arquitectónica vivienda (CASA 2).	53
Gráfica 16. Detalle propuesta de diseño muros confinados vivienda planta 1 (CASA 2).....	54

Gráfica 17. Detalle propuesta de diseño muros confinados vivienda planta 2 (CASA 2).....	55
Gráfica 18. Detalle propuesta – cimentación.	58
Gráfica 19. Detalle confinamiento de muros.	59
Gráfica 20. Detalle perfil estratigráfico para cimentación.	60
Gráfica 21. Detalle refuerzo estructural escaleras.	61
Gráfica 22. Detalle por piezas estructurales.	61
Gráfica 23. Detalle dinteles para puertas y ventanas.....	62

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Inventario del sitio de estudio – Formato de campo 1 de 5 - CASA #1.	20
Tabla 2. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 2 de 5 - CASA #1.....	21
Tabla 3. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 3 de 5 - CASA #1.....	22
Tabla 4. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 4 de 5 - CASA #1.....	23
Tabla 5. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 5 de 5 - CASA #1.....	24
Tabla 6. Resumen de evaluación y diagnóstico - CASA #1.	25
Tabla 7. Inventario del sitio de estudio – Formato de campo 1 de 5 - CASA #2.	26
Tabla 8. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 2 de 5 - CASA #2.....	27
Tabla 9. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 3 de 5 - CASA #2.....	28
Tabla 10. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 4 de 5 - CASA #2.....	29
Tabla 11. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 5 de 5 - CASA #2.....	30
Tabla 12. Resumen de evaluación y diagnóstico - CASA #2.	31
Tabla 13. Memorias de Calculo vivienda (CASA 1).	50
Tabla 14. Cuadros de áreas (CASA 1).	51
Tabla 15. Memorias de cálculo (CASA 2).	56
Tabla 16. Cuadros de áreas (CASA 2).	57

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Proyección planta física Primer (1er) y Segundo (2do) piso (CASA 1).....	32
Ilustración 2. Terreno donde se encuentra la vivienda (CASA 1).....	33
Ilustración 3. Aberturas en la fachada de la vivienda (CASA 1).....	33
Ilustración 4. Sistema de cimentación para la vivienda (CASA 1).....	34
Ilustración 5. Detalle abertura en muro (vano) de ventana sin refuerzo (CASA 1).....	35
Ilustración 6. Detalle espesor de muros. Ilustración 7. Detalle longitud del muro.....	35
Ilustración 8. Detalle concreto a la vista en la vivienda (CASA 1).....	36
Ilustración 9. Detalle mortero de pega en los muros (CASA 1).....	36
Ilustración 10. Detalle acero de refuerzo en columnas (CASA 1).	37
• Ilustración 11. Detalle losa de entrepiso vivienda (CASA1).....	37
Ilustración 12. Espesor de placa de entrepiso en la vivienda (CASA 1).	38
Ilustración 13. Detalle de la cubierta en la vivienda (CASA 1).	38
Ilustración 14. Proyección planta física Primer (1er) y Segundo (2do) piso (CASA 2).....	39
Ilustración 15. Terreno donde se encuentra la vivienda (CASA 2).....	40
Ilustración 16. Aberturas en la fachada de la vivienda (CASA 2).....	40
Ilustración 17. Detalle configuración anillos de cimentación (CASA 2).	41
Ilustración 18. Detalle abertura en muro sin refuerzo (CASA 2).	41
Ilustración 19. Detalle vista en planta espesor de muros (CASA 2).	42

Ilustración 20. Detalle mortero y su resistencia mecánica en la vivienda (CASA 2).....	42
Ilustración 21. Detalle mortero de pega en los muros (CASA 2).....	43
Ilustración 22. Detalle longitud del muro.	Ilustración 23. Detalle espesor del muro.43
Ilustración 24. Detalle muros divisorios (CASA 2).....	44
Ilustración 25. Detalle vigas de entepiso (CASA 2).....	44
Ilustración 26. Detalle vivienda (CASA 2).	45
Ilustración 27. Espesor vigas de entepiso en la vivienda (CASA 2).....	45
Ilustración 28. Detalle piso vivienda (CASA 2).....	46
Ilustración 29. Detalle cubierta piso (CASA 2).	46
Ilustración 30. Especificaciones técnicas materiales de construcción.....	59
Ilustración 31. Especificaciones técnicas para cimentación.	60

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Inventario del sitio de estudio – Formato de campo 1 de 5.....	67
Anexo 2. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 2 de 5.	67
Anexo 3. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 3 de 5.	68
Anexo 4. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 4 de 5.	69
Anexo 5. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 5 de 5.	70
Anexo 6. Resumen de evaluación y diagnóstico.....	72

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Bogotá D.C. y en este caso para la UPZ-38 (Restrepo), un alto porcentaje de edificaciones presentan deficiencias en las estructuras y muchas veces carecen de esta; Debido a la falta de conocimiento sobre la importancia de las mismas, en la actualidad con la exigencia de la norma sismo-resistente colombiana (NSR 10), se obliga a construir con parámetros de resistencia que cumplan los requerimientos de la norma con el fin de salvaguardar estructuras ante un eventual sismo y en el peor de los casos las vidas humanas. Y así, las estructuras de concreto reforzado se van deteriorando con el tiempo, este proceso está dado bajo unos parámetros tales como las condiciones climáticas, el uso, las solicitaciones de carga y resistencia, etc. Dichas estructuras se diseñan para un tiempo de uso el cual varía según el presupuesto destinado para la misma. Teniendo en cuenta que el 87% por ciento de la población colombiana habita en zonas de amenaza sísmica alta e intermedia, con el auspicio del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS, desde comienzos del año 2008, y con la participación de un muy amplio número de profesionales de la ingeniería y la arquitectura, asociadas gremiales y profesionales de la ingeniería, la arquitectura y la construcción y funcionarios de las entidades del Estado relacionadas con el tema; Lograron concluir las labores de actualización de la reglamentación de diseño y construcción sismo resistente con la expedición por parte del gobierno Nacional del *Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 - Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10)*, Esta reglamentación actualiza y reemplaza el Reglamento (NSR-98).¹

Así mismo, debido a las constantes afectaciones ocasionadas por los movimientos telúricos en las últimas décadas para Colombia, como se ha venido evidenciando por medio de desastres naturales y sobre todo terremotos, que de una manera u otra, en la historia de Colombia han evidenciado la actividad sísmica, lo cual nos expone un panorama en el cual podemos establecer que nuestro territorio nacional será sometido a movimientos de gran magnitud; afectando las estructuras actuales, como es el caso de la ciudad de Bogotá D.C. y la UPZ-38 (Restrepo), siendo una de las localidades con más impacto y falencia; Se pretende así para la problemática planteada proponer procesos y métodos constructivos para la mitigación y la prevención de un colapso en viviendas y pérdida de vidas humanas en el momento de un desastre producido por movimientos telúricos.

¹ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA (A.I.S.). Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes, Marzo de 2010, Pág. Prefacio i.

En este sentido además, como respuesta al fenómeno geotécnico y a sus desastres naturales asociados que pueden hasta acabar con la vida de ciudadanos y realizar desastres materiales en la ciudad de Bogotá D.C.; Y Debido, a la falencia de estructura en viviendas, en este caso, casas que presentan dos pisos, ubicadas específicamente en la inmediación del barrio Restrepo UPZ-38, estos domicilios que fueron construidos en los primeros años de desarrollo de la capital del país Colombiano, presentan un grado de vulnerabilidad alto. Así mismo, se presentan implicaciones de gran magnitud, de tipo estructural para este tipo de viviendas, y para los proyectos que se ejecutan actualmente en el sector de estudio.

Por lo tanto, el estado y en su efecto los entes locales, en su afán por garantizar la protección de los ciudadanos, fomentan el reforzamiento de las estructuras que lo requieran, las consecuencias de estas decisiones implican un aumento en los presupuestos de los proyectos, pero a su vez se observa un aumento significativo para la seguridad de los ciudadanos; De igual forma, los entes particulares o individuales toman conciencia de lo que puede implicar el no intervenir las estructuras en las cuales residen o laboran.²

Finalmente, se establece que es de gran importancia estudiar la forma más apropiada de reforzar la estructura de una casa sabiendo que no se debe dejar a un lado el concepto económico y su viabilidad según diagnóstico estructural, para que así, sea más factible la obra de reforzamiento para la vivienda; En este contexto, se plantea un interrogante que busca establecer un conocimiento acerca de la problemática que se plantea; Desarrollándose la pregunta de investigación: *¿Cómo se debe reforzar la estructura de una casa de dos pisos en Bogotá D.C. UPZ-38 (Restrepo), que sea viable técnica y económicamente, y con el fin de cumplir con la Norma Sismo Resistente NSR-10?*

² FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS (FOPAE). Bogotá sus localidades y Amenazas. {Citado 1 de Septiembre de 2013}. Disponible en internet: http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/FOPAE_V2/Mapa%20Gestion%20del%20Riesgo%20Bogota.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Con el presente estudio de investigación se pretende validar y constatar los factores y/o falencias estructurales que generar el impacto que se referencia anteriormente en el planteamiento del problema, por medio de un diagnóstico estructural, determinando así las principales falencias desde el punto de vista de la estructura; En consecuencia, se identifican los puntos vulnerables en estructuras de casas de dos pisos (acorde a la norma NSR-10 - Título E) ubicadas en la UPZ-38 (Restrepo), siendo esta una de las zonas con alta vulnerabilidad, ya que estas viviendas se construyeron en un barrio desarrollado en los primeros años de la capital Colombiana; Así mismo, consecuente también al impacto que tienen estos domicilios desde el punto de vista geotécnico y estructural, según microzonificación sísmica para la ciudad de Bogotá D.C.

Debido, al desempeño sísmico deficiente de algunas estructuras diseñadas conforme al reglamento anterior *Norma Sismo Resistente del año 98 (NSR-98)*, se ha generado un ambiente de preocupación en el área de la ingeniería estructural; Así mismo, basados en el comportamiento de los movimientos generados por las oscilaciones cíclicas en el momento de un sismo, se debe establecer una propuesta explícita para el estudio de la fatiga y esfuerzos estructurales presentados en las viviendas, y el efecto de la disminución de ductilidad de las mismas. Debido, a que un elemento rígido al ser sometido a cargas constantes presenta un desgaste en su capacidad resistente a fuerzas axiales o cargas laterales, como peso propio, cargas vivas, vientos, entre otras; Se pretende finalmente, establecer un proceso constructivo adecuado para cada elemento estructural que desarrolle fenómenos y desastres producidos en viviendas que presentan la problemática planteada y el marco que se contextualiza. Los beneficios esperados al finalizar la presente investigación, se verán reflejados en los nuevos planes de reforzamientos estructurales, inherente a su proceso constructivo; Por medio del cual se analiza cada elemento individual tomando la mejor alternativa, la implementación de procesos y metodologías que finalmente benefician a la comunidad presente en los domicilios y así mismo, brindar una mayor estabilidad y capacidad de resistencia a las edificaciones actuales en la localidad, generando una mayor calidad de vida para los habitantes del sector y la prevención de desplome de su vivienda en un desastre natural.

En este sentido además, se genera un impacto en los estudios a realizar en el futuro, estableciendo parámetros iniciales de comparación para la búsqueda de nuevos y mejores avances tecnológicos para la conservación y reforzamiento de las edificaciones; Por ejemplo, con la implementación del confinamiento a los muros estructurales (muros confinados), aumentando y mejorando así, parámetros tales como: la resistencia, la durabilidad y la rigidez de la estructura.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un sistema de reforzamiento estructural que sea viable técnica y económicamente, para casas de dos pisos ubicadas en la UPZ-38 (Restrepo) en Bogotá D.C; Con el fin de cumplir los requisitos de la Norma Sismo-resistente colombiana (NSR-10).

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diagnóstico estructural para casas típicas de dos pisos ubicadas en la UPZ-38 (Restrepo) de Bogotá D.C.
- Determinar las principales fallencias desde el punto de vista estructural que se debe tener en cuenta en el momento de reforzar la vivienda.
- Generar los diseños estructurales acordes a la norma NSR-10 mencionados en el Título E que corresponden a casas de uno y dos pisos.

4. ANTECEDENTES

Con respecto a lo planteado y justificado como marco referencial para la investigación del proyecto de grado, se pretende de entrada indicar y relacionar de manera global y local, antecedentes inherentes a indagaciones que se han desarrollado alrededor y en contexto a lo estudiado:

En el marco de tipo ingenieril, con respecto a estudios similares a lo que pretende la presente investigación, se relaciona a continuación estudios realizados inherentes a refuerzos estructurales en edificaciones, con el fin de cumplir parámetros de sismo resistencia.

- *Alternativa de refuerzo contra efectos de sismo, para viviendas de adobe existentes*³:

Este es uno de los aspectos más influyentes en cuanto a implementación de soluciones estructurales se refiere. Los propietarios de viviendas buscan soluciones no solamente funcionales, sino también económicas y fáciles de implementar; que no requieran de mucho tiempo en ser elaboradas y aplicadas; Así mismo, que no requieran la contratación de personal técnico altamente calificado.

El sistema de refuerzo funciona para proporcionarle rigidez a viviendas de no más de dos (2) pisos y evitar que colapse rápidamente; Aun sabiendo que ha sufrido variaciones según el estudio original, la presente propuesta logra reforzar y proporcionar rigidez en condiciones de carga aplicada, sobrepasando los resultados del mismo módulo ya fallado, reforzado con la propuesta y vuelto a fallar. Como se ha mencionado, se ha variado la propuesta con la finalidad de disminuir su costo y su tiempo de aplicación, pero aún con estas variaciones, se debe respetar la proporción del mortero así como la abertura y calibre de la malla para obtener resultados favorables.

También como parte complementaria de este estudio, la elaboración de un manual o guía de instalación y aplicación del refuerzo, explicado de una manera sencilla y fácil de entender, es necesaria para los propietarios de viviendas de adobe para aplicarla en sus respectivas viviendas.

³ CHINCHILLA MALDONADO Guillermo E. Alternativa de refuerzo contra efectos de sismo, para viviendas de adobe existentes. Guatemala, 2008. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería de civil.

En 2010 se formula como proyecto de grado una *Guía para el diagnóstico, mantenimiento y rehabilitación de estructuras de hormigón armado*.⁴

En la cual, se plantea solución a la mayoría de los problemas que enfrentan los arquitectos e ingenieros en su trabajo de diseñar, construir, diagnosticar, supervisar y conservar las obras civiles, en definitiva, mantener el patrimonio construido en nuestro país. Las obras de reforzamiento o de rehabilitación no solo exigen acertadas soluciones técnicas para las alternativas a emprender, sino también una logística para implementar en el momento de la obra.

Así mismo, en el año 2010, se establece de igual manera un proyecto de grado que se enfoca en la *Logística en la rehabilitación y refuerzo de estructuras*.⁵

En este estudio se propone una alternativa que permite restaurar con mejor ductilidad, y que al momento de un sismo no colapse inmediatamente. Pero no sólo se trata de un refuerzo funcional, sino también va de la mano de su costo, debido a que las viviendas de uno o dos niveles son construidas en su mayoría por sus propietarios; En comparación con un estudio previo se han obtenido resultados favorables, que sobrepasan los datos teóricos y experimentales de dicho estudio.

Con base a lo anterior y partiendo de sistemas de reforzamiento en 2011 se establece una tesis bajo el título de *Propuesta de aplicación de concreto de alto desempeño en recuperación estructural*.⁶

En la cual se plantean una serie de indicadores que permiten considerar al concreto de alta resistencia como factor de apoyo en la rehabilitación y en el reforzamiento estructural.

Por consiguiente, con los antecedentes y estudios presentados se puede evidenciar el avance tecnológico constructivo y de innovación en el diseño de viviendas, lo cual ayuda a que el presente estudio correlacione las investigaciones ya realizadas y contextualice el refuerzo estructural como un método y un proceso adecuado para que las estructuras puedan soportar desastres naturales.

⁴ GIRALDO MIRA, Diego. *Guía para el diagnóstico, mantenimiento y rehabilitación de estructuras de hormigón armado*. Medellín, 2010. Trabajo de grado (ingeniero civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil.

⁵ NIÑO HERNANDEZ, Jairo. *Logística en la rehabilitación y refuerzo de estructuras*. Medellín, 2011. Trabajo de grado (ingeniero civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil.

⁶ GAMA GARCIA, Lina María. *Propuesta de aplicación de concreto de alto desempeño en recuperación estructural*. Bogotá, 2003. Trabajo de grado (ingeniero civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

5.1.1 REFUERZOS ESTRUCTURALES

Los refuerzos estructurales son el “esqueleto” de la edificación y actúan en forma similar al esqueleto humano, soportando su peso propio, el peso de músculos, órganos, tejidos y piel, pero también soporta cargas externas que son transmitidas a los pies para ser distribuidas en el suelo. De igual manera los refuerzos estructurales soportan su peso propio, el peso de cargas vivas, cargas muertas, cargas externas ya sea por sismo, viento, presión debido a un fluido, y son transmitidas a la cimentación para ser distribuidas en el suelo. Además de los refuerzos estructurales existen otros factores que inciden u originan las fallas o incluso el colapso de viviendas de adobe como son los que se describen a continuación.

En muchas de las viviendas existentes, no cuentan con refuerzos estructurales o algún tipo de refuerzo que permita hacer al sistema un tanto más dúctil. Además debemos considerar que la elaboración de bloques de refuerzo para la construcción, en la mayoría de casos, no se elaboran con materiales adecuados sino que las proporciones de los mismos tampoco son las apropiadas; Así mismo, debemos considerar como factores influyentes el espesor, altura y longitud de los muros, la simetría de la vivienda, el tamaño de los vanos de puertas y ventanas, el cimiento, el tipo de techo, que no se encuentre a una altura muy grande, y que la vivienda sea de un solo nivel. Otro sistema de refuerzo para viviendas es el de muros confinados. Por medio de contrafuertes, los cuales son salientes que se colocan en las uniones de muros longitudinales y transversales, en esquinas, y también se colocan en muros excesivamente largos, que no cuentan con muros en el sentido opuesto o algún tipo de apoyo o refuerzo intermedio (por ejemplo columnas), con el fin de reducir esta longitud. Esto también se puede lograr agregando muros transversales para reducir longitudes, que estén bien anclados al cimiento y a los muros existentes. Este sistema de refuerzo para edificaciones, reducen el efecto de flexión y pandeo, y aumentan el área neta del muro para resistir cargas laterales y disminuyendo la posibilidad de falla por corte.⁷

⁷ LUIS B. ALEXANDERC. Y JORGE P. Como medimos los sismos. Bogotá D.C.: Universidad Javeriana: 2004. Documento Interno IGUJ-DI- 0401D.

5.1.2 SISMOS

El planeta Tierra, como casi todos los sistemas de nuestro universo, posee una dinámica compleja, resultado de fuerzas internas y externas. La Tierra, se mueve y evoluciona, tanto en sus componentes como en el todo. Dentro de esta dinámica planetaria, hemos acordado definir como sismo a la liberación repentina (en términos de segundos o fracciones de ellos) de energía, a partir de un volumen limitado (dimensiones de centenas o miles de metros) que denominamos foco y cuyos efectos elásticos, denominados ondas sísmicas, se pueden medir mediante sensores, conocidos como sismómetros.

Este tipo de fenómenos se produce en la parte externa del planeta denominada litósfera (desde 0 hasta unos 300 km), que posee fragilidad suficiente para producir rompimientos y elasticidad para permitir la generación y propagación de ondas mecánicas. Definido el sismo de esta manera, su origen puede ser variado y da lugar a una primera clasificación, dentro de la cual un tipo de sismos son los denominados tectónicos u ocasionados por fuerzas internas del planeta, que han modelado el paisaje. Es común encontrar que algunos autores sólo definen como sismos a los clasificados dentro de esta categoría, a diferencia de los artificiales (explosiones), los de impacto, los volcánicos, y otros tipos posibles. Por ahora, cuando hablemos de sismos, aun cuando no se especifique, nos referiremos sólo a sismos tectónicos.

5.1.3 VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes de la edificación que lo mantienen en pie ante un sismo intenso. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas.

Las formas y estrategias para implementar las medidas de prevención y mitigación en edificaciones dependerán de si estos ya existen o están por construirse; por ejemplo, el componente estructural debe ser considerado durante la etapa de diseño y construcción, cuando se trata de un nuevo edificio, o durante una etapa de reparación, remodelación o mantenimiento, cuando se trata de un edificio ya construido.⁸

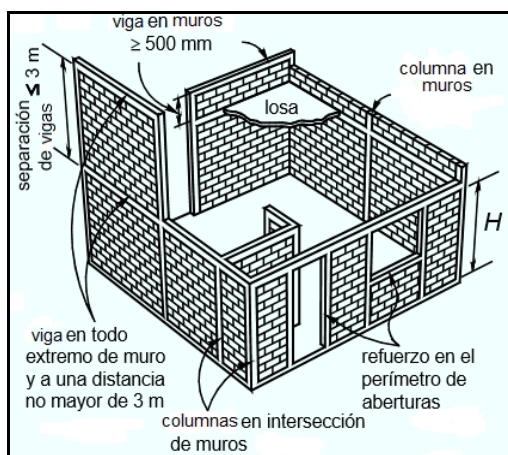
⁸ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud. Washington D.C.: OPS: 1999. ISBN 92 75 32304 6.

5.1.4 ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO PARA MUROS

La columna es un elemento estructural sometido principalmente a compresión, por lo tanto el diseño está basado en la fuerza interna, conjuntamente debido a las condiciones propias de las columnas, también se diseñan para flexión; De tal forma que la combinación así generada se denomina *flexo compresión*.

Según la literatura para el campo de las estructuras de Nilson⁹, hay dos tipos comunes de columnas implementadas en el desarrollo de proyectos estructurales, están las columnas que se presentan como elementos reforzados con barras longitudinales y flejes transversales y las columnas que se presentan como elementos reforzados con barras longitudinales y espirales continuas. En estos dos tipos de columnas el refuerzo principal es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga y consta de barras dispuestas en forma de cuadrado, rectángulo o círculo. Según el uso actual de la columna como elemento de un pórtico, no necesariamente es un elemento recto vertical, sino es el elemento donde la compresión es el principal factor que determina el comportamiento del mismo. Es por ello que el pre dimensionado de columnas consiste en determinar las dimensiones que sean capaces de resistir la compresión que se aplica sobre el elemento así como una flexión que aparece en el diseño debido a diversos factores. La creación de nuevos materiales y sistemas constructivos para la vivienda, ha sido y será permanente, siempre para lograr un producto que proporcione mayor confort al usuario, mejor apariencia, durabilidad y sobre todo, a menor costo. Cualquier aportación o novedad que se salga de los lineamientos de la normatividad vigente, requiere investigación y experimentación.¹⁰

Gráfica 1. Elementos de confinamiento para muros.



FUENTE: DE LA TORRE Oscar, Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA.

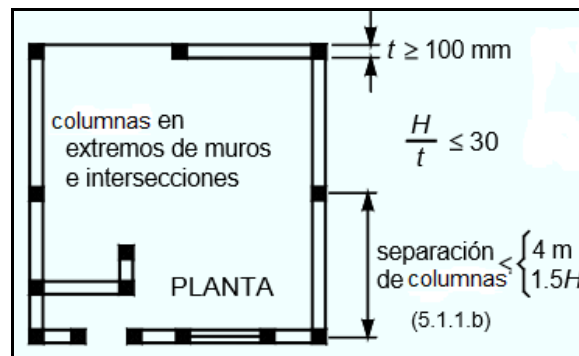
⁹ NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto. Traducido por Luis Eduardo Yamín L.12 ed. Bogotá D.C.: McGraw-Hill, 1999. ISBN: 958-600-953-X. p 241.

¹⁰ SEGURA, Jorge F. Estructuras de concreto 1. De acuerdo con el reglamento Colombiano de diseño y construcción sismo resistente. 7 ed. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, 2011. P. 282.

5.1.5 SISTEMA DE MUROS CONFINADOS¹¹

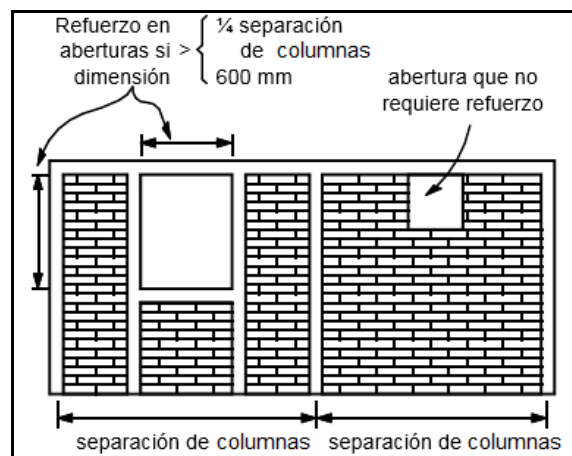
Son muros reforzados con vigas y columnas que cumplen con requisitos geométricos y de refuerzo, de según las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (NTCM), en este caso el reglamento Colombiano de Norma Sismo Resistente Título E – (NSR-10); Existirán elementos de refuerzo, en el perímetro de todo hueco, cuya dimensión exceda la cuarta parte de la dimensión del muro en la misma dirección, como se muestra a continuación en las siguientes gráficas:

Gráfica 2. Vista en planta muros confinados.



FUENTE: DE LA TORRE Oscar, Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA.

Gráfica 3. Refuerzo en el perímetro de aberturas-sistema de muros confinados.

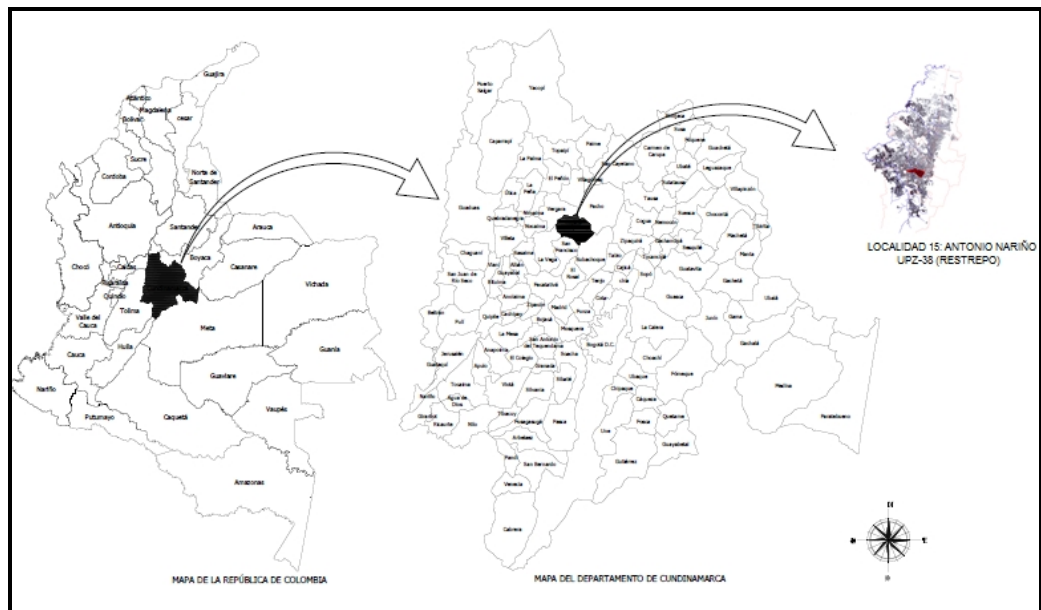


FUENTE: DE LA TORRE Oscar, Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA.

¹¹ DE LA TORRE Oscar, SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA. Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. Capítulo 3.2.1.2, p.77-79.

5.2. MARCO GEOGRÁFICO

Gráfica 4. Localización geográfica Colombia-Cundinamarca-Bogotá D.C.



FUENTE: Autores.

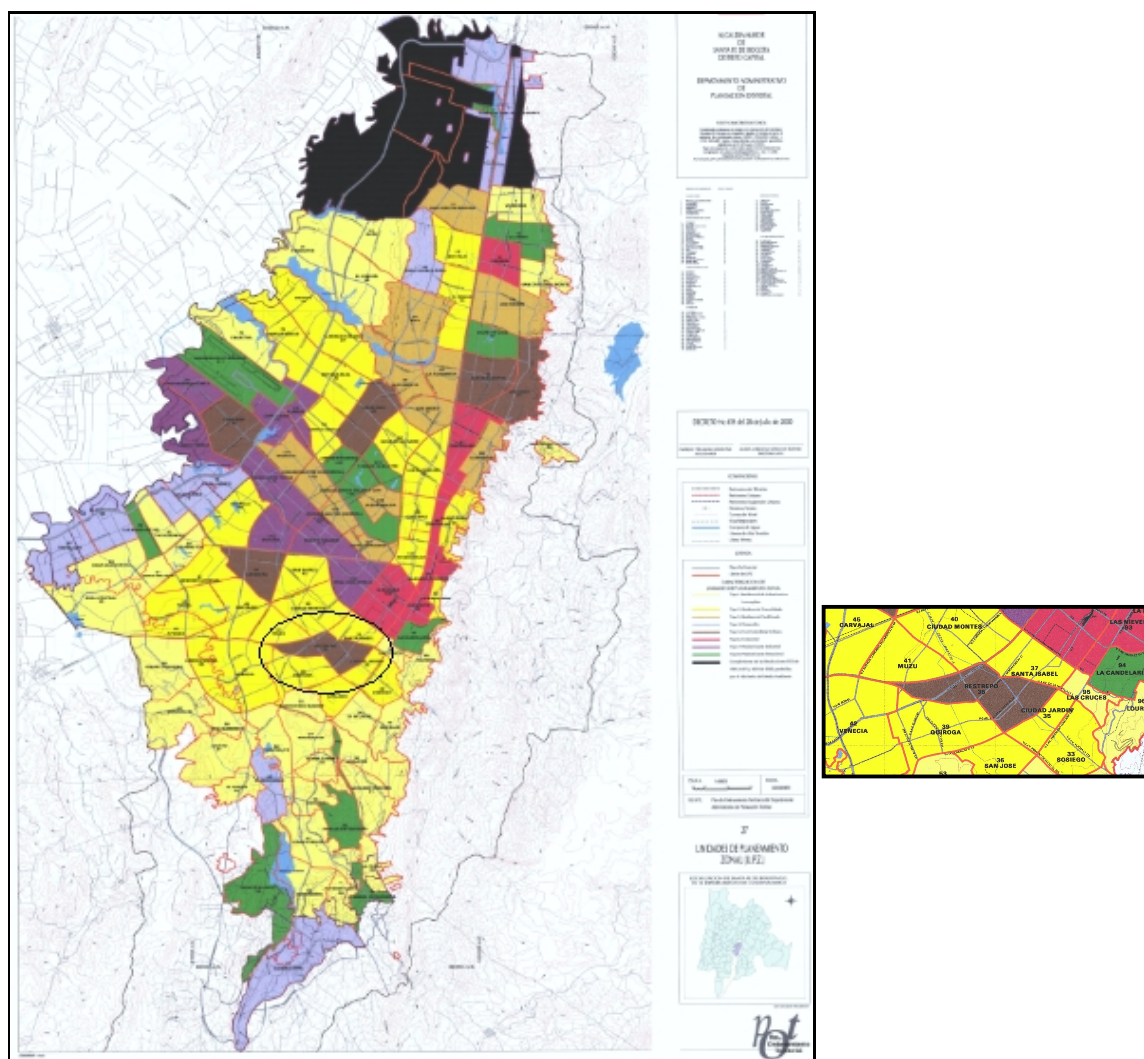
Gráfica 5. Localidad 15 Antonio Nariño – Barrio Restrepo.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT)			
LOCALIDAD 15: ANTONIO NARIÑO – BARRIO RESTREPO			
DATOS GENERALES			
<u>Límites</u>			
<u>Al Norte:</u>	<u>Al Sur:</u>	<u>Al Oriente:</u>	<u>Al Occidente:</u>
Puente Aranda	Rafael Uribe	San Cristóbal	Tunjuelito
La localidad hace parte de la pieza Tejido Residencial Sur. Su potencialidad radica en la preservación de sus áreas residenciales por medio de acciones dirigidas a la recuperación y protección de los elementos naturales, el espacio público y su ordenamiento en las centralidades Restrepo y Santander; de forma complementaria se iniciarán programas de mejoramiento en la accesibilidad por medio de nuevas vías y el sistema de transporte.			

FUENTE: PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Bogotá D.C.

El barrio **Restrepo (UPZ-38)**, es un barrio de Bogotá, perteneciente a la localidad de Antonio Nariño, en el cual es sede de la alcaldía local. Su geografía inherente a un terreno urbano y plano. En su parte norte está bañado por aguas del río Fucha, la localidad de Antonio Nariño ocupa un terreno plano con ligero desnivel de oriente a occidente y parte de su territorio actual se encuentra sobre áreas que constituyeron humedales. La altura sobre el nivel del mar es de 2.600m y presenta una temperatura promedio aproximada de 14°C. A continuación, se ilustra la ubicación de la UPZ-38 (Restrepo), ubicada en la localidad 15 de Antonio Nariño de la ciudad de Bogotá D.C.:¹²

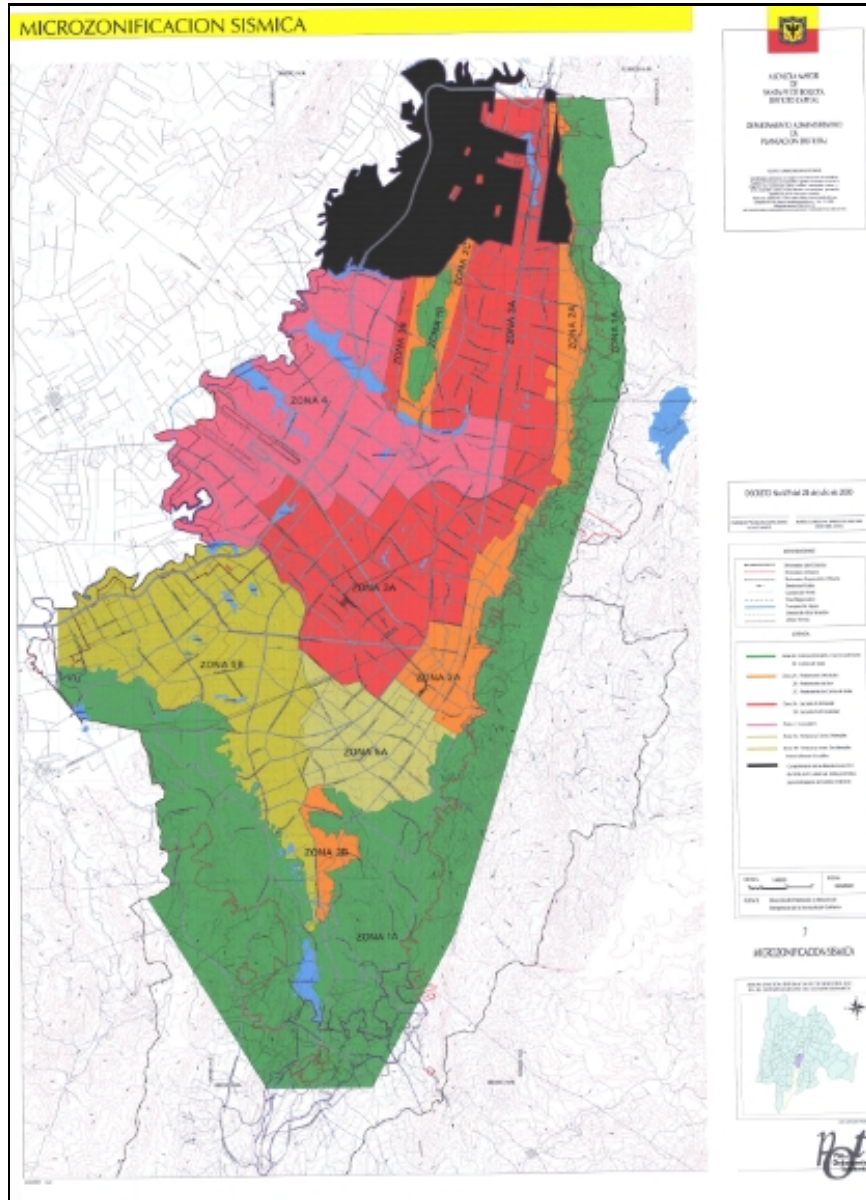
Gráfica 6. UPZ-38 RESTREPO – Bogotá D.C.



FUENTE: PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT). Unidades de Planeamiento Zonal (U.P.Z.).

¹² PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT) DE BOGOTÁ D.C. EDICIÓN 2010. Documento resumen, pág. 50.

Gráfica 7. Microzonificación Sísmica del lugar de estudio (Zona 5A-Terrazas y conos Orientales Potencialmente Licuables) - Amenaza sísmica MEDIA.



FUENTE: PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT). Microzonificación Sísmica.

5.3. MARCO JURIDICO

5.3.1 NSR-10

Al reforzamiento estructural se contempla bajo ley de la república, amparada bajo la NSR 10 (Norma Sismo resistente del año 2010). En su título A10. “EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSIÓN DEL REGLAMENTO”; La cual se modificó y se regulo bajo ARTICULO 1o. MODIFICACIONES AL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES, NSR-98, ADOPTADO POR MEDIO DEL DECRETO 33 DE 1998. Modificase el Reglamento de construcciones sismo resistentes, NSR-98, adoptado por medio del Decreto 33 de 1998 y modificado a su vez por el Decreto 34 de 1999.¹³

5.3.2 TITULO E (NSR-10)

Este Título -único a nivel mundial- que permite la construcción de casas de uno y dos pisos sin la participación obligatoria de un ingeniero estructural, a través de requisitos empíricos se ha mantenido, revisado y actualizado para el Reglamento NSR-10.

Sus requisitos son- por una parte- una simplificación del uso de la mampostería confinada del Capítulo D.10. Por otra, mediante el Decreto 52 de 2002 se le adicionó un Capítulo de bahareque en cementado (Capítulo E.7 del Reglamento NSR-98) que se mantiene en el Reglamento NSR-10, actualizado y reordenado dentro del capitulado del nuevo Título E.

E.4.3 – COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

E.4.3.1 – GENERAL – En general, las columnas de confinamiento se construyen en concreto reforzado. Las columnas de confinamiento deben anclarse a la cimentación, pudiendo utilizarse empalmes por traslapo en la base de la columna, y deben rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior.¹⁴

¹³ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente. NSR-10. Bogotá D.C.: El ministerio, 2010. 1-Ap.

¹⁴ Nuevo Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Título E, Casas de uno y dos pisos.

E.4.4 – VIGAS DE CONFINAMIENTO

E.4.4.1 – En general, las vigas de confinamiento se construyen en concreto reforzado. El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90°. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan, como se muestra en la ilustración posterior:¹⁵

Gráfica 8. Adecuación de muros de confinamiento.



TOMADO DE: Nuevo Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Título E, Casas de uno y dos pisos.

E.5.3.1 – MUROS DIVISORIOS

E.5.3.1 – GENERAL – Deben ser capaces de resistir las fuerzas que el sismo les impone bajo su propio peso. Los muros divisorios de mampostería. Deben estar adheridos a la estructura general de la edificación mediante mortera de pega en los bordes de contacto con los diafragmas superior e inferior y con los muros estructurales adyacentes. Deben tomarse las precauciones para evitar que, ante la ocurrencia de un sismo, estos muros divisorios se vuelquen, los elementos divisorios en materiales más flexibles (madera, cancelos, cartón y yeso, plástico, etc.) se deben anclar a la estructura principal.

¹⁵ Nuevo Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Título E, Casas de uno y dos pisos. Pág.E-15

E.5.3.2 – Los muros divisorios sólo cumplen la función de separar espacios dentro de la edificación y por lo tanto no se consideran estructurales. Deben ser capaces de resistir las fuerzas que el sismo les impone bajo su propio peso. Los muros divisorios de mampostería deben estar adheridos a la estructura general de la edificación mediante mortero de pega en los bordes de contacto con los diagramas superior e inferior y con los muros estructurales adyacentes. Deben tomarse todas las precauciones para evitar que, ante la ocurrencia de un sismo, estos muros divisorios se vuelquen, especialmente cuando no son de altura total y no lleguen al diafragma superior por medio de refuerzos resistentes a tracción, que impidan su vuelco. Los elementos divisorios en materiales más flexibles (madera, canceles, cartón y yeso, plástico, etc.) se deben anclar a la estructura principal.

E.5.4.1.2 – Antepechos – Los antepechos de mampostería se deben anclar al diafragma inferior mediante una cinta de remate y columnas ubicadas en las esquinas, en los extremos y a distancias intermedias no mayores de 1.5 m.

E.5.2.1 – CUBIERTAS – GENERAL – Los elementos portantes de cubierta, de cualquier material, deben conformar un conjunto estable para cargas laterales. Por lo tanto, se deben disponer sistemas de anclaje en los apoyos y suficientes elementos de arriostramiento como tirantes, contravientos, riostras, etc. Que garanticen la estabilidad del conjunto.

E.9.3.1 – MATERIALES DE CUBIERTA – Los materiales utilizados para el cierre de la cubierta deben garantizar una impermeabilidad suficiente para proteger de la humedad de la estructura de soporte.

E.9.3.3 – No se permite el uso de losas de concreto o de mortero como cubiertas de casa de uno y dos pisos en muros de bahareque encementado construidas de acuerdo con el presente Título.

E.9.4.1 – CIELO-RASO – El cielo-raso se debe construir en materiales livianos, anclados a la estructura del entrepiso o de la cubierta y deben permitir la ventilación de los elementos estructurales y no estructurales.

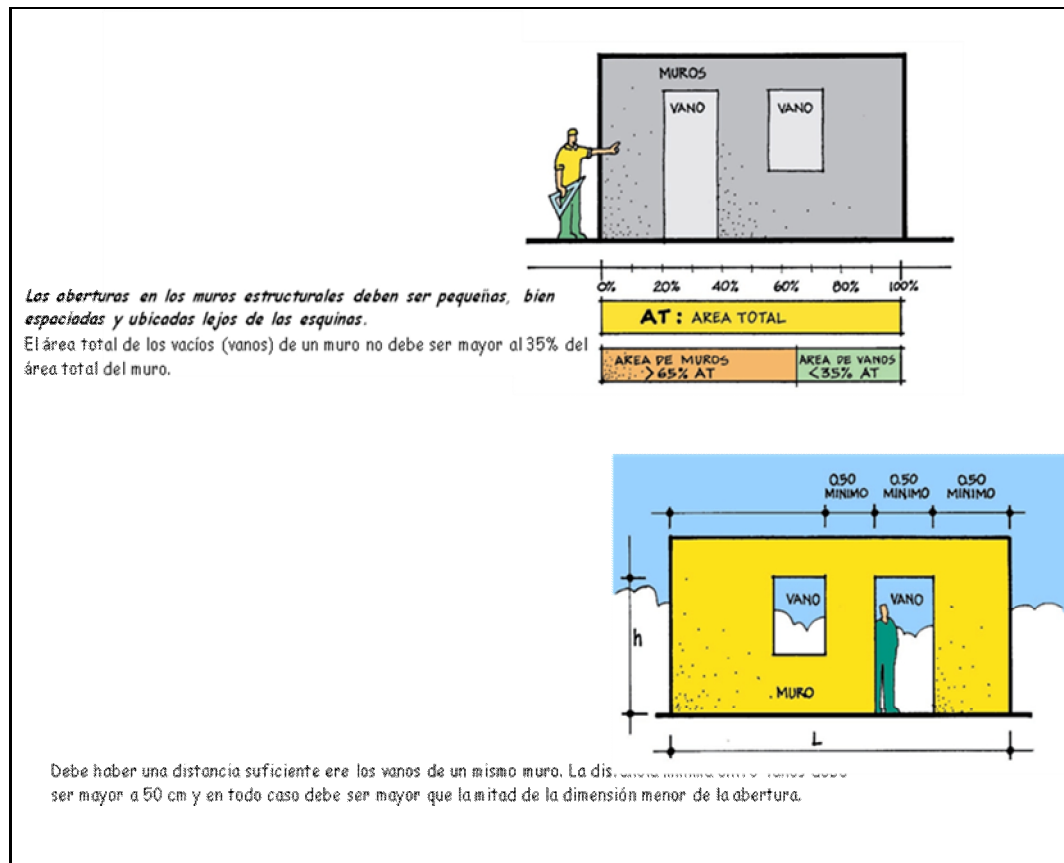
E.3.4.1 - Las aberturas en los muros deben ser pequeñas, bien espaciadas y no pueden estar ubicadas en las esquinas. El área de los vanos de un muro no debe ser mayor al 35% del área total del muro.

E.3.4.2- DISTANCIA MÍNIMA ENTRE ABERTURAS – Entre las aberturas de un mismo muro debe existir una distancia suficiente. La distancia mínima entre aberturas debe ser mayor a 500mm. Y en ningún caso debe ser menor que la mitad de la dimensión mínima de la abertura.

E.3.4.3- REFUERZO DE LAS ABERTURAS – Se deben reforzar los vanos con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor de los mismos y la longitud total en planta de los vanos debe ser menor que la mitad de la longitud total en planta del muro.

E.3.4.3.1 – No se deben dejar aberturas continuas en la parte superior del muro, cerca de las columnas de confinamiento, porque se puede presentar el efecto de columna corta.¹⁶

Gráfica 9. Especificaciones aberturas en los muros.



TOMADO DE: Nuevo Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Título E, Casas de uno y dos pisos.

¹⁶ Nuevo Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Título E, Casas de uno y dos pisos. Pág.E-15

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 Enfoque de la Investigación

El contexto de esta investigación se enfoca dentro de los parámetros cualitativos y cuantitativos, los cuales sobresalen por responder interrogantes previamente formulados a la investigación; Así mismo, su fundamentación y datos obtenidos se basan en recolección de información realizada en la vistas al lugar de estudio por medio de fotografías en campo y de registro de información en los formatos que se presentan adjunto (ver Anexos 1-2-3).

6.2 Tipo de Investigación

Esta investigación es del tipo explicativa ya que el investigador debe precisar determinadas variables de estudio; Por medio de la elaboración de formatos que registren las observaciones realizadas en el lugar de estudio; Además, transformar y utilizar la información recolectada y el manejo para explicar las falencias encontradas, y posteriormente proponer la forma para mitigar la problemática presentada.

6.3 Fases para la investigación

Para la realización y/o ejecución de la investigación se determinaron las siguientes fases, en función al objetivo general y específicos:

- FASE 1: Realizar un diagnóstico estructural en dos (2) casas de tipo convencional de dos pisos, ubicada en la Localidad 15 de Antonio Nariño, UPZ-38 (Restrepo) de la ciudad de Bogotá D.C.
- FASE 2: Determinar las principales falencias desde el punto de vista estructural para cada una de las casas en estudio; Con el fin de proponer un refuerzo para los puntos críticos detectados en cada una de las dos (2) edificaciones.
- FASE 3: Generar los diseños estructurales acordes a la norma NSR-10 mencionados en el titulo E que corresponden a casas de uno y dos pisos, para así mitigar el impacto generado en las viviendas; Por medio y acorde al diagnóstico estructural realizado en las fases anteriores.

7. ANALISIS DE RESULTADOS

7.1 DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL.

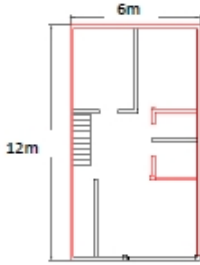
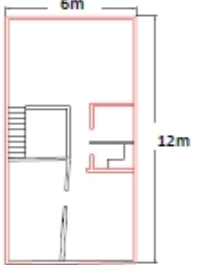
Desde el diseño metodológico, para la ejecución de la investigación y por medio de las fases que se plantean de desarrollo del proyecto, a continuación se pretende relacionar el registro fotográfico realizado en el lugar de estudio y su correspondiente análisis, por medio del formato de evaluación de vulnerabilidad y calificación para estudio de la construcción de refuerzos estructurales en casas construidas sin estructura (ver Anexo A).

Así mismo, se pretende entonces así, validar y constatar los factores que muy seguramente están ayudando a generar el impacto que se referencia en la presente investigación, por medio de un diagnóstico estructural, determinando así las principales falencias desde el punto de visto de la estructura; Lo cual ayudará a identificar los puntos vulnerables en estructuras de casas de dos pisos ubicadas en la UPZ-38 (Restrepo), siendo esta una de las zonas con alta vulnerabilidad y con alto impacto en la ciudad de Bogotá D.C. según microzonificación sísmica; Finalmente, generar el proceso y procedimientos adecuado para el refuerzo de la vivienda acorde a la norma NSR-10 - Título E.

Además, para la evaluación del nivel de vulnerabilidad de casas de dos niveles y calificación de sus componentes y recomendación; Se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Irregularidad en la planta de la construcción.
- Muros (espesores, alturas y longitudes).
- Golpe de vista en la geometría (simetría de la vivienda).
- Vanos y forma (puertas y ventanas).
- Cimientos.
- Techo.
- Aspectos sensibles al tacto y vista.
- Estado de los materiales usados:
 - Concreto.
 - Acero.
 - Ladrillo.
- Aspectos constructivos.
- Calidad de juntas de pega en mortero.
- Muros confinados y reforzados.
- Detalle de vigas y columnas de confinamiento.

Tabla.1 Inventario del sitio de estudio – Formato de campo 1 de 5 - CASA #1.

	ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ D.C.	INVENTARIO DEL SITIO DE ESTUDIO FORMATO DE CAMPO	UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014
Fecha: (D.M.A.) 10-03-2014	Localización: CRA 16 # 14-12 sur - Restrepo	Elaborado por: _____	
Descripción de la cimentación: Cimentación corrida con bases en rājón y mortero de colocación, sobre estas se encuentran las vigas de cimentación soportando cada muro de la planta.			
Descripción de las columnas de la primera planta: Columnas de confinamiento con separaciones inferiores a cuatro (4) metros y dimensiones en sección de 12 cm * 25cm.			
Descripción de la primera placa de entre piso: Posee placa de concreto de espesores entre 10 cm y 15 cm, con deformación excesiva, se estudia la cuantía de acero de refuerzo encontrada deficiente.			
Descripción de las columnas de la segunda planta: No hay continuidad en algunas columnas y las dimensiones varían con referencia a la primera planta.			
Descripción del sistema y materiales de la mampostería: Mampostería en bloque convencional combinada con ladrillo.			
Levantamiento arquitectónico	1er Piso  2do Piso 		
CASA No. 1			
Observaciones: No existe continuidad horizontal en los muros.	COLOR ROJO: MURO ESTRUCTURAL ESPESOR MURO = 15 cm		
hoja 1 de 5			

FUENTE: Autores.

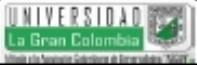
Tabla 1. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 2 de 5 - CASA #1.

		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014	
E.1.3.2	LONGITUD DE MUROS APROXIMADAMENTE IGUAL EN DOS DIRECCIONES	SI	NO		
E.1.3.4	INTEGRIDAD ESTRUCTURAL				
E.1.3.4.1	CONTINUIDAD VERTICAL EN LA ESTRUCTURA	SI	NO		
E.1.3.4.2	REGULARIDAD EN PLANTA	SI	NO		
E.1.2.4.3	REGULARIDAD EN ALTURA	SI	NO		
E.1.3.4.3	JUNTAS SÍSMICAS	SI	NO		
JUNTAS SÍSMICAS	CHEQUEO RELACION LARGO ANCHO 3 a 1	MAYOR	MENOR		
	PENDIENTE DEL TERRENO 30%	MAYOR	MENOR		
	CASAS MEDIANERAS Y CON DIFERENTES MATERIALES	SI	NO		
	CASAS CONSTRUIDAS INDEPENDIENTEMENTE	SI	NO		
	APERTURAS EN LAS FACHADAS	MAS DEL 25%	MENOS DEL 25%		
E.1.3.5	PESO EXCESIVO DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN	SI	NO		
CIMENTACIONES					
ASPECTOS A CHEQUEAR	DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CASAS SIMILARES EN LA ZONA DE ESTUDIO				
VERTICALIDAD	OBSERVACIONES: El comportamiento vertical de las casas de la zona es de tipo Normal. No se observa desplome en las aristas verticales.				
ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES	OBSERVACIONES: Si se observa asentamiento diferencial en algunas casa de la zona. (ver en detalle en capítulo 7.2)				
AGRIETAMIENTOS	OBSERVACIONES: Se observan algunos agrietamientos en algunas casas del sector. (ver en detalle en capítulo 7.2)				
COLAPSABILIDAD	OBSERVACIONES: No se presenta colapsabilidad en las viviendas pertenecientes al sector de estudio.				
EXPANSIBILIDAD DE MEDIA A ALTA	OBSERVACIONES: No presenta expansibilidad los suelos pertenecientes a la zona de estudio.				

hoja: 2 de 3

FUENTE: Autores.

Tabla -2. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 3 de 5 - CASA #1.

		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014	
E 2.1.2		ESTUDIO GEOTECNICO (debe realizar un estudio geotecnico que cumpla titulo H del reglamento en los siguientes casos):			
ASPECTOS A CHEQUEAR	A	SUELOS QUE PRESENTEN INESTABILIDAD LATERAL	SI	NO	
	B	SUELO CON PENDIENTES SUPERIORES AL 30%	SI	NO	
	C	SUELOS CON COMPRESIBILIDAD EXCESIVA	SI	NO	
	D	SUELOS CON EXPANSIBILIDAD MEDIA A ALTA	SI	NO	
	E	SUELOS QUE PRESENTEN COLAPSIBILIDAD	SI	NO	
	F	SUELOS CON RIESGOS POR REMOCION EN MASA, ACTIVIDAD MINERA ACTIVA, EROSION, CUERPOS DE AGUA U OTROS QUE PUEDAN AFECTAR LA ESTABILIDAD.	SI	NO	
E 2.1.3		LIMPIEZA DEL TERRENO (el terreno se limpio adecuadamente)	SI	NO	
E 2.1.4		SISTEMA DE CIMENTACION (la cimentacion debe ser reticular aproximadamente rectangular)	SI	NO	
E 2.1.5		CONFIGURACION EN PLANTA (los anillos del sistema deben tener una relacion largo ancho menor de dos).	SI	NO	
E 2.2.1		DIMENSIONES DE LOS CIMIENTOS (en el plano de campo se deben consignar las dimensiones de cada una de las vigas de cimentacion) PARA EVALUAR LOS REFUERZOS DE LOS CIMIENTOS SE DEBEN HACER UN APIQUE POR CADA VIGA EN CADA UNO DE LOS EJES EN PLANTA (se lleva un registro fotografico por cada una y se señalara a que eje corresponde)			
E 2.2.3		CIMENTACIONES SOBRE TERRENO INCLINADO (si existen terrenos inclinados se deben diligenciar los siguientes cinco 5 renglones)	SI	NO	
E 2.2.3.1		PENDIENTES SUPERIORES AL 20% (se estudia si existe o no pilares que en el borde inferior de ladera como indica en este numeral)	SI	NO	
E 2.2.4		SOBRECIMENTOS (el nivel de la viga cumple la indicacion de 500 mm por debajo del nivel del acabado del primer piso)	SI	NO	
E 2.2.4.1		PENDIENTES MAYORES AL 5% (indicar la horizontalidad de los sobrecimientos y de las vigas)	SI	NO	
E 2.2.4.2		PROFUNDIDAD DEL EXTRACTO DE SUELO (mayor a 700 mm)	SI	NO	
		LAS DIMENSIONES DEL RELLENO DE CICLOPEO SI EXISTE SEGÚN NORMA SE DEBEN CONSIGNAR EN EL PLANO DE CAMPO	SI	NO	
E 2.2.5		LOSA DE CIMENTACION AISLADA DE LAS VIGAS DE CIMENTACION SEGÚN NORMA	SI	NO	
E 2.3.1		INSTALACIONES SANITARIAS (las instalaciones sanitarias complen las condiciones de la norma)	SI	NO	
E 2.4.1		JUNTAS (las distancias de la cimentacion son inferiores a 30 m)	SI	NO	
E 2.4.2		MUROS DIVISORIOS NO ESTRUCTURALES (los muros divisorios no estructurales se encuentran apoyados sobre vigas)	SI	NO	

hoja: 3 de 5

FUENTE: Autores.

Tabla 3. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 4 de 5 - CASA #1.

UNIVERSIDAD La Gran Colombia		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014		
E 3.1	MAMPOSTERIA CONFINADA					
E 3.3	MORTERO DE PEGA	CALIDAD DE JUNTAS	buena plasticidad y consistencia	SI	NO	
			espesor de mortero de pega adecuado	SI	NO	
E 3.4	ABERTURAS EN LOS MUROS		el total de aberturas superan el 35 % del muro	SI	NO	
			distancia entre aberturas mayores a 500 mm	SI	NO	
			las aberturas tienen refuerzo	SI	NO	
E 3.5	ESPESOR DE LOS MUROS					
E 3.5.1	SEGÚN ALTURA LIBRE		la altura no excede 25 veces el espesor de los muros	SI	NO	
E 3.5.2	SEGÚN LONGITUD HORIZONTAL		la longitud libre no excede 35 veces el espesor de los muros	SI	NO	
E 3.5.3	ESPESORES DE MUROS ESTRUCTURALES (señale los parametros del caso de estudio)					
	ZONA DE AMENAZA SISMICA	NUMERO DE NIVELES DE CONSTRUCCION				
		UN PISO	DOS PISOS			
	ALTA	110 mm	1ª PLANTA	110 mm	2ª PLANTA	100 mm
	MEDIA	100 mm	110 mm	110 mm	95 mm	95 mm
BAJA	95 mm	110 mm	110 mm	95 mm	95 mm	
E 3.6	LONGITUD DE MUROS CONFINADOS					
E 3.6.4	LONGITUD DE MUROS CONFINADOS EN LA DIRECCION X			LX = 10,0 m		
	LONGITUD DE MUROS CONFINADOS EN LA DIRECCION Y			LY = 26,0 m		
E 4.2.1	A	CALIDAD DEL CONCRETO A LA VISTA	BUENA	REGULAR	MALA	
E 4.2.1	B	CALIDAD DEL ACERO DE REFUERZO	BUENA	REGULAR	MALA	
E 4.3.2	DIMENSIONES DE LAS COLUMNAS MINIMO 200 cm ²					
	NUMERO DE COLUMNAS				# COL = 9	
	OBSERVACIONES: La vivienda cuenta con un total de 9 columnas, cada una con sección 26cmx14cm con área de 364cm ² .					
E 4.3.4	REFUERZO MINIMO 4 BARRAS N° 3 (3/8") Ó 10 MM					
	NUMERO DE BARRAS POR COLUMNA				# BARRAS = 4	
	OBSERVACIONES: Las barras no cumplen con lo estipulado, ya que presentan una calidad inferior a 10 mm (3/8")-barras N° 3.					
E 4.4	VIGAS DE CONFINAMIENTO					
4.4.2	VIGAS DE CONFINAMIENTO INTERNAS EN LA PLACA			SI	NO	
	DIMENSIONES DE LAS VIGAS MIN 200 cm ²			CUMPLE	SI	NO
E 4.4.3	A	POSEE VIGAS DE CIMENTACION			SI	NO
	B	A NIVEL DEL ENTREPISO			SI	NO
	C	A NIVEL DE CUBIERTA			SI	NO
E 4.4.4	REFUERZO MINIMO 4 BARRAS N° 3 (3/8") ó 10 mm					
	EL REFUERZO ES ADECUADO				SI	NO

hoja: 4 de 5

FUENTE: Autores.

Tabla-4. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 5 de 5 - CASA #1.

 ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014			
E 5.1	LOSAS DE ENTREPISO	SI	NO
E 5.1.1	LA LOSA ES CONSISTENTE, ESTA FABRICADA CON MATERIAL TIPO CONCRETO	SI	NO
E 5.1.2	LAS PLACAS SON MONOLITICAS O PREFABRICADAS	SI	NO
E 5.1.3	EL ESPESOR MINIMO DE LA PLACA ENTREPISO CUMPLE CON LA NORMA YA SEA MACIZA O ALIGERADA	SI	NO
E 5.1.3.1	LA LOSA ES PREFABRICADA Y SE ENCUENTRA APOLLADA A LA CIMENTACION	SI	NO
E 5.1.4.1	LAS PLACAS TIENEN REFUERZO	SI	NO
E 5.1.5	LA LOSA ENTREPISO ES ALIGERADA	SI	NO
E 5.1.5.2	REFUERZO MINIMO EN LAS VIGUETAS DE SISTEMA ALIGERADO	SI	NO
E 5.2	CUBIERTA EN CONCRETO O TIPO SOLERA	SI	NO
E 5.2.2	LAS CORREAS Y ELEMENTOS USADOS TRANSFIEREN ESFUERZOS UNIFORMEMENTE A LA CONSTRUCCION	SI	NO

hoja: 5 de 5

FUENTE: Autores.

Tabla-5. Resumen de evaluación y diagnóstico - CASA #1.

CALIFICACIÓN SEGÚN CRITERIO DEL PROFESIONAL CALIFICADO		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ -38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ D.C.	
A =EXCELENTE ESTADO B = REGULAR ESTADO C = MALO PARA INTERVENIR			
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE CASAS DE DOS NIVELES	CALIFICACIÓN DE COMPONENTES	RECOMENDACIÓN	PUNTO DE REFERENCIA MAYOR
GOLPE DE VISTA GEOMETRÍA	B	Presenta formas discontinuas.	
IRREGULARIDAD EN LA PLANTA DE LA CONSTRUCCIÓN	B	Estado aceptable, con pequeñas falencias.	
CANTIDAD DE MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES	B	Posee buenos muros pero no existe continuidad.	
IRREGULARIDAD EN LA ALTURA	B	Se observa la misma planta en el segundo piso.	
VANOS Y FORMA	B	Los vanos son excesivos comparado con la Norma.	
ASPECTOS SENSIBLES AL TACTO Y VISTA	B	Se observan grietas y deformación en placa.	
ESTADO DE LOS MATERIALES USADOS	B	Existe deterioro en los materiales.	
CONCRETO	B	El concreto usado no es aceptable en condiciones de resistencia.	
ACERO	B	Las cuantías están por debajo según normatividad.	
LADRILLO	A	El material arcilloso presenta buena condición.	
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	B	No posee los materiales adecuados y carece de ventilación y de iluminación.	
CALIDAD DE JUNTAS DE PEGA EN MORTERO	B	El mortero no tiene buena características mecánicas.	
MUROS CONFINADOS Y REFORZADOS	B	Los elementos de confinamiento no cumplen Norma.	
DETALLE DE VIGAS Y COLUMNAS DE CONFINAMIENTO	B	Dimensiones no proporcionales y las distancias entre elementos anormales.	

Tabla-7. Inventario del sitio de estudio – Formato de campo 1 de 5 - CASA #2.

	ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ D.C.	INVENTARIO DEL SITIO DE ESTUDIO FORMATO DE CAMPO	UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014
Fecha: (D.M.A.) 18-03-2014	Localización: CRA 15 # 10A-11 sur - San Antonio	Elaborado por: _____	
Descripción de la cimentación: Concreto ciclópeo en rajón embebido en mortero.			
Descripción de las columnas de la primera planta: Mochetas y machones en ladrillo.			
Descripción de la primera placa de entre piso: Sistema de madera en planchón con piso entablado y techo con esterilla en guadua pañetado.			
Descripción de las columnas de la segunda planta: Mochetas y machones en ladrillo.			
Descripción del sistema y materiales de la mampostería: Mampostería en bloque convencional combinada con ladrillo.			
Levantamiento arquitectónico	1er Piso  2do Piso  COLOR ROJO: MURO ESTRUCTURAL ESPESOR MURO = 30 cm		
CASA No. 2			
Observaciones: No existe continuidad en los muros, además se encontraron muros sobre vigas de madera en mal estado.			
hoja 1 de 5			

FUENTE: Autores.

Tabla 8. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 2 de 5 - CASA #2.

 Unidad de Investigación Tecnológica de Construcción - UGTIC		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014	
E.1.3.2		LONGITUD DE MUROS APROXIMADAMENTE IGUAL EN DOS DIRECCIONES	SI	NO	
E.1.3.4		INTEGRIDAD ESTRUCTURAL			
E.1.3.4.1		CONTINUIDAD VERTICAL EN LA ESTRUCTURA	SI	NO	
E.1.3.4.2		REGULARIDAD EN PLANTA	SI	NO	
E.1.2.4.3		REGULARIDAD EN ALTURA	SI	NO	
E.1.3.4.3		JUNTAS SÍSMICAS	SI	NO	
JUNTAS SÍSMICAS	CHEQUEO RELACION LARGO ANCHO 3 a 1		MAYOR	MENOR	
	PENDIENTE DEL TERRENO 30%		MAYOR	MENOR	
	CASAS MEDIANERAS Y CON DIFERENTES MATERIALES		SI	NO	
	CASAS CONSTRUIDAS INDEPENDIENTEMENTE		SI	NO	
	APERTURAS EN LAS FACHADAS		MAS DEL 25%	MENOS DEL 25%	
E.1.3.5		PESO EXCESIVO DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN	SI	NO	
CIMENTACIONES					
ASPECTOS A CHEQUEAR		DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CASAS SIMILARES EN LA ZONA DE ESTUDIO			
VERTICALIDAD		<u>OBSERVACIONES:</u> El comportamiento vertical de las casas de la zona es de tipo Normal. No se observa desplome en las aristas verticales.			
ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES		<u>OBSERVACIONES:</u> Si se observa asentamiento diferencial en algunas casa de la zona. (ver en detalle en capítulo 7.2)			
AGRIETAMIENTOS		<u>OBSERVACIONES:</u> Se observan algunos agrietamientos en algunas casas del sector. (ver en detalle en capítulo 7.2)			
COLAPSABILIDAD		<u>OBSERVACIONES:</u> No se presenta colapsabilidad en las viviendas pertenecientes al sector de estudio.			
EXPANSIBILIDAD DE MEDIA A ALTA		<u>OBSERVACIONES:</u> No presenta expansibilidad los suelos pertenecientes a la zona de estudio.			

hoja: 2 de 5

FUENTE: Autores.

Tabla 9. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 3 de 5 - CASA #2.

		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014	
E 2.1.2		ESTUDIO GEOTECNICO (debe realizar un estudio geotecnico que cumpla titulo H del reglamento en los siguientes casos):			
ASPECTOS A CHEQUEAR	A	SUELOS QUE PRESENTEN INESTABILIDAD LATERAL	SI	NO	
	B	SUELO CON PENDIENTES SUPERIORES AL 30%	SI	NO	
	C	SUELOS CON COMPRESIBILIDAD EXCESIVA	SI	NO	
	D	SUELOS CON EXPANSIBILIDAD MEDIA A ALTA	SI	NO	
	E	SUELOS QUE PRESENTEN COLAPSIBILIDAD	SI	NO	
	F	SUELOS CON RIESGOS POR REMOCION EN MASA, ACTIVIDAD MINERA ACTIVA, EROSION, CUERPOS DE AGUA U OTROS QUE PUEDAN AFECTAR LA ESTABILIDAD.	SI	NO	
E 2.1.3		LIMPIEZA DEL TERRENO (el terreno se limpio adecuadamente)	SI	NO	
E 2.1.4		SISTEMA DE CIMENTACION (la cimentacion debe ser reticular aproximadamente rectangular)	SI	NO	
E 2.1.5		CONFIGURACION EN PLANTA (los anillos del sistema deben tener una relacion largo ancho menor de dos).	SI	NO	
E 2.2.1		DIMENSIONES DE LOS CIMIENTOS (en el plano de campo se deben consignar las dimensiones de cada una de las vigas de cimentacion) PARA EVALUAR LOS REFUERZOS DE LOS CIMIENTOS SE DEBEN HACER UN APIQUE POR CADA VIGA EN CADA UNO DE LOS EJES EN PLANTA (se llevara un registro fotografico por cada una y se señalara a que eje corresponde)			
E 2.2.3		CIMENTACIONES SOBRE TERRENO INCLINADO (si existen terrenos inclinados se deben diligenciar los siguientes cinco 5 renglones)	SI	NO	
E 2.2.3.1		PENDIENTES SUPERIORES AL 20% (se estudia si existe o no pilares que en el borde inferior de ladera como indica en este numeral)	SI	NO	
E 2.2.4		SOBRECIMENTOS (el nivel de la viga cumple la indicacion de 500 mm por debajo del nivel del acabado del primer piso)	SI	NO	
E 2.2.4.1		PENDIENTES MAYORES AL 5% (indicar la horizontalidad de los sobrecimientos y de las vigas)	SI	NO	
E 2.2.4.2		PROFUNDIDAD DEL EXTRACTO DE SUELO (mayor a 700 mm)	SI	NO	
		LAS DIMENSIONES DEL RELLENO DE CICLOPEO SI EXISTE SEGÚN NORMA SE DEBEN CONSIGNAR EN EL PLANO DE CAMPO	SI	NO	
E 2.2.5		LOSA DE CIMENTACION AISLADA DE LAS VIGAS DE CIMENTACION SEGÚN NORMA	SI	NO	
E 2.3.1		INSTALACIONES SANITARIAS (las instalaciones sanitarias complen las condiciones de la norma)	SI	NO	
E 2.4.1		JUNTAS (las distancias de la cimentacion son inferiores a 30 m)	SI	NO	
E 2.4.2		MUROS DIVISORIOS NO ESTRUCTURALES (los muros divisorios no estructurales se encuentran apoyados sobre vigas)	SI	NO	

hoja: 3 de 5

FUENTE: Autores.

Tabla 10. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 4 de 5 - CASA #2.

UNIVERSIDAD La Gran Colombia		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014	
E 3.1	MAMPOSTERIA CONFINADA				
E 3.3	MORTERO DE PEGA	CALIDAD DE JUNTAS	buena plasticidad y consistencia	SI	NO
			espesor de mortero de pega adecuado	SI	NO
E 3.4	ABERTURAS EN LOS MUROS		el total de aberturas superan el 35 % del muro	SI	NO
			distancia entre aberturas mayores a 500 mm	SI	NO
			las aberturas tienen refuerzo	SI	NO
E 3.5	ESPESOR DE LOS MUROS				
E 3.5.1	SEGÚN ALTURA LIBRE		la altura no excede 25 veces el espesor de los muros	SI	NO
E 3.5.2	SEGÚN LONGITUD HORIZONTAL		la longitud libre no excede 35 veces el espesor de los muros	SI	NO
E 3.5.3	ESPEORES DE MUROS ESTRUCTURALES (señale los parametros del caso de estudio)				
	ZONA DE AMENAZA SISMICA	NUMERO DE NIVELES DE CONSTRUCCION			
		UN PISO	DOS PISOS		
			1ª PLANTA	2ª PLANTA	
	ALTA	110 mm	110 mm	100 mm	
	MEDIA	100 mm	110 mm	95 mm	
	BAJA	95 mm	110 mm	95 mm	
E 3.6	LONGITUD DE MUROS CONFINADOS				
E 3.6.4	LONGITUD DE MUROS CONFINADOS EN LA DIRECCION X			LX = 0,0 m	
	LONGITUD DE MUROS CONFINADOS EN LA DIRECCION Y			LY = 0,0 m	
E 4.2.1	A	CALIDAD DEL CONCRETO A LA VISTA	BUENA	REGULAR	MALA
E 4.2.1	B	CALIDAD DEL ACERO DE REFUERZO	BUENA	REGULAR	MALA
E 4.3.2	DIMENSIONES DE LAS COLUMNAS MINIMO 200 cm ²				
	NUMERO DE COLUMNAS			# COL = 0	
	OBSERVACIONES: Esta vivienda no posee ningun tipo de sistema estructural.				
E 4.3.4	REFUERZO MINIMO 4 BARRAS N° 3 (3/8") Ó 10 MM				
	NUMERO DE BARRAS POR COLUMNA			# BARRAS = 0	
	OBSERVACIONES: Esta vivienda no posee ningun tipo de sistema estructural.				
E 4.4	VIGAS DE CONFINAMIENTO				
4.4.2	VIGAS DE CONFINAMIENTO INTERNAS EN LA PLACA			SI	NO
	DIMENSIONES DE LAS VIGAS MIN 200 CM ²			CUMPLE	NO
E 4.4.3	A	POSEE VIGAS DE CIMENTACION		SI	NO
	B	A NIVEL DEL ENTREPISO		SI	NO
	C	A NIVEL DE CUBIERTA		SI	NO
E 4.4.4	REFUERZO MINIMO 4 BARRAS N° 3 (3/8") Ó 10 mm				
	EL REFUERZO ES ADECUADO			SI	NO

hoja: 4 de 5

FUENTE: Autores.

Tabla 11. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 5 de 5 - CASA #2.

 ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014			
E 5.1	LOSAS DE ENTREPISO	SI	NO
E 5.1.1	LA LOSA ES CONSISTENTE, ESTA FABRICADA CON MATERIAL TIPO CONCRETO	SI	NO
E 5.1.2	LAS PLACAS SON MONOLITICAS O PREFABRICADAS	SI	NO
E 5.1.3	EL ESPESOR MINIMO DE LA PLACA ENTREPISO CUMPLE CON LA NORMA YA SEA MACIZA O ALIGERADA	SI	NO
E 5.1.3.1	LA LOSA ES PREFABRICADA Y SE ENCUENTRA APOLLADA A LA CIMENTACION	SI	NO
E 5.1.4.1	LAS PLACAS TIENEN REFUERZO	SI	NO
E 5.1.5	LA LOSA ENTREPISO ES ALIGERADA	SI	NO
E 5.1.5.2	REFUERZO MINIMO EN LAS VIGUETAS DE SISTEMA ALIGERADO	SI	NO
E 5.2	CUBIERTA EN CONCRETO O TIPO SOLERA	SI	NO
E 5.2.2	LAS CORREAS Y ELEMENTOS USADOS TRANSFIEREN ESFUERZOS UNIFORMEMENTE A LA CONSTRUCCION	SI	NO

hoja: 5 de 5

FUENTE: Autores.

Tabla.12 Resumen de evaluación y diagnóstico - CASA #2.

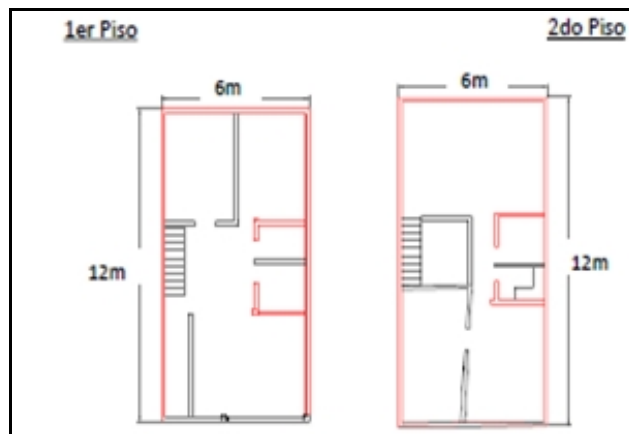
CALIFICACIÓN SEGÚN CRITERIO DEL PROFESIONAL CALIFICADO A =EXCELENTE ESTADO B = REGULAR ESTADO C = MALO PARA INTERVENIR		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ -38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ D.C.	
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE CASAS DE DOS NIVELES	CALIFICACIÓN DE COMPONENTES	RECOMENDACIÓN	PUNTO DE REFERENCIA MAYOR
GOLPE DE VISTA GEOMETRÍA	B	Regularidad en planta (Buena).	
IRREGULARIDAD EN LA PLANTA DE LA CONSTRUCCIÓN	B	Existe mínimo impacto.	
CANTIDAD DE MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES	B	Posee buenos muros pero no existe continuidad.	
IRREGULARIDAD EN LA ALTURA	A	Conserva la proyección de muros en primera planta.	
VANOS Y FORMA	A	Todos tienen forma rectangular sin exceder espacios.	
ASPECTOS SENSIBLES AL TACTO Y VISTA	B	Al hacer la inspección de los materiales no muestran deterioro.	
ESTADO DE LOS MATERIALES USADOS	B	Desgaste en la madera y se determina baja resistencia para la estructura.	
CONCRETO	NO APLICA		
ACERO	NO APLICA		
LADRILLO	A	Con la edad no se ve en perfectas condiciones.	
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	C	No posee elementos sismos resistentes.	
CALIDAD DE JUNTAS DE PEGA EN MORTERO	B	Muy variables las dimensiones y no cumple en algunos puntos.	
MUROS CONFINADOS Y REFORZADOS	NO APLICA		
DETALLE DE VIGAS Y COLUMNAS DE CONFINAMIENTO	NO APLICA		

7.2 FALENCIAS ENCONTRADAS (EVALUACIÓN).

A continuación, se presenta el análisis que muestra las fallencias encontradas desde el punto de vista estructural en el momento de realizar el estudio de diagnóstico y de haber realizado la evaluación por medio de los formatos de campo (ver anexos 1-5) para la vivienda (CASA 1):

- Levantamiento estructural realizado: Se puede ver en color rojo los muros que van desde la planta física del primer (1er) piso y continua a la planta del segundo (2do) piso.

Ilustración 1. Proyección planta física Primer (1er) y Segundo (2do) piso (CASA 1).



FUENTE: Autores.

Como se muestra en la proyección realizada, consecuencia a la visita a la vivienda, se determinó en el momento del análisis cómo está construida la casa en estudio (Casa 1), apreciando que no existía continuidad vertical en algunas columnas y en muros; Por consiguiente, al evaluar la estructura se puede denotar que no existe regularidad en planta, teniendo además discontinuidad vertical en la estructura. Así mismo, por medio de la proyección se determina que la estructura actual de la vivienda no cumple la Norma Sismo Resistente (NSR-10) Título 1.3.4.2-Regularidad en planta (ver Tabla 2 - Formato de campo 2 de 5 - CASA #1).

- Como se aprecia en la fotografía a continuación, el terreno donde se encuentra ubicada la vivienda en estudio (CASA 1), presenta una pendiente menor a 30%.

Ilustración 2. Terreno donde se encuentra la vivienda (CASA 1).



FOTOGRAFÍA: Yesid Bedoya y Leonardo Vélez.

- En la ilustración a continuación, se puede apreciar que existen aberturas en la fachada de la vivienda (CASA 1), con una cobertura mayor al 25 % de aberturas en la fachada como lo indica el Título E.1.3.4.3. NSR-10 (ver Tabla 2 - Formato de campo 2 de 5 - CASA #1).

Ilustración 3. Aberturas en la fachada de la vivienda (CASA 1).

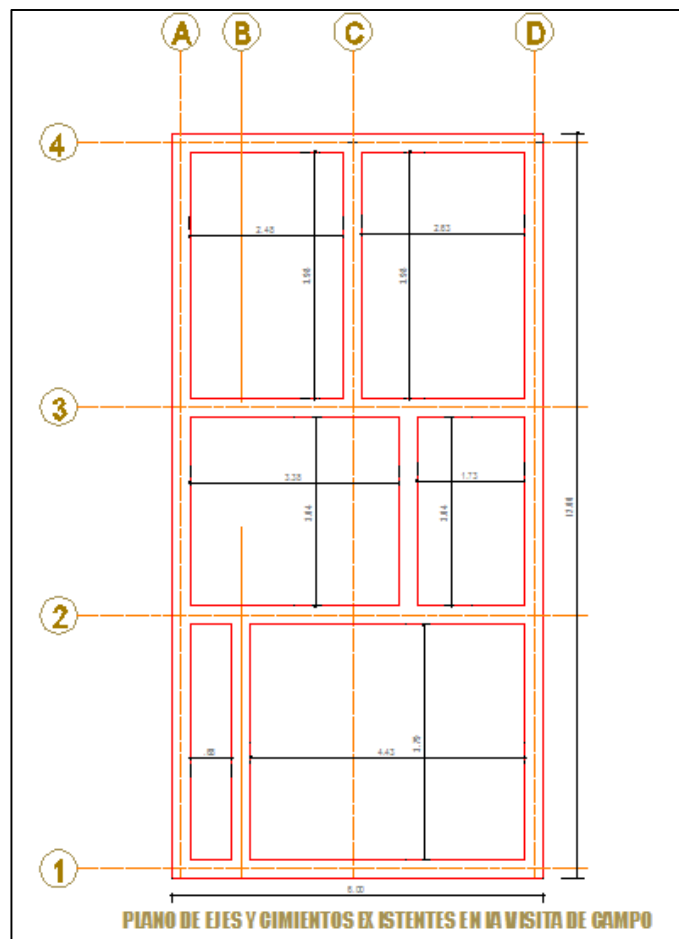


FOTOGRAFÍA: Autores

- En cuanto al sistema de cimentación de la vivienda (CASA 1), según Título E 2.1.4 Norma Sismo Resistente (NSR-10), la cimentación debe ser reticular aproximadamente rectangular; La configuración en planta de la vivienda, no cumple con los parámetros de la norma, ya que los anillos del sistema de cimentación tienen una relación largo ancho mayor de dos según Título E 2.1.5. NSR-10 (ver Tabla 3 - Formato de campo 3 de 5 - CASA #1).

En el momento del análisis de la cimentación de la vivienda (CASA 1), se determina un sistema de tipo rectangular, como lo recomienda el código (NSR-10), ilustrándose así, a continuación:

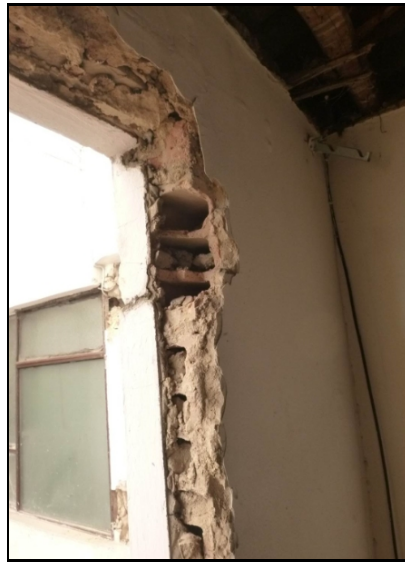
Ilustración 4. Sistema de cimentación para la vivienda (CASA 1).



FUENTE: Autores.

- Las aberturas en los muros o vanos no tienen ningún tipo de refuerzo, incumpliendo el Título E 3.4 de la Norma Sismo Resistente NSR-10 (ver Tabla 4 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #1); Como se puede observar a continuación, este vano (abertura) para ventana en la edificación no posee elementos de refuerzo.

Ilustración 5. Detalle abertura en muro (vano) de ventana sin refuerzo (CASA 1).



- Los muros de espesor de 15cm (Ilustración 6), según Título E 3.5 Norma Sismo Resistente NSR-10 (ver Tabla 4 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #1) no poseen los parámetros de altura libre y longitud horizontal, ya que dichos ítems no se pueden evaluar al no existir mampostería confinada en muros estructurales.

Ilustración 6. Detalle espesor de muros.

Ilustración 7. Detalle longitud del muro.



FOTOGRAFÍA: Autores

- La calidad de concreto a la vista se determina, según la visita de campo a la vivienda, de condición regular como se puede apreciar a continuación:

Ilustración 8. Detalle concreto a la vista en la vivienda (CASA 1).



FOTOGRAFÍA: Autores

- En términos de calidad de juntas, el mortero de pega posee buen grosor y consistencia, con buen confinamiento según términos de los parámetros del Título E 3.3. de la Norma Sismo Resistente NSR-10 (ver Tabla 4 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #1):

Ilustración 9. Detalle mortero de pega en los muros (CASA 1).



FOTOGRAFÍA: Autores

- Como se ilustra a continuación, las columnas, que en este caso de sección de 27cm, poseen varilla de refuerzo como lo indica la Norma Sismo Resistente (NSR-10) Título E 4.2.1 (ver Tabla 4 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #1).

Ilustración 10. Detalle acero de refuerzo en columnas (CASA 1).



FOTOGRAFÍA: Autores

- Como se puede observar en la fotografía a continuación, la placa de entrepiso es en concreto reforzado y cumple con los parámetros, establecido en el titulo E .5.1. donde condiciona el espesor y refuerzo según espacios
- Ilustración 11. Detalle losa de entrepiso vivienda (CASA1).



FOTOGRAFÍA: Autores

- El espesor de la placa de entrepiso aplica a lo estipulado en el Título E 5.1.3 Norma Sismo Resistente NSR-10 (ver Tabla 5 - Formato de campo 5 de 5 - CASA #1), siendo una placa monolítica de entrepiso con refuerzo en varilla metálica; Sin embargo, el acero de refuerzo no es acorde a la norma, como se ilustra a continuación:

Ilustración 12. Espesor de placa de entrepiso en la vivienda (CASA 1).



FOTOGRAFÍA: Autores

- La cubierta tipo Solera, como lo indica la Norma Sismo Resistente NSR-10 Título E 5.2 (ver Tabla 5 - Formato de campo 5 de 5 - CASA #1), no cuenta con elementos de refuerzo estructural que transfieran los esfuerzos uniformemente a la construcción, visto así a continuación:

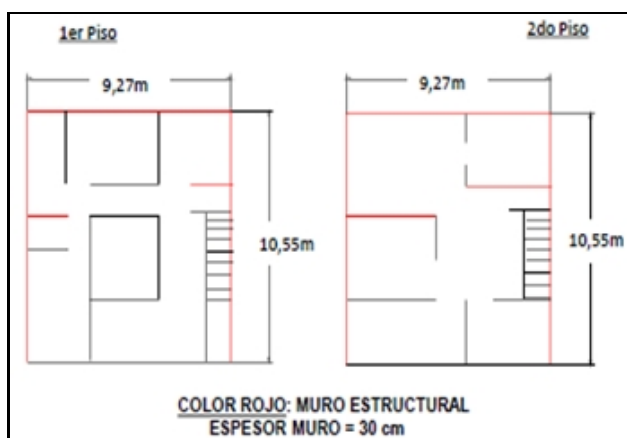
Ilustración 13. Detalle de la cubierta en la vivienda (CASA 1).



A continuación, se presenta el análisis que muestra las falencias encontradas desde el punto de vista estructural en el momento de realizar el estudio de diagnóstico y de haber realizado la evaluación por medio de los formatos de campo (ver anexos 1-5) para la vivienda (CASA 2):

- Levantamiento estructural realizado: Se puede ver en color rojo los muros que van desde la planta física del primer (1er) piso y continua a la planta del segundo (2do) piso.

Ilustración 14. Proyección planta física Primer (1er) y Segundo (2do) piso (CASA 2).



FUENTE: Autores.

Como se muestra en la proyección anterior, consecuencia a la visita de campo, se determinó en el momento del análisis cómo está construida la casa en estudio (Casa 2); En donde, no existe continuidad vertical en algunas columnas que estructuran la vivienda; Por consiguiente, la mampostería no está confinada correctamente de igual forma al evaluar la estructura se puede denotar que no existe regularidad en planta, teniendo además discontinuidad en la estructura. Así mismo, por medio de la proyección se determina que la estructura actual de la vivienda no cumple la Norma Sismo Resistente NSR-10 Título 1.3.4.2 Regularidad en planta (ver Tabla 8 - Formato de campo 2 de 5 - CASA #2).

- Como se aprecia en la fotografía a continuación, el terreno donde se encuentra ubicada la vivienda en estudio (CASA 2), presenta una pendiente menor a 30%.

Ilustración 15. Terreno donde se encuentra la vivienda (CASA 2).



FOTOGRAFÍA: Autores

- En la ilustración a continuación, se puede apreciar que existen aberturas en la fachada de la vivienda (CASA 2), con una cobertura mayor al 25 % de aberturas en la fachada como lo indica el Título E.1.3.4.3. NSR-10 (ver Tabla 8 - Formato de campo 2 de 5 - CASA #2).

Ilustración 16. Aberturas en la fachada de la vivienda (CASA 2).



FOTOGRAFÍA: Autores

- La configuración en planta de la vivienda (CASA 2), se caracteriza por que los anillos del sistema de cimentación no cumple en su totalidad para para la relación largo ancho menor de dos según Título E 2.1.5. NSR-10 (ver Tabla 9 - Formato de campo 3 de 5 - CASA #2).



Ilustración 17. Detalle configuración anillos de cimentación (CASA 2).

FOTOGRAFÍA: Autores

- Las aberturas en los muros o vanos (puertas-ventanas), no tienen ningún tipo de refuerzo, incumpliendo el Título E 3.4 de la Norma Sismo Resistente NSR-10 (ver Tabla 10 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #2); Como se puede observar a continuación, este vano (abertura) para ventana en la edificación no posee elementos de refuerzo.

Ilustración 18. Detalle abertura en muro sin refuerzo (CASA 2).



FOTOGRAFÍA: Autores

- Los muros en bloque de espesor de 12cm según Título E 3.5 Norma Sismo Resistente NSR-10 (ver Tabla 10 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #2). no poseen los parámetros de altura libre y longitud horizontal, ya que dichos ítems no se pueden evaluar al no existir mampostería confinada en muros estructurales.

Ilustración 19. Detalle vista en planta espesor de muros (CASA 2).



- La calidad del mortero a la vista se determina, según la visita de campo a la vivienda, condición regular, como se puede apreciar a continuación:

Ilustración 20. Detalle mortero y su resistencia mecánica en la vivienda (CASA 2).



FOTOGRAFÍA: Autores

- En términos de la calidad de juntas, el mortero de pega posee buen grosor y consistencia, cumpliendo los parámetros del Título E 3.3. de la Norma Sismo Resistente NSR-10 (ver Tabla 10 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #2):

Ilustración 21. Detalle mortero de pega en los muros (CASA 2).



- Los muros de espesor de 12cm (Ilustración 23), indicado en el Título E3.5 Norma Sismo Resistente NSR-10 (ver Tabla 10 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #2).

Ilustración 22. Detalle longitud del muro.

Ilustración 23. Detalle espesor del muro.



FOTOGRAFÍA: Autores

- Según altura libre, como se muestra en las ilustraciones 22 y 23; La altura no excede 25 veces el espesor de los muros, como lo indica el Título 3.5.1 Norma Sismo Resistente NSR-10 (ver Tabla 10 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #2).

Ilustración 24. Detalle muros divisorios (CASA 2).



FOTOGRAFÍA: Autores

- Como se ilustra a continuación, la vivienda (CASA 2) no posee ningún tipo de estructura como lo indica la Norma Sismo Resistente NSR-10 Titulo E 4.2.1 (ver Tabla 10 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #2); En donde, al apreciar la foto se ve el deterioro de una viga en madera donde existía un muro divisorio prácticamente en vacío (como lo indica la flecha roja).

Ilustración 25. Detalle vigas de entrepiso (CASA 2).



FOTOGRAFÍA: Autores

- Como se puede observar en la fotografía a continuación, esta vivienda (CASA 2) no posee ningún tipo de sistema estructural (los muros no cuentan con ningún elemento estructural de confinamiento), incumpliendo la Norma Sismo Resistente NSR-10 – Título E 4.3.2 (ver Tabla 10 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #2).

Ilustración 26. Detalle vivienda (CASA 2).



FOTOGRAFÍA: Autores

- Los elementos usados para la placa tipo vigas no se encuentran confinados por tal razón no cumplen con lo estipulado en la Norma Sismo Resistente NSR-10 Título E 4.4.2 (ver Tabla 10 - Formato de campo 4 de 5 - CASA #2), ilustrándose así a continuación:

Ilustración 27. Espesor vigas de entrepiso en la vivienda (CASA 2).



FOTOGRAFÍA: Autores

- Las alistas de entepiso fabricados en madera no son consistentes, incumpliendo la Norma Sismo Resistente NSR-10 Título E 5.1.1 (ver Tabla 11 - Formato de campo 5 de 5 - CASA #2); Así mismo, las losas de entepiso no están hechas en concreto, como se aprecia a continuación:

Ilustración 28. Detalle piso vivienda (CASA 2).



FOTOGRAFÍA: Autores

- Las correas y/o elementos usados en la cubierta no transfieren esfuerzos uniformemente a la construcción, como lo indica el Título E 5.2.2 Norma Sismo Resistente NSR-10 (ver Tabla 11 - Formato de campo 5 de 5 - CASA #2); Ilustrado así a continuación:

Ilustración 29. Detalle cubierta piso (CASA 2).

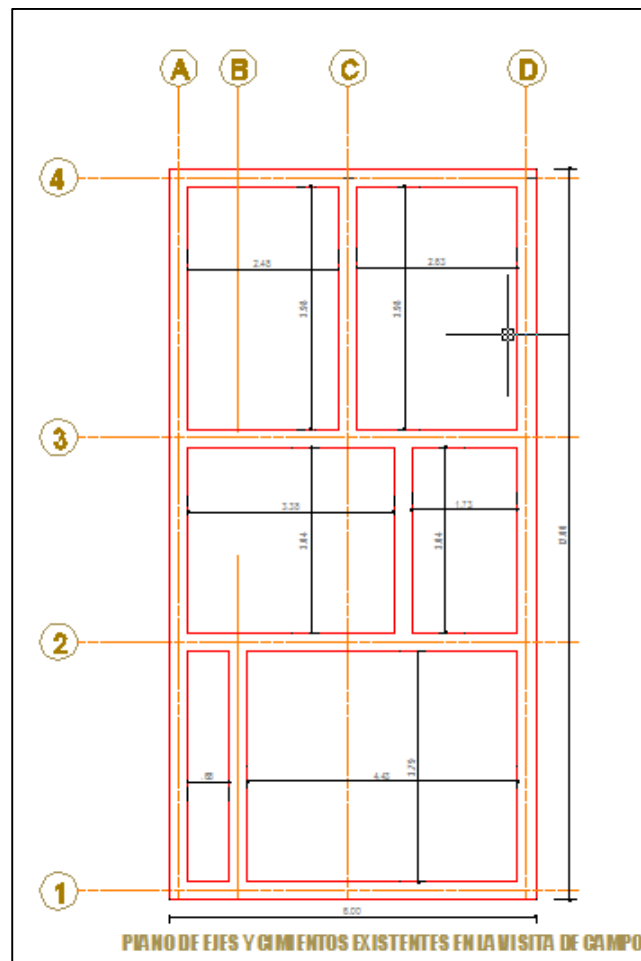


FOTOGRAFÍA: Autores

7.3 PROPUESTA DE DISEÑO REFUERZO ESTRUCTURAL.

Con base en el estudio realizado anteriormente (7.1 Diagnóstico estructural y 7.2 Falencias encontradas-evaluación), para esta casa que no posee ningún elemento estructural se propone a continuación el diseño de refuerzo estructural para las casas construidas sin estructura en la UPZ 38-Restrepo de Bogotá D.C.; En donde, con la cimentación existente (Gráfica 10) se puede observar que ésta no cumple lo indicado en la norma, por lo tanto se propone el siguiente refuerzo para la misma, indicado a continuación en color verde el sistema de refuerzo de muros confinados.

Gráfica 10. Sistema de cimentación en la vivienda (CASA 1).



FUENTE: Autores.

Tabla E.2.2-1
Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones

	Sistema Estructural	Un piso	Dos Pisos	Resistencia Mínima, MP _a		
Anchura	Mampostería	250 mm	300 mm	f _y	f _c	
	Bahareque	200 mm	250 mm		17	
Altura	Mampostería	200 mm	300 mm			
	Bahareque	150 mm	200 mm			
Acero Longitudinal Estribos		4 No. 3 (ø 10M) No. 2 a 200 mm	4 No. 4 (ø 12M) No. 2 a 200 mm	420		
				240		
Acero para anclaje de muros	Mampostería	No. 3	No. 3	412		
	Bahareque	No. 3	No. 4			

FUENTE: Título E – Casas de uno y dos pisos - Norma Sismo Resistente (NSR-10).

Para casas de dos pisos se deben seleccionar los parámetros de la tabla anterior y usar los materiales adecuados.

- Chequeo longitud mínima de muros confinados para el diseño del primer nivel de la casa.

$$L_{min} = \frac{M_o * A_p}{t}$$

$$L_{min} = \frac{(17 * (54 + 57.60))}{120}$$

$$L_{min} = 15.81$$

- Chequeo longitud mínima de muros confinados para el diseño del segundo nivel de la casa.

$$L_{min} = \frac{17 * 54}{120}$$

$$L_{min} = 7.65$$

Dónde:

L_{min} = longitud mínima de muros estructurales en cada dirección (m)

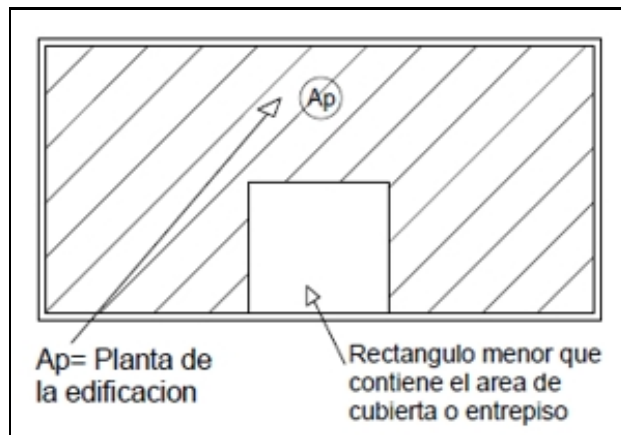
M_o = coeficiente que se lee en la siguiente tabla

t = espesor efectivo de muros estructurales en el nivel considerado

A_p = área considerada como sigue:

- a) Igual al área de la cubierta en construcciones de 1 piso con cubierta de concreto.
- b) Igual al área de la cubierta para muros del segundo nivel en construcciones de dos pisos, cuando la cubierta es una losa de concreto.
- c) Igual al área de la cubierta más el área de entrepiso para muros de primer nivel en construcciones de dos pisos con cubierta de concreto.
- d) Cuando se emplee una cubierta liviana, los valores del área determinados para cubiertas de losa de concreto según (a), (b), o (c), pueden multiplicarse por $2/3$.

Gráfica 11. Descripción del rectángulo menor que contiene el área de entrepiso.



FUENTE: Autores.

Tabla E.3.5-1
Espesores mínimos nominales para muros
estructurales en casas de uno y dos pisos (mm)

Zona de Amenaza Sísmica	Número de niveles de construcción		
	Un Piso	Dos Pisos	
		1° Nivel	2° Nivel
Alta Intermedia Baja	110	110	100
	100	110	95
	95	110	95

Nota: Para estos espesores mínimos nominales no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados

Tabla.13 Memorias de Calculo vivienda (CASA 1).

Casa 1 Restrepo											
Calculo primer piso						Calculo segundo piso					
Simetría en X			Simetría en Y			Simetría en X			Simetría en Y		
B=	12.6		B=	6		B=	12.6		B=	6	
L MURO	B	Lmin.*b	L MURO	b	Lmin.* b	L MURO	b	Lmin.* b	L MURO	b	Lmin.* b
1	0.6	0.6	2.02	0.06	0.1212	1	0.68	0.68	2.02	0.06	0.1212
1	0.23	0.23	2.4	0.06	0.144	1	0.83	0.83	2.4	0.06	0.144
1.05	2.1	2.205	1.95	0.06	0.117	1.05	2.85	2.9925	1.95	0.06	0.117
1.05	2.25	2.3625	1.88	0.06	0.1128	2.45	4.35	10.6575	1.88	0.06	0.1128
2.45	3.5	8.575	2.85	0.06	0.171	1.35	6.55	8.8425	2.85	0.06	0.171
1.35	4.8	6.48	2.02	1.13	2.2826	1.85	9.53	17.6305	2.5	1.13	2.825
1.35	5.95	8.0325	2.4	1.13	2.712	2.55	12.53	31.9515	1	2.18	2.18
2.1	5.95	12.495	1.95	1.13	2.2035	0	0	0	1.88	2.78	5.2264
1.85	8.93	16.5205	1	2.18	2.18	0	0	0	2.02	5.93	11.9786
2.55	11.93	30.4215	1.88	2.78	5.2264	0	0	0	1.35	5.93	8.0055
0	0	0	1.87	5.93	11.0891	0	0	0	2.05	5.93	12.1565
0	0	0	1.35	5.93	8.0055	0	0	0	2.83	5.93	16.7819
0	0	0	2.05	5.93	12.1565	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2.83	5.93	16.7819	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.75		87.92	28.45		63.3035	11.25		73.5845	24.73		59.8199
-0.06	ok		-0.12915	Ok		0.02	ok		-0.09685	Ok	

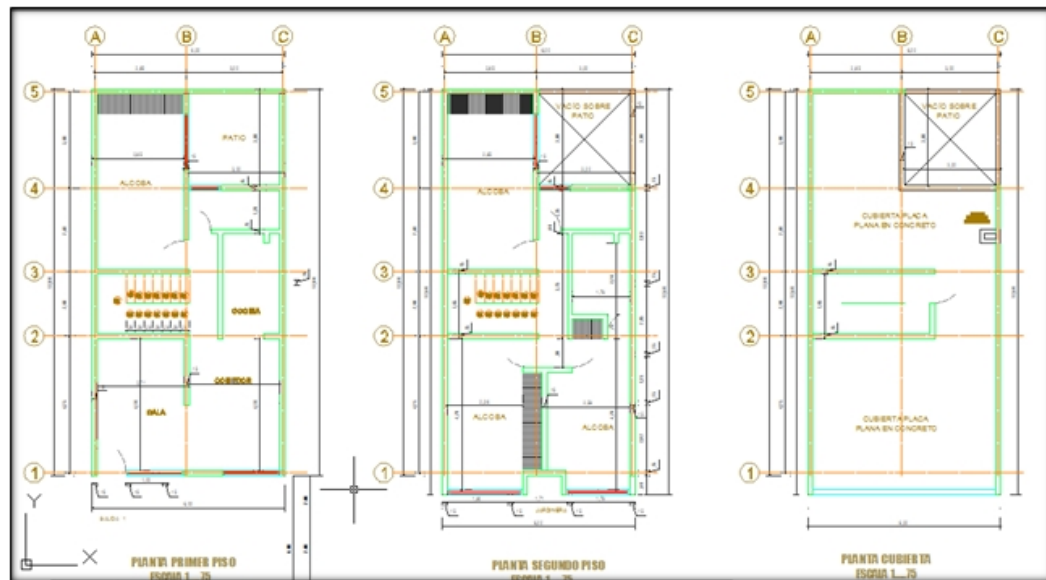
FUENTE: Autores.

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-14. Cuadros de áreas (CASA 1).

CUADRO DE ÁREAS ÁREA LOTE 72.0 MT2			MUROS CONFINADOS		
ZONA	MT2 CONSTRUIDOS	AREA LIBRE		EXIGIDOS	PROYECTADO S
1 ^{ER} PISO	62.55 MT2	9.45 MT2	1 ^{ER} PISO LONGITUDINAL	14.33 ML	23.72 ML
2 ^{DO} PISO	66.15 MT2		1 ^{ER} PISO TRANSVERSAL	14.33ML	19.77. ML
TOTAL	128.70 MT2	18.00 MT2	2 ^{DO} PISO LONGITUDINAL	7.16 ML	20.58 ML
			2 ^{DO} PISO TRANSVERSAL	7.16 ML	20.58 ML

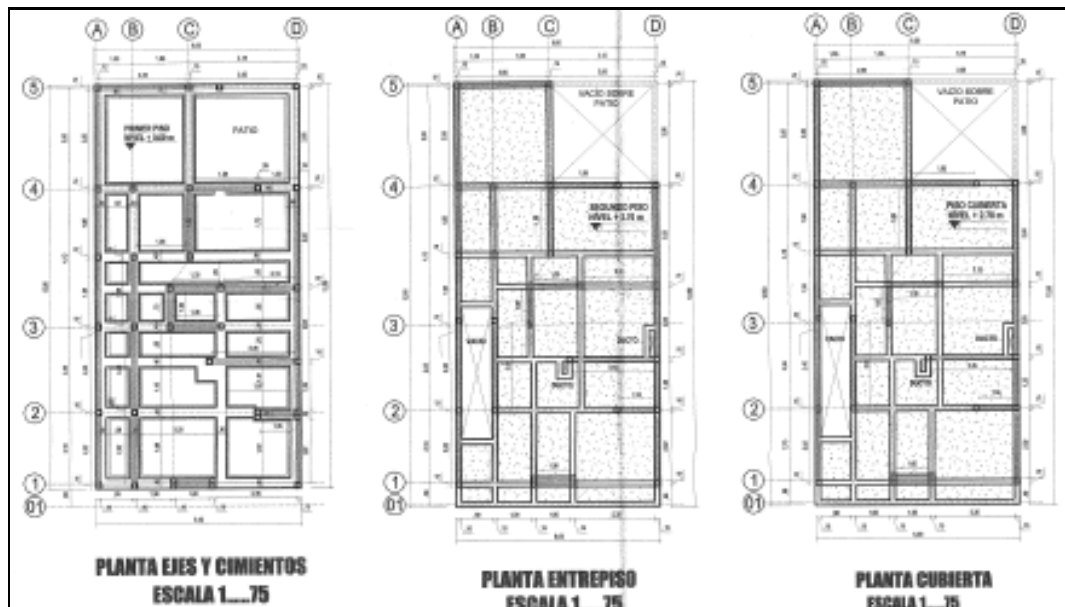
FUENTE: Autores.

Gráfica 12. Detalle Planta Arquitectónica vivienda (CASA 1).



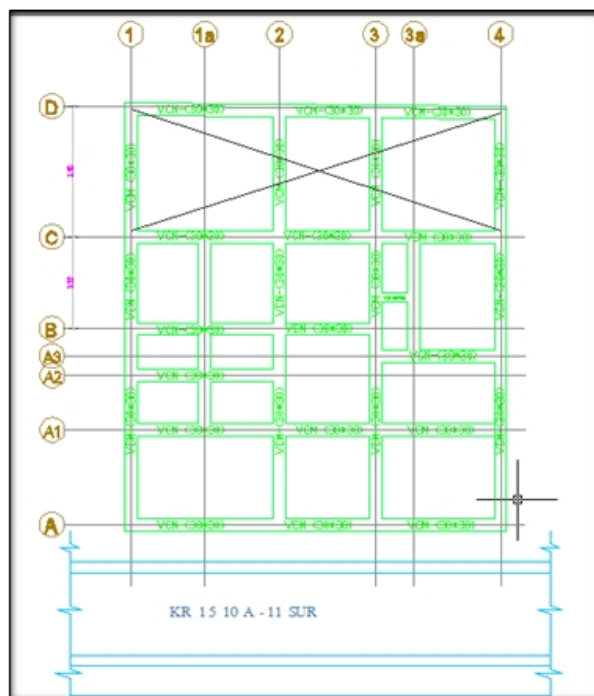
FUENTE: Autores.

Gráfica 13. Detalle propuesta de diseño muros confinados vivienda (CASA 1).

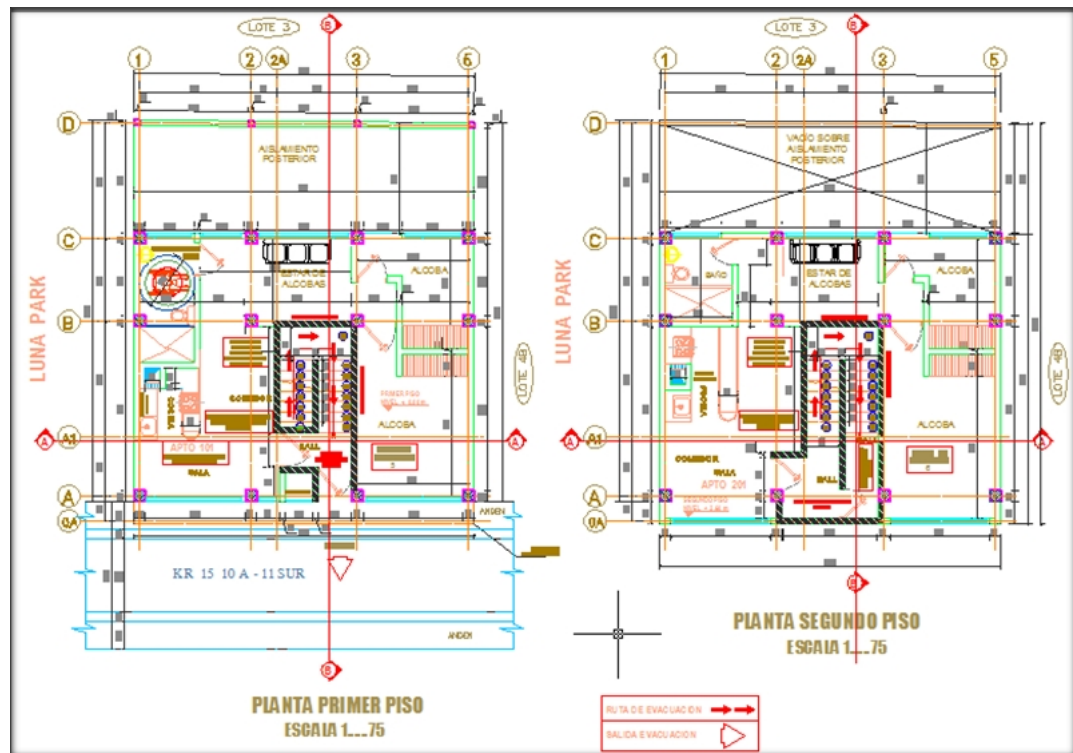


FUENTE: Autores.

Gráfica 14. Sistema de cimentación en la vivienda (CASA 2).

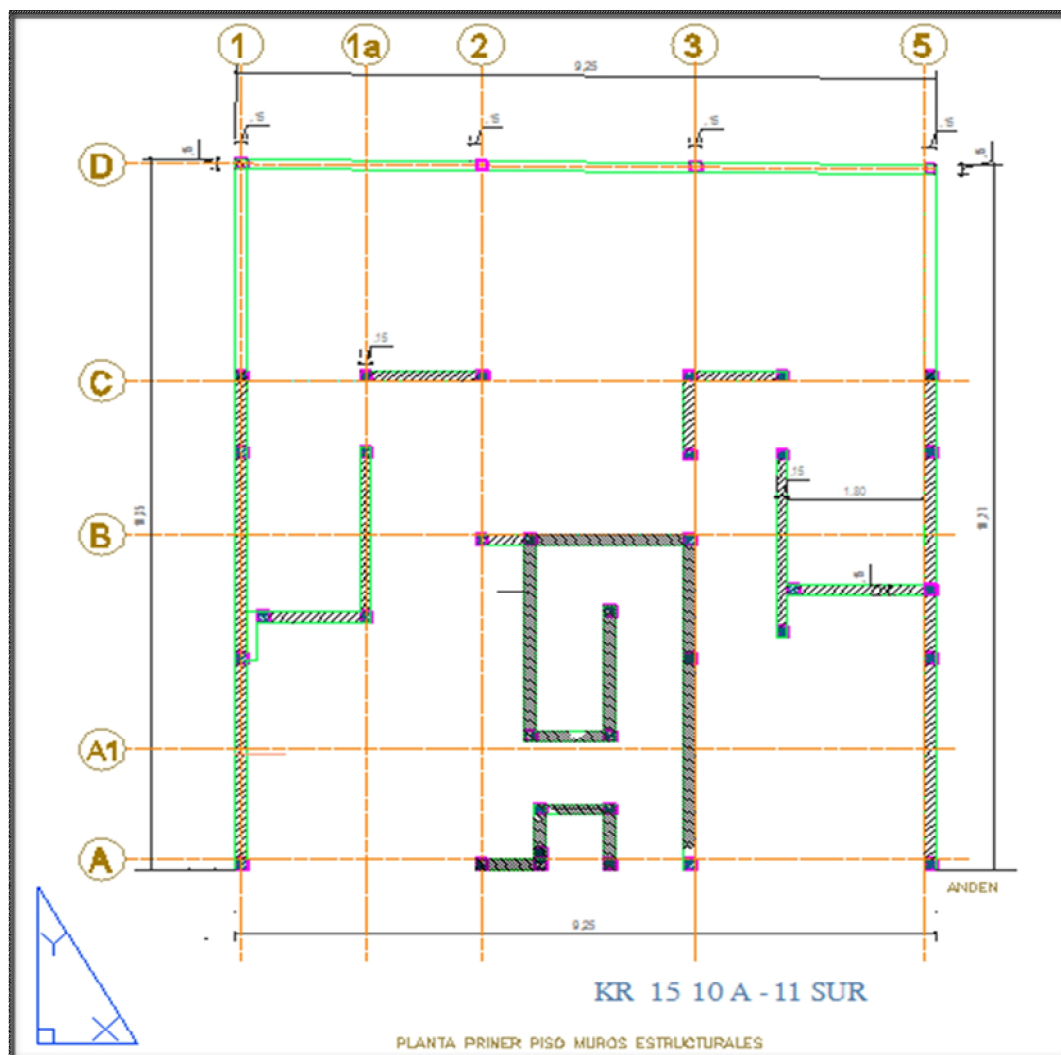


Gráfica 15. Detalle Planta Arquitectónica vivienda (CASA 2).



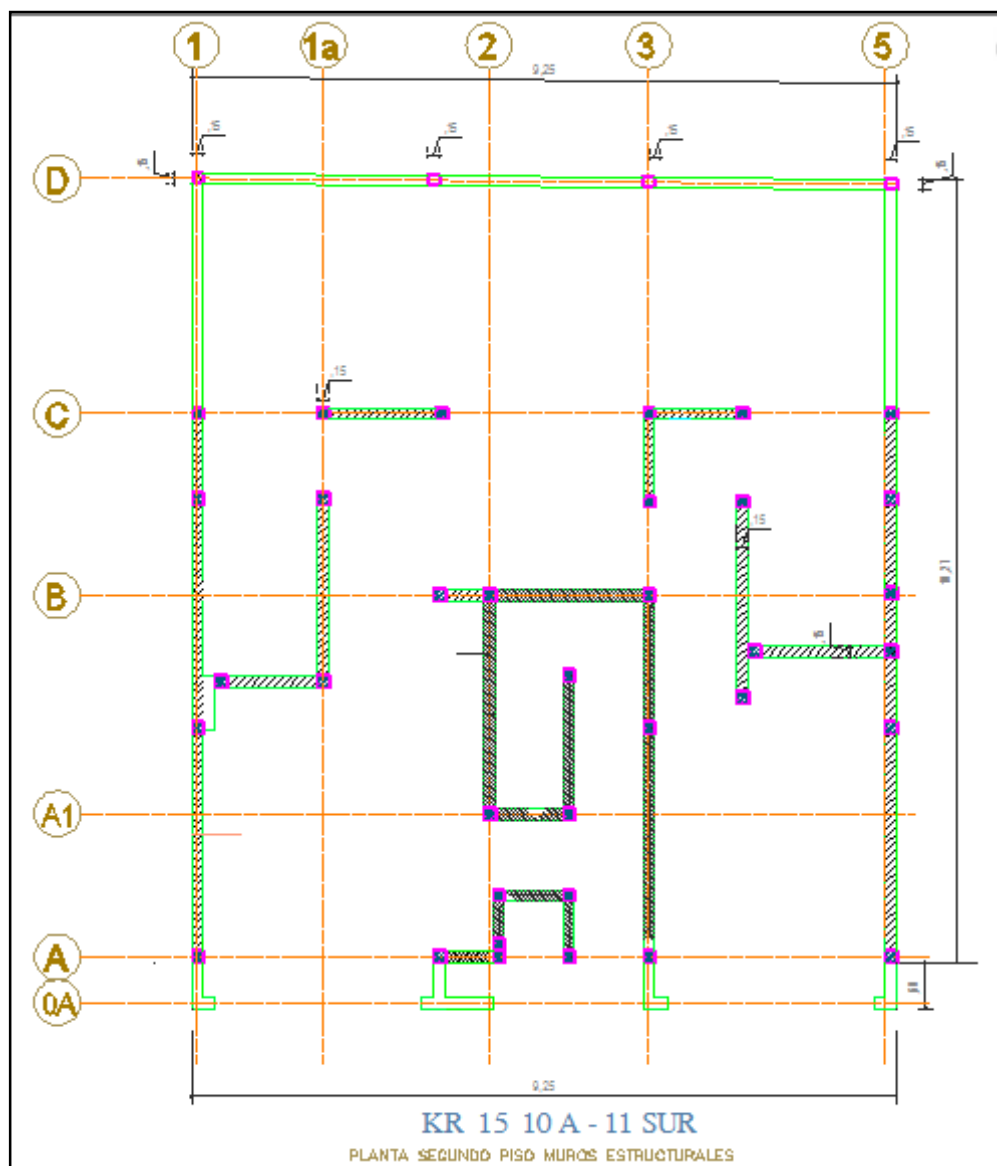
FUENTE: Autores.

Gráfica 16. Detalle propuesta de diseño muros confinados vivienda planta 1 (CASA 2).



FUENTE: Autores.

Gráfica 17. Detalle propuesta de diseño muros confinados vivienda planta 2 (CASA 2).



FUENTE: Autores.

Tabla;Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-15. Memorias de cálculo (CASA 2).

Casa 2 Restrepo											
Calculo primer piso						Calculo segundo piso					
Simetría en X			Simetría en Y			Simetría en X			Simetría en Y		
B=	10.27		B=	9.25		B=	10.87		B=	9.25	
L MURO	B	Lmin.*b	L MURO	b	Lmin.* b	L MURO	b	Lmin.* b	L MURO	b	Lmin.* b
0.63	0.06	0.04	2.85	0.06	0.17	0.63	0.66	0.42	2.85	0.06	0.17
0.78	0.87	0.68	2.85	0.06	0.17	0.78	1.47	1.15	2.85	0.06	0.17
0.90	1.95	1.76	0.97	0.06	0.06	1.20	4.28	5.14	0.97	0.06	0.06
1.20	3.68	4.42	2.24	1.73	3.88	1.65	4.67	7.71	2.24	1.73	3.88
1.65	4.07	6.72	2.71	3.90	10.57	0.50	5.41	2.71	2.71	3.90	10.57
0.50	4.81	2.41	0.50	4.02	2.01	1.95	5.41	10.55	0.50	4.02	2.01
1.95	4.81	9.38	0.65	4.95	3.22	1.40	7.80	10.92	0.65	4.95	3.22
1.40	7.20	10.08	1.66	4.95	8.22	1.07	7.80	8.35	1.66	4.95	8.22
1.07	7.20	7.70	2.85	6.00	17.10	0.0	0.0	0.0	2.85	6.00	17.10
0.0	0.0	0.0	1.59	6.00	9.54	0.0	0.0	0.0	1.59	6.00	9.54
0.0	0.0	0.0	1.01	6.00	6.06	0.0	0.0	0.0	1.01	6.00	6.06
0.0	0.0	0.0	2.41	7.23	17.42	0.0	0.0	0.0	2.41	7.23	17.42
0.0	0.0	0.0	2.78	9.18	25.51	0.0	0.0	0.0	2.78	9.18	25.51
0.0	0.0	0.0	0.83	9.18	7.62	0.0	0.0	0.0	0.83	9.18	7.62
0.0	0.0	0.0	1.85	9.18	16.97	0.0	0.0	0.0	1.85	9.18	16.97
0.0	0.0	0.0	0.97	9.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.97	9.18	8.90
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.08		43.17	28.72		128.51	9.18		46.92	28.72		137.41
-0.083	Ok		-0.02	ok		-0.030	ok		0.017	Ok	

FUENTE: Autores

Tabla -16. Cuadros de áreas (CASA 2).

CUADRO DE ÁREAS ÁREA LOTE 95.48 MT2			MUROS CONFINADOS		
ZONA	MT2 CONSTRUIDOS	AREA LIBRE		EXIGIDOS	PROYECTADOS
1 ^{ER} PISO	67.73 MT2	27.72 MT2	1 ^{ER} PISO LONGITUDINAL	14.33 ML	23.72 ML
2 ^{DO} PISO	73.23 MT2		1 ^{ER} PISO TRANSVERSAL	14.33 ML	19.77 ML
TOTAL	140.96 MT2	27.72 MT2	2 ^{DO} PISO LONGITUDINAL	7.23 ML	20.58 ML
			2 ^{DO} PISO TRANSVERSAL	6.24 ML	20.58 ML

FUENTE: Autores.

- Chequeo longitud mínima de muros confinados para el diseño del primer nivel de la casa.

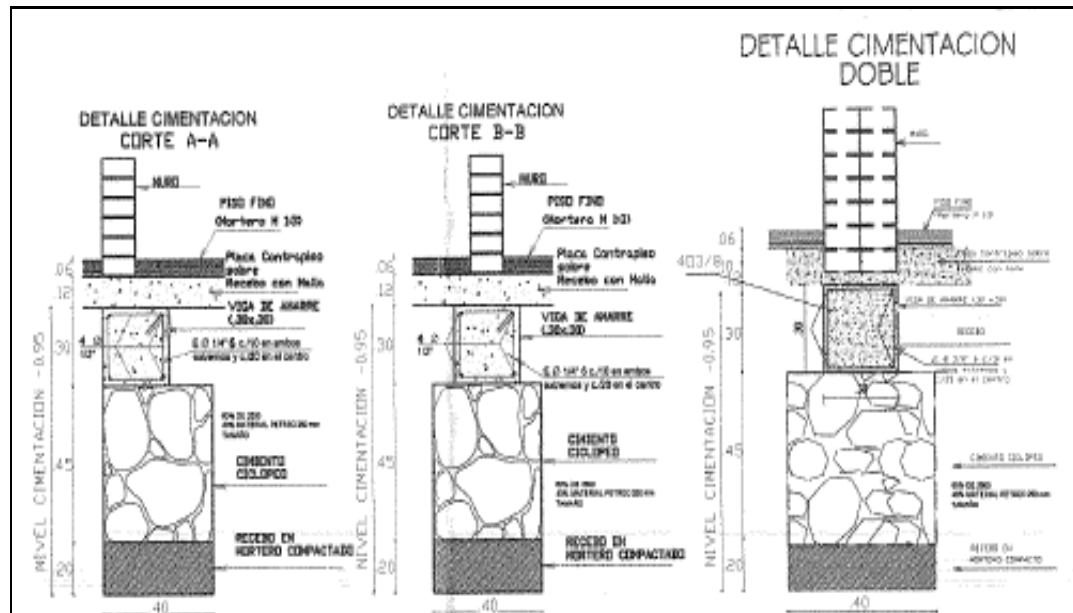
$$L_{min} = \frac{M_o * A_p}{L}$$

$$L_{min} = \frac{17(67.24)}{150} = 7.22$$

- Chequeo longitud mínima de muros confinados para el diseño del segundo nivel de la casa.

$$L_{min} = \frac{17(72.79)}{150} = 8.25$$

Gráfica 18. Detalle propuesta – cimentación.



FUENTE: Autores.

Gráfica 19. Detalle confinamiento de muros.

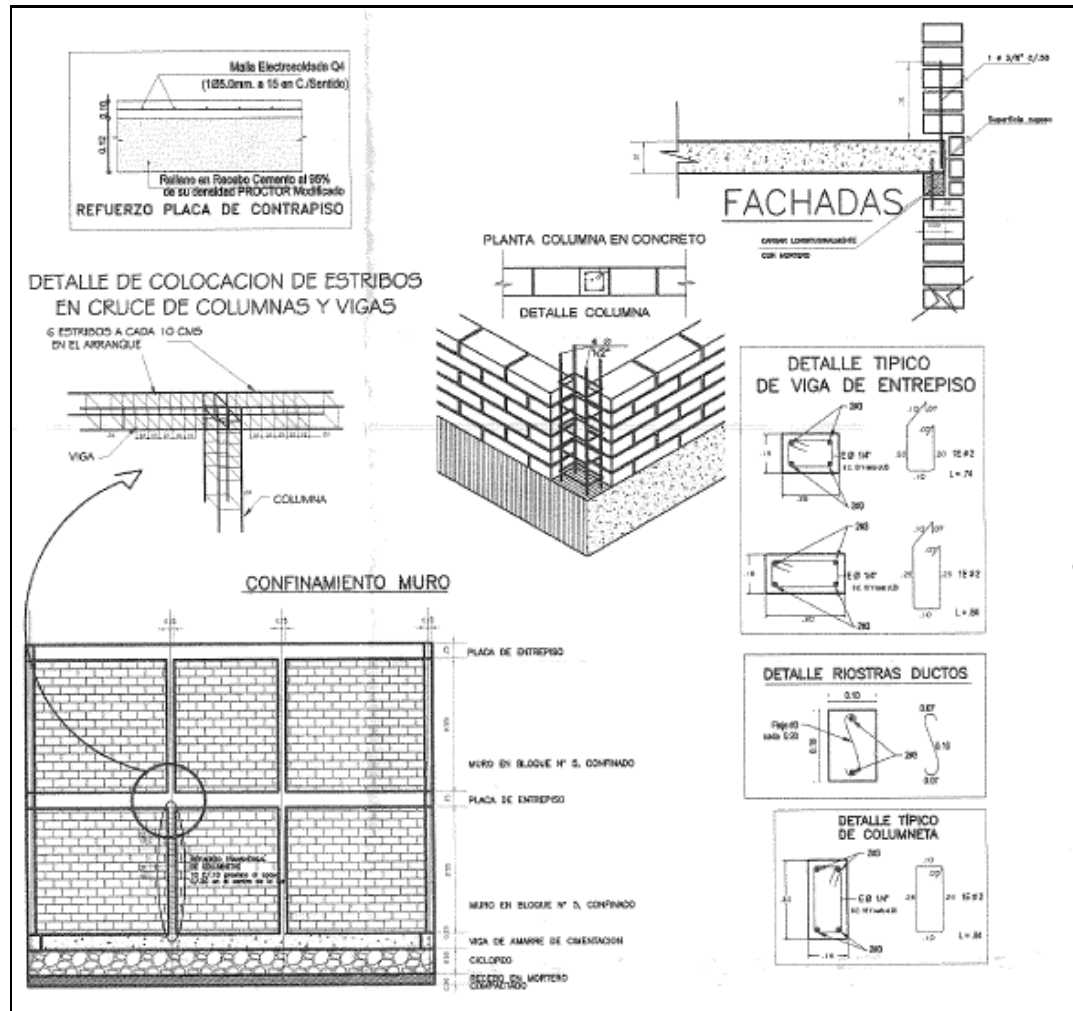


Ilustración 30. Especificaciones técnicas materiales de construcción.

• Concreto ≥ 17.5 MPa de resistencia/28 días				
• Refuerzo $\geq F_y = 240$ MPa Liso Corrugado				
DIMENSIONES MINIMAS PARA VIGAS DE CIMENTACION EN CONCRETO (mm)				
CONDICION DE APOYO	CONSTRUCCION 1 PISO		CONSTRUCCION 2 PISO	
	Ancho	h	Ancho	h
Suelo Natural	250	200	300	300
Plataforma de suelo mejorado (Cilindros forjateados)	200	200	250	250
Ref. = Long. 1 piso $\rightarrow 4 \# 3$ ó 10 mm. 2 piso $\rightarrow 4 \# 4$ ó 12 mm. Transv. E # 2 ó 6 mm. C. 20 cm.				
VIGAS DE CONFINAMIENTO • Ganchos terminales de 90° b mín. = e Muro Confinado AT ≥ 150 cm² • Ubicación • Cimentación • Entrepisos formar anillos cerrados entretejiendo los muros estructurales en ambas direcciones • Refuerzo minimo Vigas • Long. = 4 # 3 ó 10 mm , 4 # 4 ó 12 mm • Transv. = E # 2 ó 6 mm C. 10 cm. en Ambos extremos Lon 50 cm. y c. 20 cm el resto				

FUENTE: Autores.

Gráfica 20. Detalle perfil estratigráfico para cimentación.

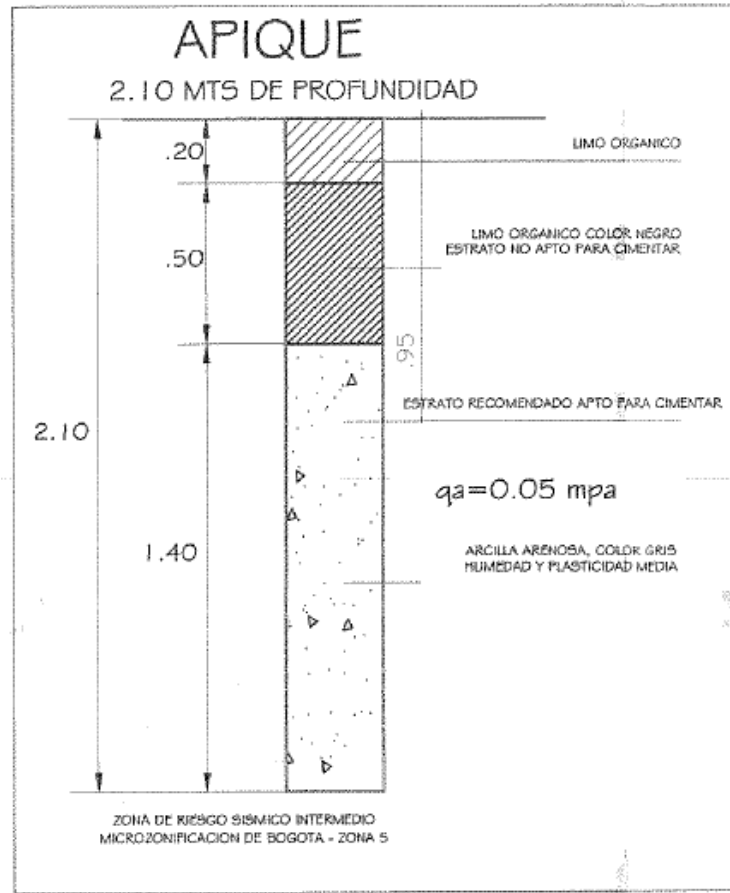
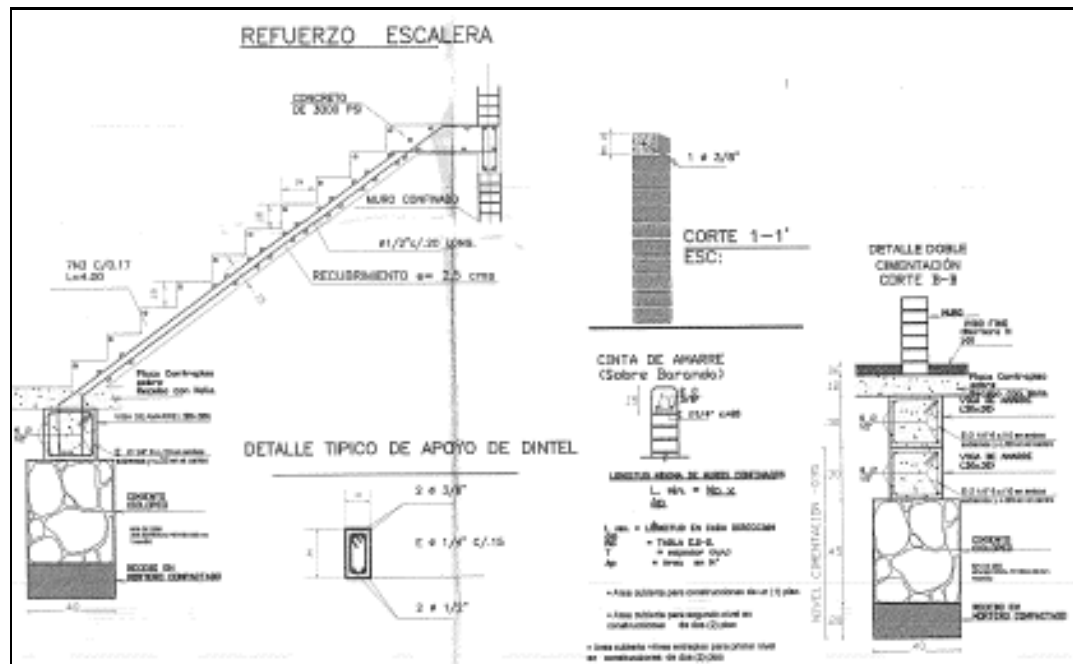


Ilustración 31. Especificaciones técnicas para cimentación.

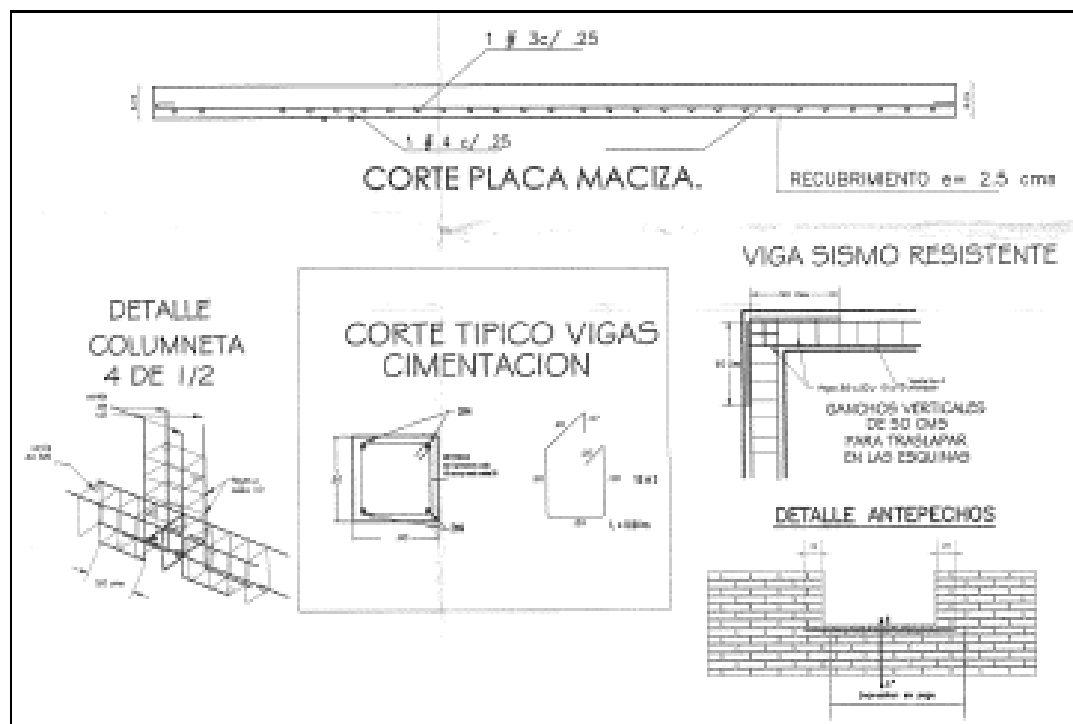
CIMENTACION	COLUMNAS
• Cidlopeo + viga ⇒ Conforman anillo rectangular $\leq L=4.00 \text{ M}$, ganchos estándar 90° • Apique mínimo 1, profundidad 2.00 M. y $\leq 5 \text{ T/M}^2$ • Cidlopeo $b = 300 \text{ mm}$. Mínimo $h = 200 \text{ mm}$. Mínimo • Viga $b = e \text{ Muro}$ Mínimo $h = 200 \text{ mm}$. Mínimo Ref. Long. 4 # 3 ó 10 mm. E # 2 ó 6 mm. C. 20 cm. Piedra = $b \leq 1/2$ ancho cidlopeo $\angle 250 \text{ mm}$.	• Se deben cargar posteriormente al alzado de los muros y directamente contra ellos • Sección transversal, Área $\geq 200 \text{ cm}^2$ y/o igual al espesor del muro que confina • Colocación extrema de los muros seleccionados, intersección con otros muros confinados y en lugares intermedios a distancias $\angle 35$ e Muros, 1.5 distancia Vertical entre elementos horizontales de confinamiento ó 4.00 m. • Refuerzo Mínimo Columnas Longitudinal = $\geq 4 \# 3$ ó 10 mm ó 3 # 4 ó 12 mm Transversal = E # 2 ó 6 mm C. 20 cm. los primeros 6 a 10 cm. arriba y abajo

FUENTE: Autores.

Gráfica 21. Detalle refuerzo estructural escaleras.



Gráfica 22. Detalle por piezas estructurales.



FUENTE: Autores.

Gráfica 23. Detalle dinteles para puertas y ventanas.



FUENTE: Autores.

8. CONCLUSIONES

- El aporte más importante de este proyecto es poner a disposición del usuario una guía completa en un formato de evaluación que orienta y facilita las tareas en el sistema de mampostera confinada.
- Toda la teoría empleada y las conclusiones obtenidas en el presente proyecto están basadas en investigaciones y documentos de otros autores que en su momento se citan y de experiencias vividas tanto en los proyectos investigados como en los que ya se ha trabajado.
- Existen muchas formas de construcción con seguridad para esta investigación se adopto todo lo referente al título E de la norma (NSR 2010) de una forma sencilla de fácil entendimiento ya que esta clase de construcciones no se le exige la intervención de un ingeniero civil para construir de manera responsable pues dentro de las casas no existen elementos de menor importancia cuando se trata de vidas humanas con mas responsabilidad se toman las mínimas medidas antes de ejecutar una construcción por pequeña que esta sea mitigando los daños ante un evento sísmico
- Para el estudio de la cimentación encontramos que esta no se ajusta a las normativas vigentes en la materia.
- Las casas no poseen la estructura adecuada para resistir un sismo considerable.
- En el estudio de la calidad de los materiales encontramos que se pudo observar los
- Los ladrillos con que se construyeron este tipo de casas, avían perdido propiedades mecánicas.
- Se pudo observar que en las casas construidas para ese tiempo se empleaba la madera como material de soporte de cargas verticales y que esta con el paso de los años se veía afectada por agentes bióticos y ambientales.
- Los materiales utilizados deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia ante un sismo; Ya que ahorrar comprando materiales de mala calidad han fallado causando ruptura ante el menor esfuerzo.
- La ubicación de la vivienda se debe determinar que el terreno sea plano y si es en ladera que este tenga sus respectivos taludes o elementos de protección evitando derrumbes a futuro
- La simetría al momento de crear muros lo ideal es que hayan la misma cantidad de muros confinados en ambas direcciones

- Por ningún motivo la construcción puede exceder más de tres veces lo largo del ancho de la construcción
- Se debe conservar la ubicación de los muros que trabajen igual en las dos plantas
- Los vanos no pueden superar el 25% del área de los muros ni tener formas irregulares

9. RECOMENDACIONES

- con el fin de ser mas minuciosos al momento de evaluar este tipo de construcciones será de gran ayuda hacer unos ensayos de laboratorio para evaluar el tema de carbonatación oxidación y deterioro del concreto o elementos de la construcción que inciden notablemente en el comportamiento estructural del proyecto.
- Se recomienda realizar ensayos para evaluar la resistencia al concreto, así como evaluar la resistencia a tracción del acero de refuerzo, en caso de que la complejidad de la construcción lo amerite, por ejemplo placas aéreas de grandes luces o voladizos de grandes luces que no estén comprendidos dentro del titulo E de la NSR 10.
- En las construcciones de avanzada edad se manifiesta la carbonatación las fisuras y deterioro de materiales para esto ya existen métodos de rehabilitación y reforzamiento pero son demasiado costosos y es por esto indispensable la evaluación y peritaje costo beneficio de todas ellas

ANEXOS

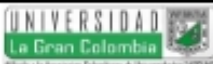
Anexo 1. Inventario del sitio de estudio – Formato de campo 1 de 5.

	ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA U.P.Z-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ D.C.		INVENTARIO DEL SITIO DE ESTUDIO FORMATO DE CAMPO	UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014
	Fecha: (MM/AA) _____	Localización: _____ _____ _____		Elaborado por: _____
Descripción de la cimentación:				
Descripción de las columnas de la primera planta, si posee:				
Descripción de la primera placa de entre piso:				
Descripción de las columnas de la segunda planta, si posee:				
Descripción del sistema y materiales de la mampostería:				
Levantamiento arquitectónico				
Escala 1:200				
Observaciones:				
hoja <u>1</u> de <u>5</u>				

FUENTE: Autores.

Anexo 2. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 2 de 5.

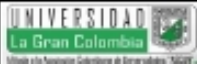
1 5

 ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014	
E.1.3.2	LONGITUD DE MUROS APROXIMADAMENTE IGUAL EN DOS DIRECCIONES	SI	NO
E.1.3.4	INTEGRIDAD ESTRUCTURAL		
E.1.3.4.1	LA CONTINUIDAD VERTICAL EN LA ESTRUCTURA	SI	NO
E.1.3.4.2	REGULARIDAD EN PLANTA	SI	NO
E.1.2.4.3	REGULARIDAD EN ALTURA	SI	NO
E.1.3.4.3	JUNTAS SÍSMICAS	SI	NO
JUNTAS SÍSMICAS	CHEQUEO RELACION LARGO ANCHO 3 a 1	MAYOR	MENOR
	PENDIENTE DEL TERRENO 30%	MAYOR	MENOR
	CASAS MEDIANERAS Y CON DIFERENTES MATERIALES	SI	NO
	CASAS CONSTRUIDAS INDEPENDIENTEMENTE	SI	NO
	APERTURAS EN LAS FACHADAS	MAS DEL 25%	MENOS DEL 25%
E.1.3.5	PESO EXCESIVO DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN	SI	NO
CIMENTACIONES			
ASPECTOS A CHEQUEAR	DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CASAS SIMILARES EN LA ZONA DE ESTUDIO		
VERTICALIDAD	<u>OBSERVACIONES:</u>		
ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES	<u>OBSERVACIONES:</u>		
AGRIETAMIENTOS	<u>OBSERVACIONES:</u>		
COLAPSABILIDAD	<u>OBSERVACIONES:</u>		
EXPANSIBILIDAD DE MEDIA A ALTA	<u>OBSERVACIONES:</u>		

hoja: 2 de 5

FUENTE: Autores.

Anexo 3. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 3 de 5.

		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014	
E 2.1.2		ESTUDIO GEOTECNICO (debe realizar un estudio geotecnico que cumpla titulo H del reglamento en los siguientes casos)			
ASPECTOS A CHEQUEAR	A	SUELOS QUE PRESENTEN INESTABILIDAD LATERAL	SI	NO	
	B	SUELO CON PENDIENTES SUPERIORES AL 30%	SI	NO	
	C	SUELOS CON COMPRESIBILIDAD EXCESIVA	SI	NO	
	D	SUELOS CON EXPANSIBILIDAD MEDIA A ALTA	SI	NO	
	E	SUELOS QUE PRESENTEN COLAPSIBILIDAD	SI	NO	
	F	SUELOS CON RIESGOS POR REMOCION EN MASA, ACTIVIDAD MINERA ACTIVA, EROSION, CUERPOS DE AGUA U OTROS QUE PUEDAN AFECTAR LA ESTABILIDAD.	SI	NO	
E 2.1.3		LIMPIEZA DEL TERRENO (el terreno se limpio adecuadamente)		SI	NO
E 2.1.4		SISTEMA DE CIMENTACION (la cimentacion debe ser reticular aproximadamente rectangular)		SI	NO
E 2.1.5		CONFIGURACION EN PLANTA (los anillos del sistema deben tener una relacion lago ancho menor de dos).		SI	NO
E 2.2.1		DIMENSIONES DE LOS CIMIENTOS (en el plano de campo se deben consignar las dimensiones de cada una de las vigas de cimentacion) PARA EVALUAR LOS REFUERZOS DE LOS CIMIENTOS SE DEBEN HACER UN APIQUE POR CADA VIGA EN CADA UNO DE LOS EJES EN PLANTA (se llevara un registro fotografico por cada una y se señalara a que eje corresponde)			
E 2.2.3		CIMENTACIONES SOBRE TERRENO INCLINADO (si existen terrenos inclinados se deben diligenciar los siguientes cinco 5 renglones)		SI	NO
E 2.2.3.1		PENDIENTES SUPERIORES AL 20% (se estudia si existe o no pilares que en el borde inferior de ladera como indica en este numeral)		SI	NO
E 2.2.4		SOBRECIMENTOS (el nivel de la viga cumple la indicacion de 500 mm por debajo del nivel del acabado del primer piso)		SI	NO
E 2.2.4.1		PENDIENTES MAYORES AL 5% (indicar la horizontalidad de los sobrecimientos y de las vigas)		SI	NO
E 2.2.4.2		PROFUNDIDAD DEL EXTRACTO DE SUELO (mayor a 700 mm)		SI	NO
E 2.2.5		LAS DIMENSIONES DEL RELLENO DE CICLOPEO SI EXISTE SEGÚN NORMA SE DEBEN CONSIGNAR EN EL PLANO DE CAMPO		SI	NO
E 2.3.1		LOSA DE CIMENTACION AISLADA DE LAS VIGAS DE CIMENTACION SEGÚN NORMA		SI	NO
E 2.3.1		INSTALACIONES SANITARIAS (las instalaciones sanitarias complen las condiciones de la norma)		SI	NO
E 2.4.1		JUNTAS (las distancias de la cimentacion son inferiores a 30 m)		SI	NO
E 2.4.2		MUROS DIVISORIOS NO ESTRUCTURALES (los muros divisorios no estructurales se encuentran apoyados sobre vigas)		SI	NO

hoja: 3 de 5

FUENTE: Autores.

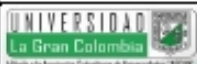
Anexo 4. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 4 de 5.

		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014	
E 3.1	MAMPOSTERIA CONFINADA				
E 3.3	MORTERO DE PEGA	CALIDAD DE JUNTAS	buena plasticidad y consistencia	SI	NO
			espesor de mortero de pega adecuado	SI	NO
E 3.4	ABERTURAS EN LOS MUROS		el total de aberturas superan el 35 % del muro	SI	NO
			distancia entre aberturas mayores a 500 mm	SI	NO
			las aberturas tienen refuerzo	SI	NO
E 3.5	ESPESOR DE LOS MUROS				
E 3.5.1	SEGÚN ALTURA LIBRE	la altura no excede 25 veces el espesor de los muros		SI	NO
E 3.5.2	SEGÚN LONGITUD HORIZONTAL	la longitud libre no excede 35 veces el espesor de los muros		SI	NO
E 3.5.3	ESPESORES DE MUROS ESTRUCTURALES (señale los parametros del caso de estudio)				
	ZONA DE AMENAZA SISMICA	NUMERO DE NIVELES DE CONSTRUCCION			
		UN PISO	DOS PISOS		
			1ª PLANTA	2ª PLANTA	
	ALTA	110 mm	110 mm	100 mm	
	MEDIA	100 mm	110 mm	95 mm	
	BAJA	95 mm	110 mm	95 mm	
E 3.6	LONGITUD DE MUROS CONFINADOS				
E 3.6.4	LONGITUD DE MUROS CONFINADOS EN LA DIRECCION X			LX =	
	LONGITUD DE MUROS CONFINADOS EN LA DIRECCION Y			LY =	
E 4.2.1	A	CALIDAD DEL CONCRETO A LA VISTA	BUENA	REGULAR	MALA
E 4.2.1	B	CALIDAD DEL ACERO DE REFUERZO	BUENA	REGULAR	MALA
E 4.3.2	DIMENSIONES DE LAS COLUMNAS MINIMO 200 cm ²				
	NUMERO DE COLUMNAS				# COL
	OBSERVACIONES:				
E 4.3.4	REFUERZO MINIMO 4 BARRAS N° 3 (3/8") Ó 10 MM				
	NUMERO DE BARRAS POR COLUMNA				# BARRAS
	OBSERVACIONES:				
E 4.4	VIGAS DE CONFINAMIENTO				
4.4.2	VIGAS DE CONFINAMIENTO INTERNAS EN LA PLACA			SI	NO
	DIMENSIONES DE LAS VIGAS MIN 200 CM ²			CUMPLE	SI NO
E 4.4.3	A	POSEE VIGAS DE CIMENTACION			SI NO
	B	A NIVEL DEL ENTREPISO			SI NO
	C	A NIVEL DE CUBIERTA			SI NO
E 4.4.4	REFUERZO MINIMO 4 BARRAS N° 3 (3/8") Ó 10 mm				
	EL REFUERZO ES ADECUADO				SI NO

hoja: 4 de 5

FUENTE: Autores.

Anexo 5. Diagnóstico y evaluación. Formato de campo 5 de 5.

		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ-38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 2014	
E 5.1	LOSAS DE ENTREPISO			SI	NO
E 5.1.1	LA LOSA ES CONSISTENTE, ESTA FABRICADA CON MATERIAL TIPO CONCRETO			SI	NO
E 5.1.2	LAS PLACAS SON MONOLITICAS O PREFABRICADAS			SI	NO
E 5.1.3	EL ESPESOR MINIMO DE LA PLACA ENTREPISO CUMPLE CON LA NORMA, YA SEA MACIZA O ALIGERADA			SI	NO
E 5.1.3.1	LA LOSA ES PREFABRICADA Y SE ENCUENTRA APOLLADA A LA CIMENTACION			SI	NO
E 5.1.4.1	LAS PLACAS TIENEN REFUERZO			SI	NO
E 5.1.5	LA LOSA ENTREPISO ES ALIGERADA			SI	NO
E 5.1.5.2	REFUERZO MINIMO EN LAS VIGUETAS DE SISTEMA ALIGERADO			SI	NO
E 5.2	CUBIERTA EN CONCRETO O TIPO SOLERA			SI	NO
E 5.2.2	LAS CORREAS Y ELEMENTOS USADOS TRANSFIEREN ESFUERZOS UNIFORMEMENTE A LA CONSTRUCCION			SI	NO

hoja: 5 de 5

FUENTE: Autores.

Anexo 6. Resumen de evaluación y diagnóstico.

CALIFICACIÓN SEGÚN CRITERIO DEL PROFESIONAL CALIFICADO		ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REFUERZOS ESTRUCTURALES EN CASAS CONSTRUIDAS SIN ESTRUCTURA EN LA UPZ -38 DE RESTREPO EN BOGOTÁ D.C.	
A =EXCELENTE ESTADO B = REGULAR ESTADO C = MALO PARA INTERVENIR			
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE CASAS DE DOS NIVELES	CALIFICACIÓN DE COMPONENTES	RECOMENDACIÓN	PUNTO DE REFERENCIA MAYOR
GOLPE DE VISTA GEOMETRÍA			
IRREGULARIDAD EN LA PLANTA DE LA CONSTRUCCIÓN			
CANTIDAD DE MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES			
IRREGULARIDAD EN LA ALTURA			
VANOS Y FORMA			
ASPECTOS SENSIBLES AL TACTO Y VISTA			
ESTADO DE LOS MATERIALES USADOS			
CONCRETO			
ACERO			
LADRILLO			
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS			
CALIDAD DE JUNTAS DE PEGA EN MORTERO			
MUROS CONFINADOS Y REFORZADOS			
DETALLE DE VIGAS Y COLUMNAS DE CONFINAMIENTO			

10. BIBLIOGRAFIA

- Federal Emergency Management Agency (FEMA).
- California Earthquake Authority.
- Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE).
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente. NSR-10. Bogotá D.C.: El ministerio, 2010. p iii.
- ESPINOSA, Armando. La sismicidad histórica en Colombia. Revista Geográfica. Julio 2011. vol. 44, no. 2. p. 272.
- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA (A.I.S.). Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes, Marzo de 2010, Pág. Prefacio.
- FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS (FOPAE). Bogotá sus localidades y Amenazas. Septiembre de 2013.
- http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/FOPAE_V2/Mapa%20Gestion%20del%20Riesgo%20Bogota.
- CENTRO DE TERREMOTOS DEL SUR DE CALIFORNIA. Problemas comunes de las estructuras. Septiembre de 2013: <http://www.earthquakecountry.info/roots-es/step4.html>
- NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto. Traducido por Luis Eduardo Yamín L. 12 ed. Bogotá D.C.: McGraw-Hill, 1999. ISBN: 958-600-953
- SEGURA, Jorge F. Estructuras de concreto 1. De acuerdo con el reglamento Colombiano de diseño y construcción sismo resistente. 7 ed. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, 2011. P. 282.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. NSR-10. Bogotá D.C.: El ministerio, 2010. C-137.
- ⁽¹³⁾ HARMSSEN, Teodoro E. Diseño de estructuras de concreto armado. 3 ed.: Fondo editorial. 2002. Pp. 252-254.
- HELENE Paulo y PEREIRA Paula. Manual de rehabilitación de Estructuras de hormigón. Reparación, refuerzo y protección. Primera ed. Sao Pablo.: red REHABILITAR, 2003.
- BROTO Carles. Enciclopedia Broto de patologías de la construcción. Barcelona.: Biblioteca Estam, 2005. 44p.