



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y EDIFICACIONES.

Ing. Isabel Hernández

Ing. David Paredes

Estudio de vulnerabilidad
sísmica para casa con
modificaciones estructurales
realizadas, en el barrio
caminos de la esperanza –
suba, según norma
AIS 410 - 23.

Ing. Isabel Hernández

Ing. David Paredes

**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES
REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23.**

GLORIA ISABEL HERNÁNDEZ GALVIS

DAVID SEBASTIÁN PAREDES LARGO



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C

2025

**Estudio de vulnerabilidad sísmica para casa con modificaciones estructurales realizadas, ubicada en el
barrio Caminos de la Esperanza – Suba, según norma AIS 4-10-23.**

GLORIA ISABEL HERNANDEZ GALVIS

DAVID SEBASTIÁN PAREDES LARGO

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de especialista
en construcción**

MsC. Ing. Jenny Magaly Pira Ruiz



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Programa académico, Facultad

Universidad

Ciudad

2025

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de Grado “ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES
ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN
NORMA AIS 410-23”. Ha sido revisado y aprobado por:

Firma del Jurado

Ing. Jairo

Director Trabajo de Grado

Bogotá, 25 de abril de 2025

Dedicatoria

Queremos expresar agradecimiento a nuestra familia por su apoyo y dedicación, lo que nos permitió dedicar el tiempo necesario para culminar con éxito nuestro proceso académico. Su comprensión y compañía fueron fundamentales para avanzar en nuestra formación.

Agradecemos también a la Universidad La Gran Colombia por brindarnos conocimientos valiosos a lo largo de nuestra especialización en Diseño y Construcción de Infraestructura y Edificaciones. Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a nuestros docentes, quienes, con su vasta experiencia y profesionalismo, nos guiaron en esta importante investigación.

Tabla de contenido

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVOS	15
OBJETIVO GENERAL.....	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
MARCO TEÓRICO	16
REQUISITOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	17
CIMENTOS:	18
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	18
PLACAS CONTRAPISO Y ENTREPISO:	18
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	19
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	19
MUROS.....	20
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	20
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	21
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	22
SISTEMAS DE TECHO:	22
CORTES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN	23
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	23
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	24
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	24
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	25
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	25
ANÁLISIS INICIAL	26

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23.	6
MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA (MC):	27
NÚMERO DE PISOS:.....	27
PISOS MÁXIMOS	27
ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO	28
RECOMENDACIÓN.	28
PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EVALUAR LA INTERVENCIÓN	28
CRITERIOS DE EVALUACIÓN ESTRUCTURA.....	29
PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL:.....	29
IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS POTENCIALES:	30
TABLA DE VERIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	30
INFORMACIÓN PREVIA Y RESTRICCIONES DEL USO DEL SUELO	40
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DEL SITIO.....	40
EVALUACIÓN DE CONDICIONES DEL SITIO	40
AMENAZAS NATURALES Y SOCIO NATURALES	40
INSPECCIÓN Y APOYO PROFESIONAL:	41
ASPECTOS RELACIONADOS A LA CONFIGURACIÓN DE LA VIVIENDA	41
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL:.....	41
ALTURA LIBRE Y CIMENTACIÓN:	41
EVALUACIÓN DE MUROS Y VIGAS	42
MUROS PERIMETRALES E INTERNOS:	42
VIGAS DE AMARRE:	42
RECOMENDACIÓN	42
ABERTURAS EN MUROS.....	43
ESTRUCTURA DE SOPORTE.....	43
REGULACIÓN DE CARGAS	43
SISTEMAS DE LOSAS.....	43

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23.	7
LOSA MACIZA	43
SISTEMA DE LOSA CON BLOQUELÓN Y PERFILES METÁLICOS	44
ESCALERAS	44
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	44
APOYOS VERTICALES	44
ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	45
CARGAS LATERALES	45
MATERIALES DE MAMPOSTERÍA	45
PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES.....	45
RECOMENDACIONES.	46
EVALUACIÓN DEL MORTERO SOBRE LOS MUROS	46
IDENTIFICACIÓN VISUAL:	46
PRUEBA DE ADHERENCIA	46
EVALUACIÓN DEL SONIDO.....	47
ANÁLISIS DE LA MEZCLA	47
SOLICITUDES ESTRUCTURALES.....	47
SOLICITACIONES PRINCIPALES:.....	47
MOVIMIENTOS SÍSMICOS:	47
ACELERACIÓN ESPECTRAL:	48
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA:	48
CARGAS DIFERENTES A LAS SOLICITUDES SÍSMICAS	48
CARGAS MUERTAS	48
CARGAS VIVAS	48
EMPUJE DE TIERRA	49
ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	49
MODELO SIMPLIFICADO	49
MODELO TRIDIMENSIONAL:	49

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23.	8
RESISTENCIA ESTRUCTURAL.....	49
RESISTENCIA A CORTANTE:.....	50
COMPARACIÓN DE DEMANDA Y CAPACIDAD.....	50
RECOMENDACIÓN	50
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE.....	50
ANÁLISIS DE DEFICIENCIAS EN VIVIENDAS.....	51
IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS NATURALES Y SOCIO NATURALES	51
LICUACIÓN DEL SUELO	51
INUNDACIONES.....	51
ENTORNO EDIFICADO.....	51
CONDICIONES DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	51
PLANIFICACIÓN DE INTERVENCIONES.....	52
RECOMENDACIONES	53
MEDICIÓN DE LA ALTURA NETA DE CADA NIVEL.....	54
ZONIFICACIÓN SÍSMICA	54
EVALUACIÓN DE CIMIENTOS.....	57
CLASIFICACIÓN DEL DAÑO EN MUROS.....	57
CONDICIONES DE NO CUMPLE.....	57
IMPACTO DE LOS MUROS PERIMETRALES.....	59
IMPORTANCIA DE LOS MUROS INTERNOS.....	59
REQUISITOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL	60
RECOMENDACIONES	60
ANÁLISIS DE ABERTURAS EN MUROS Y SISTEMAS DE LOSAS	61
REQUISITOS DE ABERTURAS EN MUROS.....	62
IMPLICACIONES ESTRUCTURALES Y DE SEGURIDAD	63
ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD.....	65

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23.	9
INTERVENCIÓN DE DEFICIENCIAS	66
REQUISITOS MÍNIMOS	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS PLACAS, CONTRAPISO, ENTREPISO, MUROS Y TECHOS	67
JUSTIFICACIÓN DE DATOS DE ENTRADA	71
MODELO MATEMATICO	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:.....	80
BIBLIOGRAFÍA	82

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 tipo de cimientos implementados en la construcción inicial.....	18
Ilustración 2 Espesor de placas de contrapiso y entrepiso planos de diseño.....	19
Ilustración 3 placa piso 3 sistema aligerado Bloquelon.....	19
Ilustración 4 nivel 1 Ubicación de muros originales según planos constructivos y adecuaciones posteriores.....	20
Ilustración 5 Nivel 2 Ubicación de muros originales según planos constructivos y adecuaciones posteriores.....	21
Ilustración 6 Nivel 3 Ubicación de muros originales según planos constructivos y adecuaciones posteriores.....	22
Ilustración 7 Corte fachada principal.....	23
Ilustración 8 Fachada posterior.....	24
Ilustración 9 Corte lateral occidental.....	24
Ilustración 10 Corte lateral oriental.....	25
Ilustración 11 corte lateral orientall interno.....	25
Ilustración 12 Evaluación y reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de mampostería.....	29
Ilustración 13 Criterios de continuidad vertical de muros.....	61
Ilustración 14 Esquema de análisis de espectro de aceleración NSR-10.....	74
Ilustración 15 Grafico de cálculo de espectro.....	75
Ilustración 16 Valores expuestos para el cálculo del periodo aproximado.....	78
Ilustración 17 Modelo Tridimensional de Estructura en SAP.....	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Límites de aplicabilidad del documento AIS 410	26
Tabla 2: Espesores mínimos para muros existentes.....	53
Tabla 3: Límites de altura/espesor de muros con base a la tipología de vivienda y la zona sísmica.....	55
Tabla 4 Límites aceptación de muros con daños atribuibles a problemas de cimentación.....	58
Tabla 5 tabla de grupos de uso para el cálculo de estructuras NSR 10	71
Tabla 6 Tabla indicador de zona de amenaza sísmica NSR-10 (Pag 164)	72
Tabla 7 Tabla coeficiente de amplificación NSR-10 (Pag 23).....	73
Tabla 8 Tabla coeficiente de amplificación NSR-10 (Pag 24).....	73

Resumen

Esta investigación se centra en específicamente las construcciones no formales de mampostería realizadas en vivienda unifamiliar en Bogotá D.C., destacando su vulnerabilidad ante eventos sísmicos. Teniendo en cuenta que muchas de estas edificaciones no cumplen con los estándares establecidos en la normativa sismo resistente colombiana, NSR-10, lo que aumenta el riesgo tanto para las estructuras como para la vida de sus habitantes en caso de un evento natural (sismo). Basándonos en la anterior apreciación; La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), a través del anexo técnico AIS 410-23, propone un proceso para evaluar y reducir la vulnerabilidad sísmica de estas viviendas, reconociendo que este tipo de construcción es común en numerosas Localidades, ciudades y municipios del país. Por esta razón la presente investigación subraya la necesidad de abordar estas deficiencias con el fin de dar una mejora a la seguridad de las comunidades afectadas.

Abstract

This research focuses specifically on non-formal masonry constructions carried out in single-family homes in Bogotá D.C., highlighting their vulnerability to seismic events. Taking into account that many of these buildings do not meet the standards established in the Colombian earthquake resistant regulations, NSR-10, which increases the risk for both the structures and the lives of their inhabitants in the event of a natural event (earthquake). . Based on the previous assessment; The Colombian Association of Seismic Engineering (AIS), through the technical annex AIS 410-23, proposes a process to evaluate and reduce the seismic vulnerability of these homes, recognizing that this type of construction is common in numerous localities, cities and municipalities of the country. For this reason, this research highlights the need to address these deficiencies in order to improve the security of the affected communities.

Introducción

Teniendo en cuenta las construcciones no formales en mampostería designadas para vivienda unifamiliar ubicadas en las distintas localidades que componen la ciudad de Bogotá D.C y enfatizando su posible vulnerabilidad ante un evento sísmico, donde muchas de estas edificaciones en su gran mayoría al no cumplir con los estándares técnicos sujetos a la normativa sismo resistente para Colombia NSR-10, ante un posible sismo que pueda afectar la estructura principal de las viviendas y las vidas de las personas que habitan en ellas, para ello; La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) mediante el anexo técnico AIS 410-23, describe un proceso de evaluación y reducción de la vulnerabilidad sísmica que permite evaluar viviendas de mampostería basadas según dicha tipología de construcción, ya se encuentra existente y en funcionalidad en la mayoría de Localidades, Ciudades y Municipios de todo el país.

Objetivos

El objetivo principal de este estudio es evaluar la susceptibilidad de una vivienda unifamiliar ubicada en el barrio Caminos de la Esperanza, localidad de Suba; a sufrir daños en caso de un sismo. Se busca determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de esta edificación, aplicando la metodología técnica detallada estándares mínimos establecidos en la normativa nacional AIS 410-23.

Objetivo General

Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de una vivienda unifamiliar, ubicada en el barrio Caminos de la Esperanza - Suba, aplicando la normativa AIS 410-23, teniendo en cuenta que la edificación no cumple con los requisitos mínimos propuestos en la NSR-10.

Objetivos Específicos

- Valorar el estado actual de la edificación a partir de una inspección detallada de la vivienda, según requerimientos de evaluación estipulados en el anexo técnico AIS-410-23.
- Aplicar la metodología de evaluación técnica contenidos en el capítulo 5 y 6 de la AIS 410-23 para la vivienda seleccionada con el fin de establecer un indicador de su condición actual para el propietario.
- Seleccionar una propuesta de mejora para la vivienda con base en el anexo técnico AIS 410-23 de acuerdo con la evaluación realizada en el objetivo dos para mejorar la vulnerabilidad de la vivienda existente.

Marco Teórico

Las construcciones informales representan un desafío significativo en términos de seguridad estructural y cumplimiento normativo sismo resistente en muchas ciudades de Colombia; Estas edificaciones, caracterizadas por su construcción en mampostería por lo general no poseen permisos ni supervisión técnica, y suelen incumplir los estándares establecidos e indicados en la normatividad colombiana Sismo Resistente (NSR-10) y anteriores versiones a esta, que pueden afectar significativamente la seguridad humana del país.

“De acuerdo con el centro de estudios de la construcción y el desarrollo urbano y regional de Colombia (CENAC); De cada 5 unidades de vivienda que aparecen en el mercado colombiano 3 son de origen informal, lo que indica que son construidas sin licencia de construcción ni estudios previos” (Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares [CPNAA],2023 párr. 1).

En la ciudad de Bogotá D.C. se estima un porcentaje de vivienda informal del 35% para el año 2022, esto debido a problemáticas socioeconómicas que afectan directamente la planeación urbana, intrínsecamente debido a las edificaciones construidas de manera precaria.

Con el fin de mitigar la reducción y vulnerabilidad en las edificaciones construidas de manera informal que puedan incurrir en la afectación de la seguridad y vida de las personas que habita dichas edificaciones, ante un evento sísmico la asociación colombiana de ingeniería sísmica AIS mediante la normativa AIS-410-23.

REQUISITOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Teniendo en cuenta el capítulo 1 según norma AIS 410-23, se basa en realizar un estudio de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda unifamiliar de mampostería ubicada en la localidad de Suba, Bogotá DC. Basados en los criterios de valoración según norma técnica AIS 410-23, un referente nacional para la evaluación y mejora de la seguridad estructural de edificaciones de este tipo. Mediante una inspección detallada y exhaustiva de la vivienda, se identificarán las ampliaciones y modificaciones estructurales realizadas a lo largo del tiempo, las cuales, en muchos casos, no cumplen con los requisitos mínimos establecidos en la norma NSR-10, título E.

La norma AIS 410-23 proporciona una metodología clara y detallada para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de mampostería, considerando aspectos como la tipología constructiva, la calidad de los materiales, el estado de conservación de los elementos estructurales y no estructurales, y la presencia de daños previos. A través de una evaluación visual y de mediciones in situ, se determinará el nivel de vulnerabilidad de la vivienda y se identificarán los elementos estructurales más críticos.

El alcance de este estudio es cuantificar el riesgo sísmico al que está expuesta la vivienda y sus ocupantes. Con base en los resultados obtenidos, con el fin de proponer medidas y mejoras a la estructura y adaptarlas a las condiciones existentes de la edificación, con el fin de garantizar la seguridad estructural y minimizar el riesgo de daños ante futuros eventos sísmicos. Las medidas de refuerzo pueden incluir, entre otras, la reparación de grietas, el refuerzo de elementos estructurales, la mejora de las uniones entre elementos, y la instalación de elementos disipadores de energía.

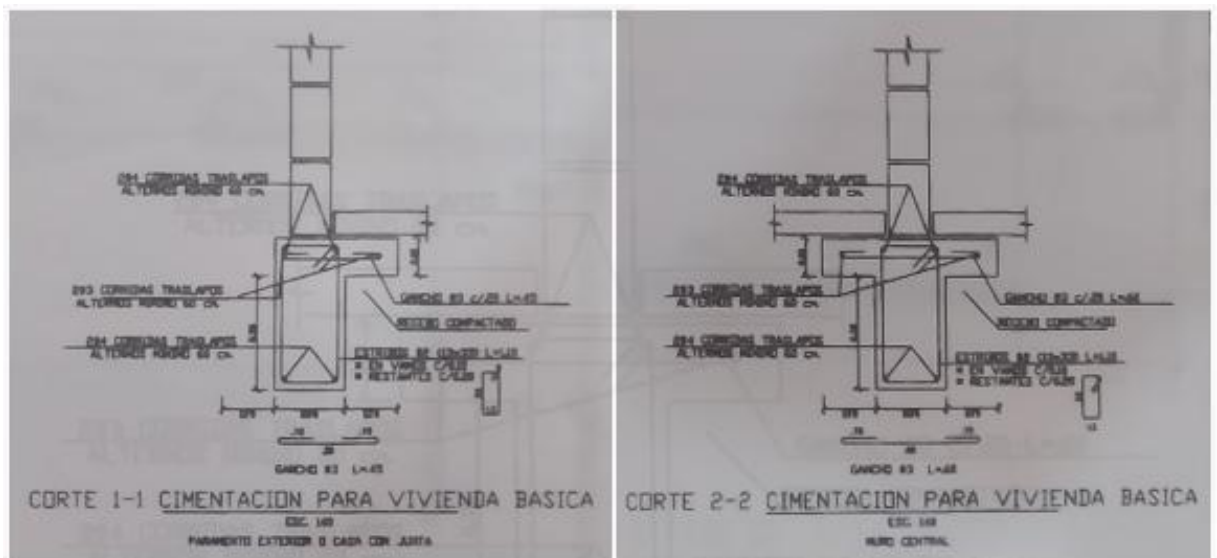
Esta investigación podrá contribuir a la generación de conocimiento sobre la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en Bogotá y senta las bases para la

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 18 implementación de políticas públicas que promuevan la seguridad estructural en el parque habitacional de la ciudad. Además, los resultados obtenidos pueden ser utilizados como referencia para la evaluación y el refuerzo de otras viviendas similares, contribuyendo así a reducir el riesgo sísmico en la ciudad.

A continuación, se expresa el sistema constructivo existente según inspección realizada en sitio a la edificación.

Cimientos: vigas corridas de amarre para muros laterales y centrales evidenciando dos tipos de viga que son para muros en ubicaciones perimetrales y muros centrales véase ilustración a continuación:

Ilustración 1 tipo de cimientos implementados en la construcción inicial

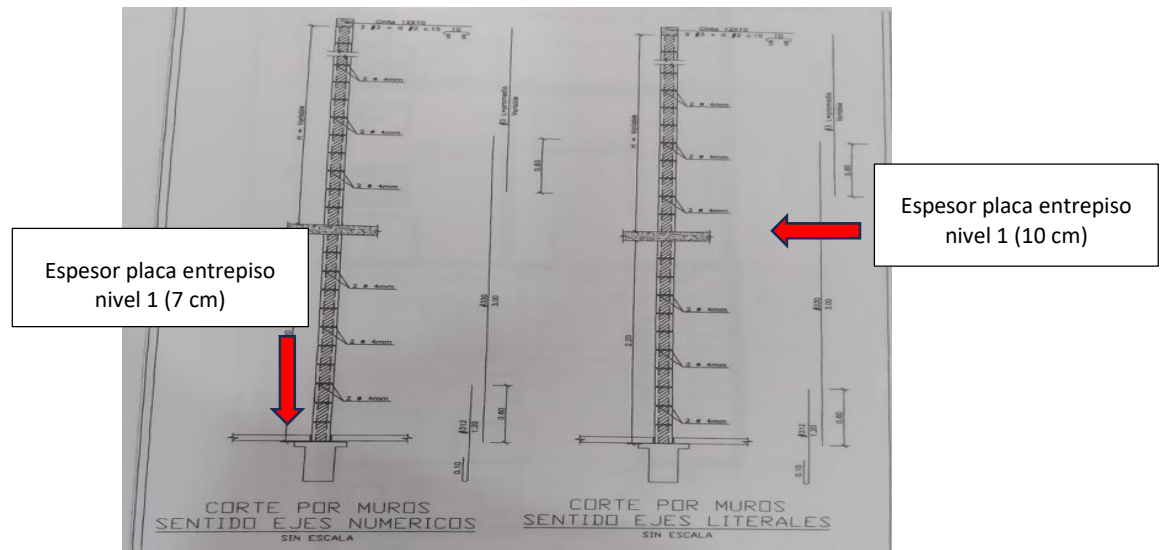


Fuente: Elaboración propia

Placas contrapiso y entrepiso: según inspección realizada en sitio se evidencia para el nivel 1 una placa contrapiso en concreto reforzado de 10 cm de espesor, para el nivel 2 se evidencia una placa de entrepiso en concreto reforzado de 10 cm de espesor, para el nivel 3 se evidencia una placa de

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 19
entrepiso en sistema placa fácil (bloquelón) debidamente apuntalo con vigas metálicas y con un
alistado en concreto reforzado de 6 cm de espesor. Información corroborada mediante planos
constructivos iniciales y registro fotográfico soportado a continuación.

Ilustración 2 Espesor de placas de contrapiso y entrepiso planos de diseño constructivo suministrado por el propietario.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3 placa piso 3 sistema aligerado Bloquelon

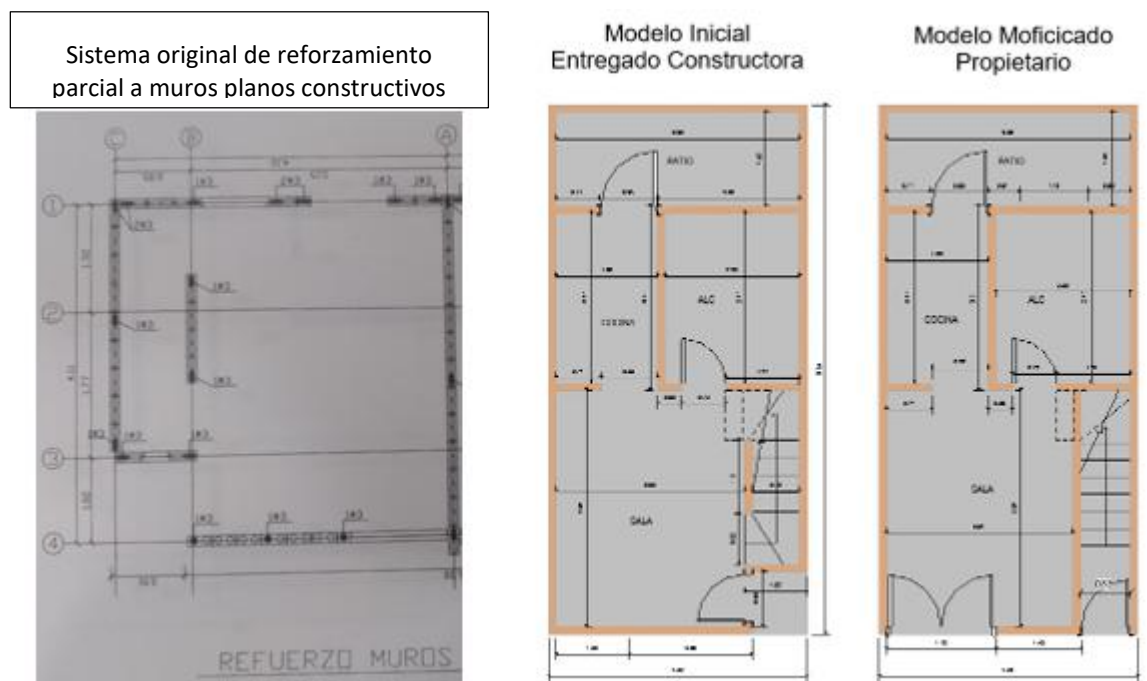


Fuente: Elaboración propia

Muros

Según inspección realizada en sitio se evidencia para el nivel 1 muros parcialmente reforzados con celda de perforación vertical los muros perimetrales en la actualidad tiene revoque de 1.5 cm de espesor los internos cuenta con revoque a dos caras de 1.5 cm, los muros donde se ubica las zonas de baño, cocina y ropas (internos) están enchapados en cerámica espesor promedio 1.2 cm, se evidencia según planos iniciales constructivos y fecha de visita modificación arquitectónica, sobre el muro paralelo interno a ubicación escalera. Véase ilustración de planos iniciales constructivos y plano de modificación según levantamiento en sitio.

Ilustración 4 nivel 1 Ubicación de muros originales según planos constructivos y adecuaciones posteriores.

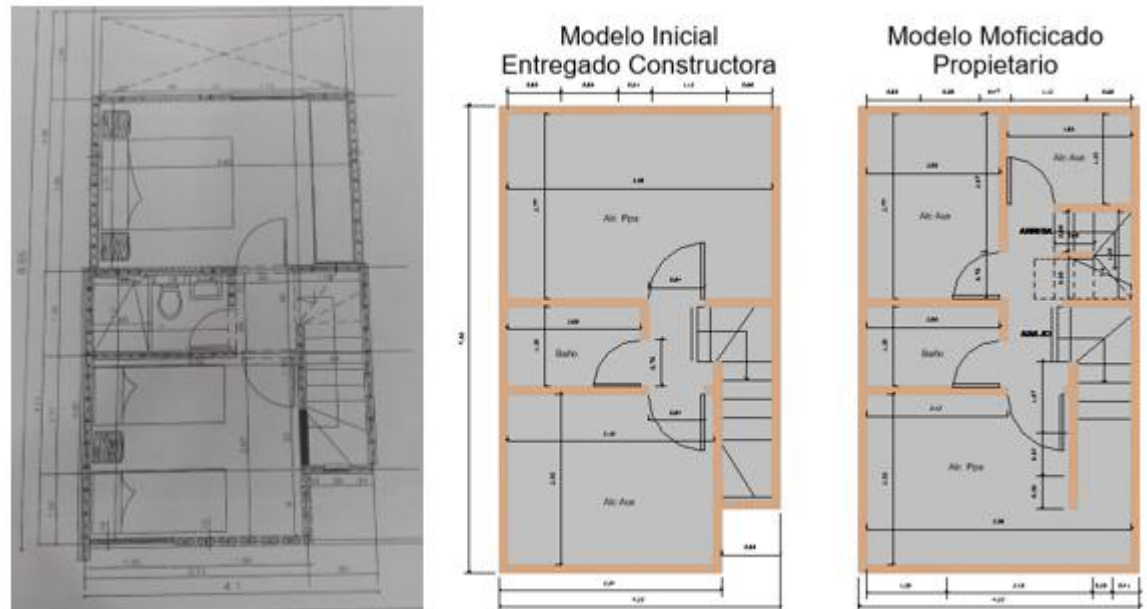


Fuente: Elaboración propia

Se evidencia para el nivel 2 muros parcialmente reforzados con celda de perforación vertical los muros perimetrales en la actualidad tiene revoque de 1.5 cm de espesor, los internos cuenta con revoque a dos caras de 1.5 cm, los muros donde se ubica las zona de baño, (internos)

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 21 están enchapados en cerámica espesor promedio 1.2 cm, se evidencia según planos iniciales constructivos y fecha de visita modificación arquitectónica, no simétrica en relación con el nivel 1, teniendo en cuenta muros adicionales en mampostería de perforaciones horizontal en zona interna con revoques de 1.5 cm a dos caras.

Ilustración 5 Nivel 2 Ubicación de muros originales según planos constructivos y adecuaciones posteriores.

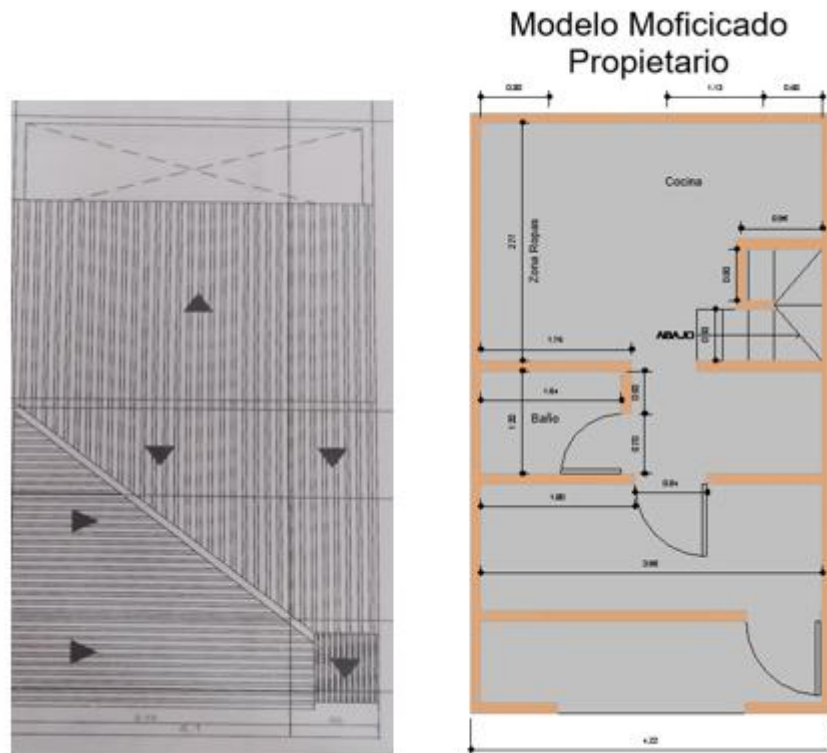


Fuente: Elaboración propia

Se evidencia para el nivel 3 ampliación, muros de perforación horizontal confinados; en la actualidad los muros perimetrales tiene revoque de 1.5 cm de espesor conta la cara interna, los muros internos cuenta con revoque a dos caras de 1.5 cm, los muros donde se ubica las zona de baño y cocina (internos) están enchapados en cerámica espesor promedio 1.2 cm, durante la inspección realizada se evidencia la no simetría de muros respectos a los niveles 1, 2 y 3, véase ilustraciones de diseño original y adecuaciones realizadas.

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 22

Ilustración 6 Nivel 3 Ubicación de muros originales según planos constructivos y adecuaciones posteriores.



Fuente: Elaboración propia

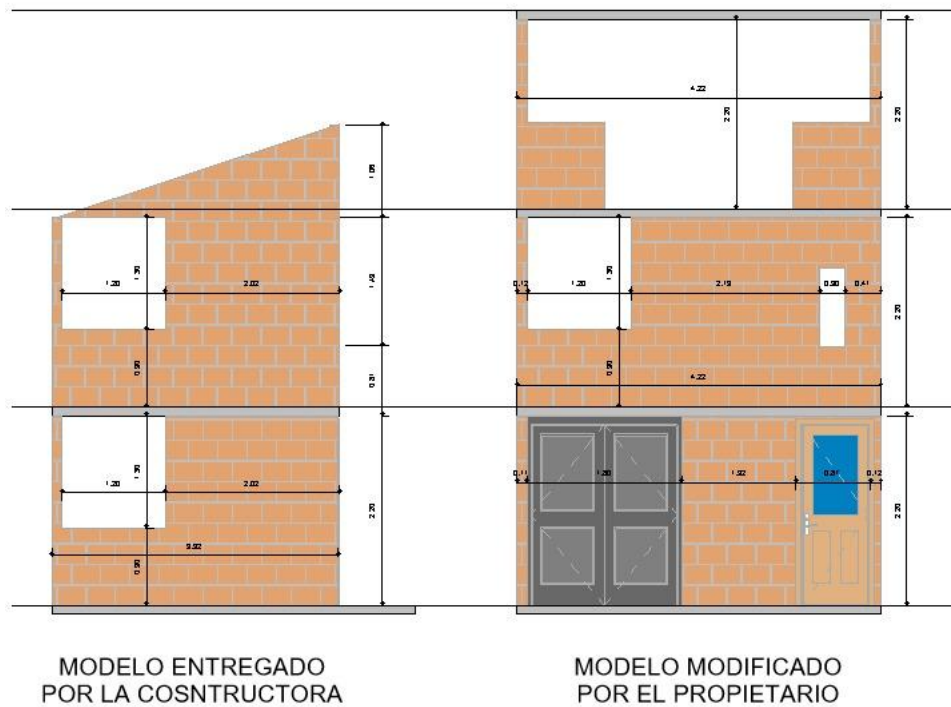
Sistemas de Techo:

El techo, que representa el último nivel de la vivienda, es aligerado en estructura metálica que soporta cubierta en teja tipo asbesto cemento y un techo aligerado arquitectónico tipo PVC.

Cortes generales de la edificación

Teniendo en cuenta que se evidencio durante la inspección realizada la no simetría entre las plantas existentes (niveles 1-2-3) se realizó un levantamiento arquitectónico récord (cortes generales con el fin de estudiar las posibles cargas que estén recibiendo de manera individual teniendo en cuenta que la simetría no es congruente en referencia a los planos constructivos iniciales y las adecuaciones posteriores realizadas.

Ilustración 7 Corte fachada principal



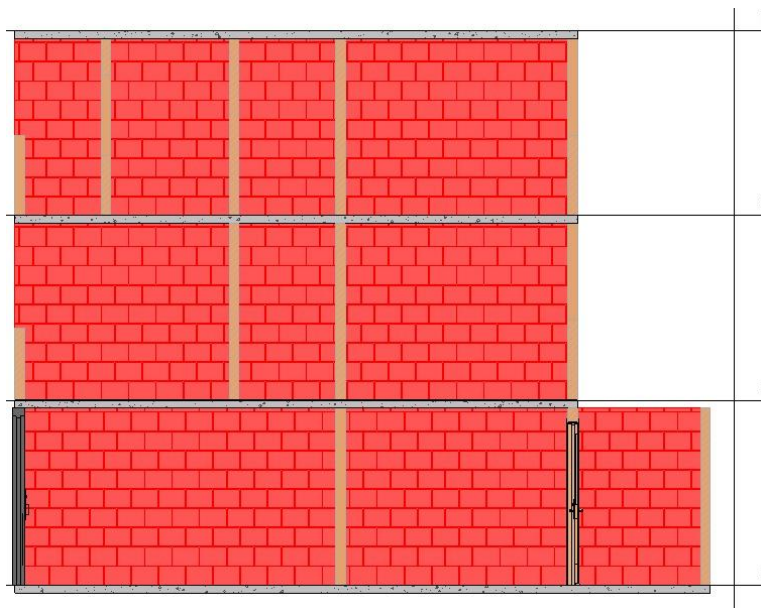
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8 Fachada posterior



Fuente: Elaboración propia

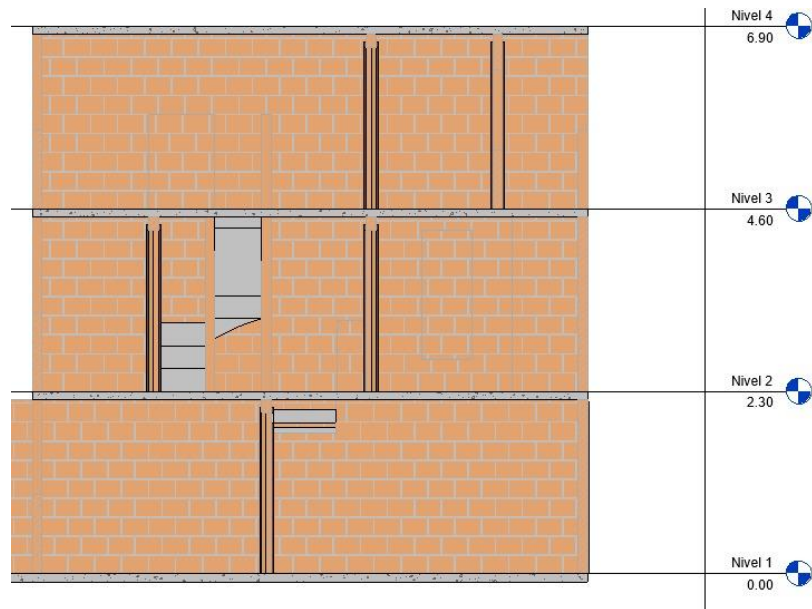
Ilustración 9 Corte lateral occidental



Fuente: Elaboración propia

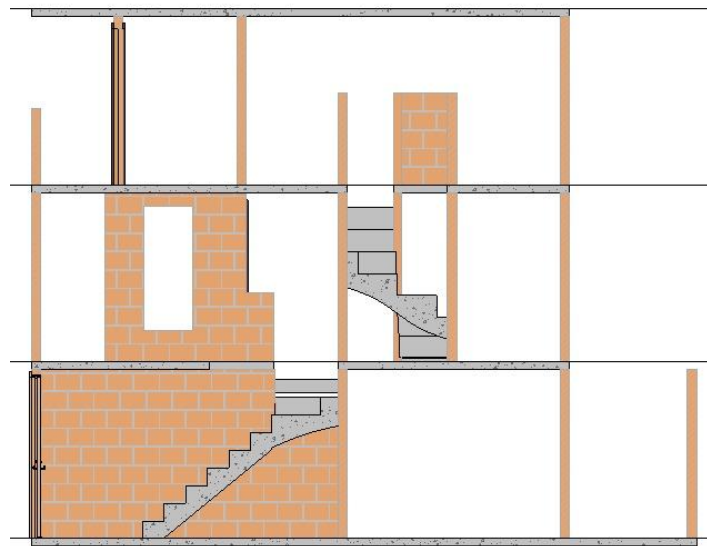
ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 25

Ilustración 10 Corte lateral oriental



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11 corte lateral orientall interno



Fuente: Elaboración propia

Análisis Inicial.

En cuanto a los parámetros tomados para la presente investigación, basada principalmente en dar una propuesta de mejora de seguridad estructural para las viviendas informales, lo que es esencial considerando la vulnerabilidad sísmica a la que están expuestas y al establecer límites claros de aplicabilidad, este análisis facilitara la identificación de las edificaciones que pueden beneficiarse de las recomendaciones aquí presentadas. Donde incluye no solo las consideraciones técnicas, sino también el contexto socioeconómico en el que se encuentran estas construcciones, teniendo en cuenta el alcance del Capítulo 1 de la AIS 410-23, se analizaran los límites de aplicabilidad a la que está incluida el tipo de vivienda de estudio determinando los parámetros iniciales de construcción.

Tabla 1: Límites de aplicabilidad del documento AIS 410

Sistema de Muros de Carga		R	Zonas de Amenaza Sísmica					
Sistema de Resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales		Alta		Intermedia		Baja	
1. Muros estructurales								
a. Muros de mampostería no reforzada (MNR), con algunos muros confinados y/o intervenidos con revoques con malla electrosoldada. (1)	El mismo	1	Grupo I (4)	2 pisos máximo (3)	Grupo I (4)	2 pisos máximo	Grupo I (4)	2 pisos máximo
b. Muros de mampostería confinada (MC)(2)	El mismo	2	Grupo I (4)	2 pisos máximo	Grupo I (4)	3 pisos máximo	Grupo I (4)	3 pisos máximo

Fuente: Tomada de la AIS 410 – 23 tabla 1.2-1 _pág. 9

El análisis está centrado en una vivienda con modificaciones informales las cuales tiene como principal estructura muros de mampostería confinada y con reforzamiento parcial, se evaluará las variables relacionadas con la cantidad de pisos y su clasificación dentro de los grupos

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 27 específicos, considerando aspectos estructurales y normativos que afectan su seguridad y funcionalidad.

Muros de Mampostería Confinada (MC):

Descripción: Los muros de mampostería confinada son la combinación de muros de mampostería tradicionales y elementos de concreto que brindan mayor resistencia y estabilidad estructural. Este tipo de construcción es crucial para la integridad de la vivienda, para caso puntual se estudia aquellas que han sido modificadas desde su diseño original.

Cumplimiento: La inclusión de muros de mampostería confinada es un factor positivo, ya que contribuye a la reducción de vulnerabilidad sísmica. Por esta razón se recomienda verificar que estos muros cumplan con los estándares de diseño y construcción establecidos dentro de la norma (AIS410).

Número de Pisos:

Grupo I (4): Con este grupo es posible lograr incluir las edificaciones con diferentes límites de altura, ya que esta descrita para 2 pisos y para nuestro caso de investigación que son 3 pisos, se describe el análisis a continuación.

Pisos máximos

Las viviendas de tres pisos presentan una mayor complejidad estructural en comparación con las de menor altura. Esta complejidad se debe al incremento de las cargas verticales y horizontales, lo que exige un análisis estructural más detallado y la implementación de medidas de seguridad adicionales. Es fundamental garantizar una distribución adecuada de las cargas, un correcto diseño de los elementos estructurales y la utilización de sistemas constructivos que permitan resistir las fuerzas sísmicas, como los muros de mampostería confinada.

Análisis de Cumplimiento

Para viviendas de 3 pisos: En este caso de vivienda de 3 niveles es mucho más crítica las variables de riesgos. Sin embargo, esta mampostería confinada puede ofrecer mayor resistencia al predio, donde la adición de un tercer piso requiere una evaluación dada desde las capacidades de carga de los muros y la cimentación. Para ello es muy importante se realice evaluaciones según la calidad de la construcción y que se sigan las recomendaciones de la normativa sismo resistente AIS 410 -23 y el capítulo A10 de la NSR 2010.

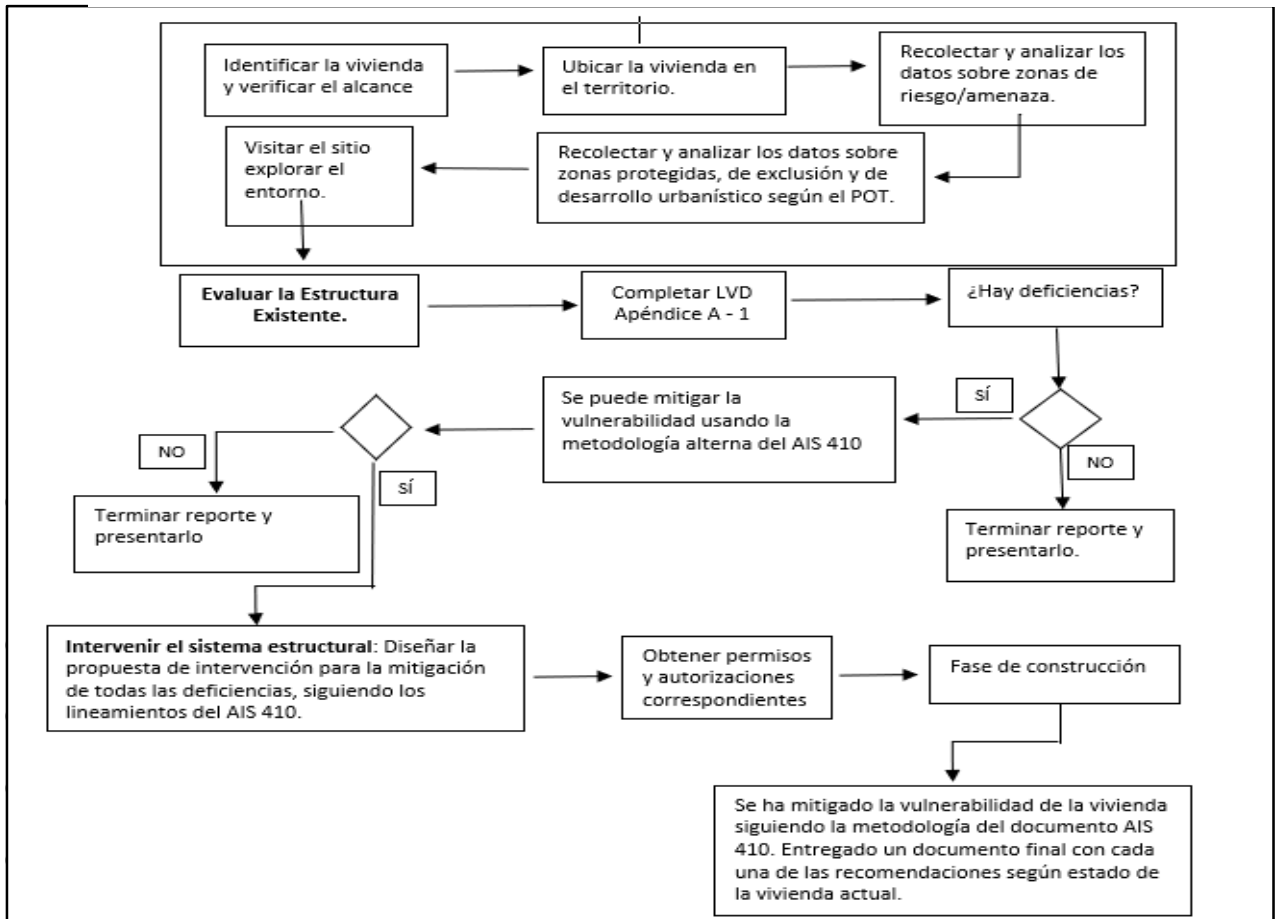
Recomendación.

Como recomendación según el análisis realizado, se rescata que el uso de muros de mampostería confinada puede ser un aspecto positivo en el contexto de viviendas con modificaciones informales, siempre y cuando se respeten las limitaciones de altura y se realicen evaluaciones estructurales adecuadas. Lo anterior con el fin de garantizar la seguridad y reducir la vulnerabilidad ante eventos sísmicos, es imperativo que se lleven a cabo inspecciones técnicas que evalúen tanto el cumplimiento de la normativa como la calidad de las intervenciones realizadas. Esto permitirá no solo mejorar la seguridad de los ocupantes, sino también proteger el patrimonio construido por localidades.

Procedimiento general para evaluar la intervención

La figura 1. Presenta las etapas fundamentales en la cuales se llevarán a cabo la evaluación y la intervención sobre la vivienda. Así mismo se describe de manera grafica los siguientes numerales, que nos proporcionaran un orden de análisis de vulnerabilidad eficiente y asertivo.

Ilustración 12 Evaluación y reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de mampostería



Procedimiento de Evaluación Estructural:

Se propone realizar la evaluación mediante un enfoque sistemático contemplado dentro de la evaluación de las viviendas. Realizando un listado de verificación tomado desde el (Apéndice A-1) que contiene criterios aplicables a las viviendas de mampostería, desarrolladas a partir de la observación del comportamiento de edificaciones similares, durante eventos sísmicos previos a investigaciones académicas. Esta lista es fundamental para garantizar el análisis de modificaciones realizadas a las estructuras existentes analizadas a lo largo del documento.

Identificación de Amenazas Potenciales:

Se realiza la evaluación previa del estado de la vivienda, teniendo en cuenta el estado actual donde es importante identificar las diferentes amenazas, contemplando el tipo de suelo, y así conocer las fallas geológicas y geotécnicas, en las que podría encontrarse la licuación y deslizamientos. Estas amenazas pueden afectar la estabilidad de las edificaciones, por lo que su identificación es un paso previo a cualquier intervención estructural, desde el estudio de la ubicación geográfica del territorio.

Tabla de verificación de la edificación

1.0	Estado de evaluación			Caracterización del Sitio	Notas de Evaluación	Medidas de Intervención	Estado de intervención		
	C	NC	N/A				C	NC	N/A
1.1	C	NC	N/A	<p>LICUACIÓN: La vivienda no está ubicada en suelos sueltos, granulares, saturados o materiales potencialmente licuables en los suelos de cimentación.</p>			C	NC	N/A
1.2	C	NC	N/A	<p>ESLIZAMIENTOS: La vivienda está ubicada en una zona de amenaza baja con respecto a los mapas de riesgo del municipio o la pendiente del talud es inferior al 18%. Alternativamente: Pendiente del talud = ____% H = altura total del talud = ____m Distancia de la vivienda del talud abierto = ____m Para % de taludes > 18%: la distancia de la vivienda del talud es mayor a H/2; Para % de taludes < 18%: la distancia de la vivienda del talud es mayor a H/3;</p>			C	NC	N/A
1.3	C	NC	N/A	<p>AVENIDA TORRENCIAL O INUNDACIÓN INDUCIDA POR SISMO: No se evidencian posibles fuentes para avalancha por ejemplo presas, acueductos, tanques, tubos. La vivienda no está ubicada en zonas susceptibles a inundación como zonas costeras, áreas adyacentes a bahías o lagos, o áreas bajas con niveles freáticos superficiales.</p>			C	NC	N/A

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 31

1.4	C	NC	N/A	INUNDACIONES: La vivienda no está ubicada en una zona de exclusión por inundación, definida por los mapas locales o las autoridades ambientales.	la vivienda se ubica en un suelo mejorado aledaño a un humedal			C	NC	N/A
1.5	C	NC	N/A	VOLCANES: La vivienda no está ubicada en una zona de exclusión por volcanes, definida por los mapas locales.				C	NC	N/A
1.6	C	NC	N/A	ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN: Identifique uno o varios de los tipos de muros de contención presentes en la vivienda y conteste a las preguntas sobre el estado de cada uno: Muro de contención de sitio: <ul style="list-style-type: none"> ● Si los muros son de gravedad, no superan los 2.0 m de altura. ● Los muros cuentan con perforaciones de drenaje ● Los muros están en buenas condiciones, sin evidencia de deterioro, asentamientos o agrietamientos que puedan afectar su estabilidad, sin desplome ni daños. Muro de contención de cimentación <ul style="list-style-type: none"> ● Si los muros son de mampostería, no superan los 1.6 m de altura; ● Los muros cuentan con perforaciones de drenaje. ● Los muros están en buenas condiciones, sin desplome ni daños. Muro de contención integrado: <ul style="list-style-type: none"> ● Si los muros son de mampostería, el nivel del suelo retenido no supera los 2.4 m de altura. ● Los muros cuentan con perforaciones de drenaje o no se evidencian humedades en la superficie. ● Los muros están en buenas condiciones, sin evidencia de deterioro, asentamientos o agrietamientos que puedan afectar su estabilidad, sin desplome ni daños. 			C	NC	N/A	
2.0	ESTADO DE EVALUACIÓN			ASPECTOS RELACIONADOS A LA CONFIGURACIÓN	Notas de Evaluación	Medidas de Intervención	Estado de intervención			
2.1	C	NC	N/A	VOLCAMIENTO: La altura total de la vivienda (H) es inferior a tres veces la menor dimensión horizontal en planta (W). $H = \underline{9,4}$ (m); $W = \underline{4,1}$ (m) $H/W = \underline{2,29}$	ALTURA PISO 1 (2,3m) ALTURA PISO 2 (2,3m) ALTURA PISO 3 (2,3m) ALTURA PISO 4 (2,5m) cubierta liviana			C	NC	N/A

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 32

2.2	C	NC	N/A	IRREGULARIDADES EN PLANTA: La vivienda tiene una forma regular en planta			C	NC	N/A
2.3	C	NC	N/A	NÚMERO DE NIVELES: La cantidad máxima de pisos es de tres (para zonas de amenaza sísmica baja o intermedia) o dos (para zona de amenaza sísmica alta).			C	NC	N/A
2.4	C	NC	N/A	ALTURA LIBRE: Para Mampostería Confinada: La altura máxima de los muros no es mayor a 25 veces el espesor mínimo de los muros en ese piso. Para Mampostería No Reforzada: Los límites de altura/espesor en cada piso respetan lo indicado en la Tabla 6.3 -2 del documento.			C	NC	N/A
3.0	ESTADO DE EVALUACIÓN			ELEMENTOS ESTRUCTURALES	Notas de Evaluación	Medidas de Intervención	Estado de intervención		
3.1	C	NC	N/A	CIENTOS: Los apiques ejecutados (donde haya) y el estado general de los muros permiten asumir que existe bajo estos una cimentación adecuada para la transferencia de las cargas existentes. Se observa el nivel de daño en los muros y se clasifica como:			C	NC	N/A
	C	NC	N/A	<u>Ninguno / muy leve:</u> grietas pequeñas difícilmente visibles, con abertura menor a 0.2 mm, sobre la superficie del muro.					
	C	NC	N/A	<u>Leve:</u> Agrietamiento perceptible a simple vista, con aberturas entre 0.2 mm y 1.0 mm, sobre la superficie del muro					
	C	NC	N/A	<u>Moderado:</u> Agrietamiento diagonal incipiente, grietas con aberturas entre 1.0 mm y 3.0 mm					
	C	NC	N/A	<u>Fuerte:</u> Agrietamiento diagonal severo, con aberturas mayores a 3.0 mm. <u>Severo:</u> Desprendimiento de partes de piezas, aplastamiento local de la mampostería, prolongación					

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES
 REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 33

	C	NC	N/A	del agrietamiento diagonal en columnas y vigas de confinamiento.						
3.2	C	NC	N/A	MUROS PERIMETRALES Hay muros perimetrales no compartidos y propios de la vivienda en estudio en cada uno de los lados, a no más de un 25% de la dimensión en planta medido desde el borde de la vivienda.				C	NC	N/A
	C	NC	N/A	En cada fachada la longitud continua de cada muro, corresponde al menos a la mayor entre 1.5 m y el 25% de la dimensión en planta de la vivienda en la dirección bajo evaluación.				C	NC	N/A
	C	NC	N/A	Alternativamente, la distancia estimada entre el centro de masa y el centro de rigidez, para cada dirección ortogonal, calculada en cumplimiento de la ecuación E.3.6-2 del Reglamento NSR-10, será menor al 15% de la mayor dimensión de la vivienda en planta.				C	NC	N/A
	C	NC	N/A	Estos muros perimetrales son continuos en los varios niveles de la vivienda desde la cimentación hasta nivel de viga de amarre o losa de techo.				C	NC	N/A
	C	NC	N/A	MUROS INTERNOS: Los muros paralelos no tienen más de 4.0 m de distancia entre ellos. Los muros son continuos entre los diferentes niveles de la vivienda, desde la cimentación hasta nivel de viga de amarre o losa de techo.				C	NC	N/A
3.3	C	NC	N/A	NOTA: Los muros se pueden considerar continuos también cuando estén apoyados sobre: ● Muros perpendiculares que se prolonguen al menos 600 mm a cada lado del muro de arriba. ● Muros paralelos con por lo menos ¼ de la longitud del muro superior (300 mm como mínimo) de traslape con la pared de abajo.				C	NC	N/A

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 35

3.5	C	NC	N/A	<p>VOLADIZOS: Identifique uno o varios de los tipos de voladizo presentes en la vivienda Voladizo Ocupado ● Los voladizos NO se extienden desde los muros exteriores inferiores más allá del 50% del espesor del muro mismo. Voladizo No Ocupado ● La placa de entrepiso no presenta daños asociados a deformaciones altas y/o insuficiencia de refuerzo.</p>			C	NC	N/A
	C	NC	N/A	<p>● Los elementos no estructurales de borde como barandas o antepechos están debidamente amarrados a la placa y vinculados con una viga cinta a los muros aledaños. ● La longitud del voladizo es menor o igual a 600 mm.</p>			C	NC	N/A
3.6	C	NC	N/A	<p>COLUMNAS DE CONFINAMIENTO: Las columnas existentes no presentan: ● Refuerzo expuesto. ● Hormigueros o espacios vacíos. ● Segregación de la mezcla de concreto. ● Grietas diagonales de más de 1.5 mm de abertura. ● Grietas verticales con ancho superior de 0.4 mm. ● Grietas horizontales de las de 1.5 mm de abertura. ● Deformaciones o desalineamientos excesivos. ● Ductos o tuberías de más de 25.4 mm (1”) de diámetro pasando a través de la sección transversal del elemento. ● Signos de corrosión del acero de refuerzo como manchas, o figuración en el sentido del refuerzo. ● Carbonatación del concreto. Si el sistema estructural es de mampostería confinada, hay columnas de confinamiento existentes en cada esquina, cada eje de muro y cada intersección entre muros.</p>			C	NC	N/A
3.7	C	NC	N/A	<p>ABERTURAS EN MUROS: Las puertas, las ventanas, y otras aberturas mayores a 500 mm se extienden hasta la viga de amarre/losa superior o cuentan con un dintel de concreto reforzado. Los dinteles existentes deben extenderse como mínimo 200 mm dentro de la mampostería adyacente, o estar conectados a un elemento vertical de concreto</p>			C	NC	N/A

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 36

	C	NC	N/A	— Si el sistema estructural existente es de mampostería confinada, todas las aberturas con ancho mayor a 500 mm están confinadas por columnetas o dovelas verticales de concreto reforzado a sus lados				C	NC	N/A
	C	NC	N/A	— Las aberturas no presentan grietas en sus esquinas con ancho superior a 0.5mm.				C	NC	N/A
3.8	C	NC	N/A	ABERTURAS EN LOS SISTEMAS DE LOSAS: Las aberturas en losas adyacentes a los muros cortantes deberán cumplir los siguientes requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> ● Miden menos del 25% de la longitud del muro. ● No son mayores a 2.5 m en su longitud. ● Hay una viga de concreto reforzado en toda la longitud del muro adyacente. 				C	NC	N/A
3.9	C	NC	N/A	COLUMNAS AISLADAS: Las columnas aisladas existentes que se desean mantener dentro de la solución de intervención: <ul style="list-style-type: none"> ● Están en buen estado y no presentan irregularidades en la sección transversal. ● Tienen una dimensión mínima de 250 mm si soportan una losa o un muro discontinuo sobre éste, y 300 mm si soporta dos niveles sobre la losa. ● No soportan directamente losas con espesor igual o inferior a 100 mm salvo si se tiene capiteles en la parte superior de la columna o cartelas en la losa. ● No están posicionadas en la fachada o expuesta a algún tipo de riesgo por impacto de medio de transporte, que puedan causar su colapso. ● Están amarradas por vigas de amarre superior o diafragma rígido. ● No presentan grietas diagonales de más de 1.5 mm de abertura. ● No presentan grietas verticales con ancho superior de 0.4 mm. ● No presentan grietas horizontales de las de 1.5 mm de abertura. 				C	NC	N/A

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 37

3.10	C	NC	N/A	<p>SISTEMAS DE LOSAS: Identifique uno o varios de los tipos de losa de entrepiso presentes en la vivienda:</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>Losa Maciza</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Losa Aligerada</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sistema prefabricado de losa</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Losa con lámina colaborante</td> </tr> </table> <p>Los sistemas de entrepiso se encuentran en buen estado, sin grietas con abertura superior a 0.5 mm o deformaciones excesivas, sin refuerzo expuesto o corroído, sin eflorescencias en el concreto y sin humedades.</p> <p>Los sistemas de losa con bloquelon y perfiles metálicos o losa con lámina colaborante tienen vigas de amarre de confinamiento horizontal al mismo nivel de la losa, debidamente vinculados al sistema de muros.</p>		Losa Maciza		Losa Aligerada		Sistema prefabricado de losa		Losa con lámina colaborante				C	NC	N/A
		Losa Maciza																
		Losa Aligerada																
	Sistema prefabricado de losa																	
	Losa con lámina colaborante																	
C	NC	N/A					C	NC	N/A									
C	NC	N/A					C	NC	N/A									

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 38

3,11	C	NC	N/A	<p>SISTEMAS DE TECHO: Identifique uno o varios de los tipos de techo losa presentes en la vivienda.</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>Techo Liviano con paneles de fibrocemento o lámina metálica</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Techo en teja de barro</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Techo en Losa Maciza</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Techo en Losa Aligerada</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Techo en sistema de losa con bloquelón y perfiles metálicos</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Techo en lámina colaborante</td> </tr> </table> <p>Para techo Liviano:El techo está construido con material liviano (tejas en fibrocemento, lámina metálica), sobre una estructura de acero en buenas condiciones y bien amarrada a un elemento de concreto reforzado que puede transferir las cargas a los muros</p>		Techo Liviano con paneles de fibrocemento o lámina metálica		Techo en teja de barro		Techo en Losa Maciza		Techo en Losa Aligerada		Techo en sistema de losa con bloquelón y perfiles metálicos		Techo en lámina colaborante			C	NC	N/A
		Techo Liviano con paneles de fibrocemento o lámina metálica																			
		Techo en teja de barro																			
	Techo en Losa Maciza																				
	Techo en Losa Aligerada																				
	Techo en sistema de losa con bloquelón y perfiles metálicos																				
	Techo en lámina colaborante																				
C	NC	N/A	<p>Para Techo en Teja de Barro: El techo está construido con tejas de barro adecuadamente amarradas a una estructura de acero en buenas condiciones, la cual está bien amarrada a un elemento de concreto reforzado que puede transferir las cargas a los muros.</p>			C	NC	N/A													
C	NC	N/A	<p>Para techo en losa: Se encuentran en buen estado, sin figuraciones o deformaciones excesivas, sin refuerzo expuesto o corroído, sin eflorescencias en el concreto y sin humedades</p>			C	NC	N/A													
4.0	ESTADO DE EVALUACIÓN		ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Notas de Evaluación	Medidas de Intervención	Estado de intervención															

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 39

4.1	C	NC	N/A	<p>ESCALERAS Y DESCANSOS: Las escaleras deberán cumplir todos los requisitos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Están construidas en concreto reforzado con una losa inclinada de espesor mínimo 0.1 m. ● Están conectada al entepiso de. ● No dependen de los muros del sistema de resistencia sísmica de la vivienda como forma de apoyo vertical. ● Están apoyadas sobre columnas aisladas competentes o muros de mampostería de por lo menos 600 mm de longitud. ● Las huellas y contrahuellas no son irregulares o no están en mal estado. ● No presentan hormigueros, o vacíos o eflorescencias en el concreto. ● No presentan refuerzo expuesto, ni corrosión de este. 			C	NC	N/A
4.2	C	NC	N/A	<p>PARAPETOS: Los parapetos de mampostería están en buenas condiciones con sus elementos bien adheridos a la estructura que los soporta.</p> <p>Tienen una relación entre altura y espesor inferior a 1.5 y cuentan con soporte lateral (vigas de cinta, elementos verticales de resistencia fuera del plano).</p>			C	NC	N/A
5.0	ESTADO DE EVALUACIÓN		ASPECTOS RELACIONADOS A LA CALIDAD	Notas de evaluación	Medidas de Intervención	Estado de intervención			
5.1	C	NC	N/A	<p>UNIDADES DE MAMPOSTERÍA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Las unidades de mampostería corresponden a bloques de arcilla o de concreto. ● Las puntas de los ladrillos no se encuentran desportilladas, esto es un indicador claro de baja calidad de las piezas de mampostería. ● No existen patologías específicas que puedan afectar la capacidad portante de Las piezas de mampostería, como humedad excesiva, musgos, etc. ● No existe mezcla de tipos de mampuestos dentro de un mismo muro que pueda hacer impredecible el comportamiento del muro. 			C	NC	N/A

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 40

5.2	C	NC	N/A	<p>MORTERO DE PEGA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Existen juntas homogéneas entre las unidades de mampostería, presentes en todos los espacios entre los bloques. ● Existen juntas verticales entre las unidades de mampostería; ● El espesor de las juntas es homogéneo, de 10 mm en la mayoría de las pegas horizontales y verticales. ● El mortero se encuentra en buenas condiciones y no resulta de fácil remoción cuando sometido a la prueba. 				C	NC	N/A
5.3	C	NC	N/A	<p>REVOQUES (PAÑETES) SOBRE MUROS:</p> <p>Los revoques (pañetes) aplicados sobre los muros son uniformes, se encuentran adheridos de forma correcta al muro y no presentan agrietamientos.</p>				C	NC	N/A

Información Previa y Restricciones del Uso del Suelo

Recolección de Información del Sitio

Basada la investigación dentro de la norma se destaca la importancia de recolectar una información inicial sobre el tipo de suelo antes de la visita de campo. Esto incluye datos sobre el contexto geológico y geotécnico que pueden influir en la evaluación estructural. Se sugiere también verificar si la vivienda se encuentra en áreas con restricciones de uso del suelo, de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

Evaluación de Condiciones del Sitio

Amenazas Naturales y Socio Naturales

Es importante identificar la necesidad de considerar diversas amenazas que pueden comprometer la integridad de las viviendas. Analizar el potencial de licuación del suelo según su aspecto crítico a evaluar, lo anterior utilizando información documental y cartográfica proporcionada por entidades técnicas.

Inspección y Apoyo Profesional:

Si no se tiene la información suficiente para definir las condiciones del sitio, se recomienda realizar diferentes visitas de campo en las que sea posible contar con el apoyo de un profesional calificado que nos permita evaluar adecuadamente las amenazas.

Aspectos Relacionados a la Configuración de la Vivienda

Configuración Estructural:

Contar con un buen desempeño sísmico, depende de la correcta configuración estructural de la vivienda. Es necesario evaluar aspectos geométricos que garanticen la estabilidad y la trayectoria de las cargas. La norma establece criterios sobre regularidades en planta, número de niveles y altura libre, conceptos aplicables para viviendas de uno a tres niveles.

Altura Libre y Cimentación:

Dentro de la norma específica que la altura libre de los muros debe cumplir con límites establecidos, teniendo en cuenta las particularidades de techos inclinados y vigas de amarre. Adicional a ello, se aborda la necesidad de realizar una verificación del Sistema realizando cimentaciones típicas para las viviendas informales, en las que suelen ser vigas corridas o zapatas, una vez se conoce el Sistema de cimentación es necesario realizar una verificación de la continuidad de los elementos a lo largo de la construcción.

Evaluación de Muros y Vigas

Muros Perimetrales e Internos:

Se realiza la verificación minuciosa de los muros perimetrales, donde sea posible asegurar que se encuentren dentro de los límites de la propiedad. Asimismo, se evalúa el estado de los muros internos, clasificándolos como muros de carga, divisorios o de rigidez, entre otros.

Vigas de Amarre:

Dentro de las vigas de amarre evidenciadas y sobre puestas dentro del sistema de techo, se puede deducir que garantiza una adecuada conexión entre los muros. En la norma se establece que se debe realizar un chequeo o caracterización de estas vigas como parte de la evaluación estructural, en la que se puede definir la seguridad de la construcción en cuanto a elementos modificados.

Recomendación

Teniendo en cuenta que el Capítulo 5 de la Norma AIS 410-23 proporciona un marco robusto para la evaluación de viviendas de mampostería, centrándose en la identificación de deficiencias estructurales y amenazas potenciales. Al seguir los procedimientos y criterios establecidos, se busca garantizar la seguridad de las edificaciones y sus ocupantes ante eventos sísmicos. La implementación efectiva de estas directrices es fundamental para mejorar la resiliencia de las comunidades y proteger el patrimonio construido en el país.

Aberturas en Muros

La importancia de las aberturas en muros, utilizadas como puertas y ventanas, fueron tomadas desde un registro fotográfico y complementada desde un análisis de ubicación, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Estructura de soporte

Las aberturas deben estar diseñadas y ubicadas para no comprometer la resistencia estructural del muro. Asimismo, para la determinación de la ubicación se deben usar dinteles apropiados que distribuyan las cargas alrededor de las aberturas.

Regulación de cargas

Al incrementar cambios y añadir un nivel, se incrementan las cargas sobre los muros inferiores. Se requiere un análisis estructural para garantizar que las aberturas no debiliten la estructura existente.

Sistemas de Losas

La elección del sistema de losas es fundamental para asegurar la estabilidad y resistencia de la nueva estructura:

Losa maciza

Se debe contemplar el espesor adecuado comprendido entre los rangos de (90 mm a 150 mm) es vital para soportar las cargas adicionales. La losa debe estar bien conectada a los muros para transmitir las cargas de una manera adecuada.

Sistema de losa con bloquelón y perfiles metálicos

Este sistema, está determinada dentro de como una losa compuesta de 120 mm de espesor, proporciona una buena capacidad de carga. La correcta instalación de vigas de concreto reforzado es esencial para el confinamiento horizontal y la vinculación de las losas al sistema vertical.

Techos: La elección entre un techo liviano y pesado debe basarse en la capacidad de carga y la resistencia a fuerzas laterales. Los techos livianos son más adecuados para estructuras con menor carga, mientras que los techos pesados requieren un análisis más riguroso para evitar deformaciones.

Escaleras

Para el caso de las escaleras es importante definirlo como un componente crítico en la transición entre niveles:

Evaluación estructural

Inicialmente se identifica mediante un levantamiento geométrico, garantizar que las escaleras sean seguras y cumplan con las normativas. La conformidad de los materiales y su estado de funcionamiento son primordiales, dentro de una evaluación inicial.

Apoyos verticales

Se verifica que las escaleras tengan apoyos adecuados en cada nivel, asegurando la estabilidad y la resistencia a cargas verticales.

Elementos No Estructurales

Los parapetos y muros cortos, aunque no son primordiales para la carga vertical, deben ser analizados:

Cargas laterales

Se realiza la identificación de los elementos que están sujetos a fuerzas laterales, como viento y sismos. Se necesita una evaluación para asegurar su estabilidad y Resistencia al enfrentar este tipo de acontecimientos.

Materiales de mampostería

Se valida los materiales de los muros sobrepuestos en la que estén contemplado desde (bloques de arcilla o concreto) es fundamental garantizar su integridad. Teniendo en cuenta el efecto de revoque también debe ser considerada, ya que puede afectar la capacidad portante.

Patologías Estructurales

La evaluación de patologías es esencial para garantizar la seguridad de la nueva estructura:

Inspección visual: Durante la revisión de las visitas al predio, se debe verificar la presencia de daños, humedad, o cualquier otra patología que pueda comprometer la resistencia de los muros.

Combinación de materiales: La combinación de los diferentes tipos materiales dentro de mampostería puede generar comportamientos impredecibles. Es fundamental identificar y analizar estas combinaciones para prever posibles fallas estructurales.

Recomendaciones.

Cuando se realiza la transición de una vivienda en la que su estructura inicial es 2 niveles y se modifica a 3 niveles, implica realizar un previo de múltiples elementos estructurales. Cada aspecto, desde las aberturas en los muros hasta los sistemas de losas y la evaluación de escaleras, debe ser cuidadosamente considerado para asegurar la integridad y seguridad de la edificación. Se debe tener en cuenta la colaboración con un ingeniero estructural que apoye todos los criterios técnicos y normativos, para determinar el riesgo de cada una de las modificaciones realizadas. Donde es necesario garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes, el análisis y el estado de las estructuras existentes.

Evaluación del Mortero sobre los Muros

La inspección del mortero y revoque (pañete) es crucial para determinar la integridad de la estructura, especialmente en una vivienda que ha sufrido modificaciones estructurales. Dentro de las variables a seguir se incluyen:

Identificación Visual:

Verificar si se realizaron discontinuidades en la superficie del mortero, y el estado patológico de las mismas; tales como, grietas o desprendimientos, que pueden indicar una mala adherencia del revoque al muro. Esto se debe validar desde el comienzo con el fin de conocer la capacidad estructural, especialmente en zonas propensas a movimientos sísmicos.

Prueba de Adherencia

Tener la posibilidad de verificar el revoque mediante un método práctico, Si el revoque se quita fácilmente, es señal de que no está bien adherido, en la que sería comprobable conocer el comportamiento de la estabilidad de la vivienda.

Evaluación del Sonido

Con el efecto que resulta al golpear el revoque, un sonido “entamborado” sugiere falta de adherencia. Esto indica que el revoque podría no estar transfiriendo adecuadamente las cargas al muro, lo que puede ser un riesgo en situaciones de carga lateral, como durante un sismo.

Análisis de la Mezcla

Es importante conocer la composición del mortero, para así determinar la presencia de arena amarilla o de río, proporcionando calidad al tipo de arena que pueden influir en la resistencia del revoque y su capacidad para adherirse al muro.

Solicitudes Estructurales

Con respecto a la evaluación de las solicitaciones que soportará la vivienda misma que es fundamental para establecer la necesidad de refuerzos:

Solicitaciones Principales:

El estudio de cargas que la estructura debe soportar incluye el peso propio de la edificación, las cargas no estructurales, y las solicitaciones sísmicas. análisis detallado debe considerar la resistencia del sistema en función del método de la resistencia, asegurando que las capacidades sean suficientes frente a las demandas.

Movimientos Sísmicos:

Se deben utilizar los movimientos sísmicos especificados en la normativa (NSR-10), tomando en cuenta los estudios de microzonificación. Esto proporciona información importante para el cálculo de las fuerzas sísmicas que afectarán la vivienda.

Aceleración Espectral:

Con respecto al cálculo del cortante sísmico en la base, se usará la aceleración espectral (S_a) correspondiente a las características del sitio. En ausencia de estudios geotécnicos, se puede asumir un suelo tipo D.

Capacidad de Disipación de Energía:

Con respecto al coeficiente de capacidad de disipación de energía (R) adecuado, que variará según si la mampostería es reforzada o no. Esto influye en la capacidad del sistema para manejar las fuerzas sísmicas.

Cargas Diferentes a las Solicitudes Sísmicas

Debe ser considerada la evaluación de cargas muertas y vivas es vital para determinar el comportamiento de la estructura bajo diferentes condiciones:

Cargas Muertas

Se calcula la carga muerta promedio, estimada en 1.0 kN/m^2 , y ajusta según las condiciones reales observadas en la inspección. Las cargas muertas incluyen el peso de los materiales de construcción y cualquier elemento fijo.

Cargas Vivas

Estas cargas dependen del uso de los espacios. Los valores típicos son 1.8 kN/m^2 para zonas privadas, 3.0 kN/m^2 para escaleras y 5.0 kN/m^2 para voladizos. Es crucial ajustar estos valores a las condiciones específicas de la vivienda.

Empuje de Tierra

En cuanto al diseño de muros de contención, es importante calcular la fuerza de empuje de tierra, adicional debido a sismos, utilizando fórmulas específicas que consideran el coeficiente sísmico y las características del suelo.

Análisis Estructural

El análisis estructural es metódico y requiere puntualizar mediante un modelo simplificado o tridimensional modelo significativo el comportamiento, siempre y cuando se conozca a detalle los datos exactos de la cimentación de la Vivienda, la tipología se podría determinar con los siguientes modelos.

Modelo Simplificado

Este modelo evalúa las solicitaciones sísmicas considerando los muros en conjunto. Se calcula el cortante total en cada piso, amplificando las fuerzas para tener en cuenta los efectos de torsión.

Modelo Tridimensional:

El análisis tridimensional puede proporcionar una evaluación más precisa, considerando la rigidez del diafragma y las interacciones entre los muros. Esto es esencial en estructuras complejas o con irregularidades. Usamos diafragma flexible en el modelo.

Resistencia Estructural

Finalmente, es necesario asegurar que la vivienda cuente con la resistencia adecuada frente a las siguientes solicitaciones:

Resistencia a Cortante:

La resistencia de la cortante en los muros se evaluar, asegurando que cumplen con los requisitos normativos. Esto incluye determinar el área neta de los muros y su capacidad para resistir fuerzas laterales.

Comparación de Demanda y Capacidad

Fundamental en la evaluación y calculo comparar la demanda de solicitaciones con la capacidad estructural existente. En la que se debe calcular el porcentaje de área de muros requerido y compararlo con el existente para determinar la necesidad de refuerzos dentro de las recomendaciones finales.

Recomendación

Dentro de este capítulo de proponer un estudio relevante con un enfoque integral que incluya la evaluación del mortero y revoque, las solicitaciones estructurales, y un análisis detallado de las cargas. Es importante destacar que la colaboración de ingenieros estructurales es fundamental para garantizar exactitud, la seguridad y la integridad de la vivienda, especialmente como en este caso puntual para comportamientos en zonas sísmicas.

EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

Según capítulo 6 de la AIS 410-23; se presenta un análisis relacionado con respecto a estructuras existentes de secciones clave para abordar las deficiencias de la vivienda y su intervención.

Análisis de Deficiencias en Viviendas

Identificación de Amenazas Naturales y Socio Naturales

Durante el análisis de la evaluación estructural de una vivienda, es esencial identificar amenazas que puedan comprometer la seguridad y viabilidad de la edificación. Y estas incluyen:

Licuación del Suelo

Es importante revisar los mapas geológicos y estudios previos en las que es posible determinar si el suelo tiene potencial de licuación. Ya que esta condición puede generar un "No Cumple", teniendo en cuenta que puede llegar a afectar la estabilidad de la estructura.

Inundaciones

Se debe identificar dentro de la ubicación de la Vivienda, las áreas potencialmente inundables, como cercanías a cuerpos de agua o zonas bajas, y estas se evalúan. Mostrando las referencias a mapas de amenaza por inundaciones fundamentales con el fin de evitar riesgos.

Entorno Edificado

Se cuenta con el análisis del estado de las edificaciones vecinas y su estado actual, ya que las condiciones adversas en el entorno pueden impactar la vivienda en cuestión de estabilidad del peso propio.

Condiciones de Evaluación Estructural

Contando con la identificación de cada una de las amenazas, se procede a la evaluación de la vivienda en sí, considerando:

Irregularidades en Planta: Se realiza el respectivo levantamiento geométrico en el que es esencial identificar irregularidades en los elementos sobrepuestos que puedan incrementar la vulnerabilidad sísmica. La intervención se enfoca en rigidizar muros o añadir elementos estructurales estratégicamente.

Número de Niveles: Se verifica que la vivienda no supere el número máximo de niveles permitido teniendo en cuenta su sistema estructural y la zonificación sísmica es vital reconocer que las viviendas que excedan este límite requieren una evaluación más detallada y específica.

Altura Libre: Con relación a la altura libre de los niveles debe ser suficiente para garantizar la funcionalidad y la seguridad. Este se debe medir con precisión donde se proporcione la seguridad de que se cumplen los límites mínimos de espesor de muros.

Planificación de Intervenciones

Para el caso de las viviendas clasificadas como "No Cumple" se debe tener cuenta todos los criterios mencionados donde se requiere un esquema de intervención estructural:

Modificación de Irregularidades: Se debe implementar medidas correctivas, tales como la adición de muros de carga o la reconfiguración del espacio con el fin de mitigar la vulnerabilidad sísmica de la Vivienda.

Adecuación a Normativas: Es necesario contar con el cumplimiento de la norma en cualquier intervención donde se cuente con el cumplimiento de las especificaciones del Reglamento NSR-10, asegurando que las modificaciones respeten las normativas de construcción vigentes.

Estrategias de Mitigación: En caso de riesgo por inundación se debe considerar la posibilidad de elevar la vivienda en áreas de riesgo o mejorar el drenaje en el terreno para prevenir la acumulación de agua.

Recomendaciones

Con relación al análisis de las deficiencias de la vivienda y la evaluación de los riesgos asociados a fenómenos naturales y socio naturales es un proceso crítico garantizando la seguridad estructural. Las intervenciones deben ser planificadas cuidadosamente, considerando no solo la normativa vigente, sino también el contexto geográfico y social del entorno.

Con el fin de dar mejora a la situación, se recomienda:

Realizar estudios geotécnicos previos a la intervención, como consideración principal la clasificación de suelos.

Consultar a expertos en ingeniería estructural determinar el diseño de soluciones eficientes, a cargo de un concepto técnico por un especialista.

Involucrar a la comunidad dentro del proceso de evaluación y mitigación de riesgos.

Mediante el análisis realizado con enfoque integral permitirá transformar las condiciones de "No Cumple" a "Cumple", entregando resultados de una vivienda más segura y resiliente frente a los desafíos naturales y estructurales.

Basándonos en la siguiente tabla que presenta los espesores mínimos entregados como lineamientos de verificación, relacionados para muros existentes tomados en cuenta como modificaciones importantes dentro de la Vivienda, lo anterior basado en especificaciones de la Norma.

Tabla 2: *Espesores mínimos para muros existentes*

SISTEMA	ESPESOR MINIMO		
	ACEPTABLE		
CONSTRUCTIVO	PISO 1	PISO 2	PISO 3
MNR	110mm	95mm	N/A

MC	110mm	110mm	110mm
-----------	-------	-------	-------

Fuente: tomado de tabla 6.3-1 Norma 410-23 Pag 44

Con relación a las directrices específicas para medición y evaluación de la altura de los niveles dentro de la edificación, de consideraciones técnicas sobre la zonificación sísmica y el estado del revoque. A continuación, se desglosan cada punto tomado en cuenta para el análisis realizado:

Medición de la Altura Neta de Cada Nivel

Definición de Altura Neta: Para la medición precisa de la altura neta de cada nivel es fundamental garantizar que la edificación cumpla con estándares tanto de diseño como de construcción. En cuanto a niveles con techos inclinados, es crucial medir hasta la viga de amarre, ya que es un elemento estructural esencial que ayuda a distribuir las cargas verticales y laterales.

Implicaciones de la Ausencia de Viga de Amarre: En el caso de la vida de amarre, la medición se toma hasta el nivel donde se planea instalar una nueva. Esto indica que la intervención no solo debe enfocarse en la medición, sino también en la implementación de elementos estructurales que fortalezcan la edificación.

Zonificación Sísmica

Definición de la Zona de Amenaza Sísmica: Con relación a la identificación de la zona de amenaza sísmica, basada en la zonificación nacional (Reglamento NSR-10), es importante entender los riesgos asociados con respecto a la ubicación de la vivienda. Teniendo en cuenta que esta zonificación guía el diseño estructural asegurando que la edificación sea capaz de resistir las fuerzas sísmicas esperadas.

Relevancia en el Diseño: Es importante conocer la zona de amenaza que permite ajustar el diseño y los materiales utilizados, lo que contribuye a la resiliencia de la vivienda ante eventos sísmicos.

3. Espesor Máximo de Revoque (Pañete)

Limitación de Espesor: Se establece un espesor máximo de 30 mm. Este límite es importante para evitar problemas relacionados con la sobrecarga en los muros, así como para mantener la verticalidad y estabilidad de la estructura.

Verificación del Estado del Revoque: La sección 3.4.3 menciona la importancia de realizar verificaciones al estado del pañete asegurando que este se mantenga en condiciones adecuadas. Un revoque en mal estado puede comprometer la integridad estructural y la estética de la vivienda.

Relación entre Altura y Espesor de los Muros

Referencias a la Tabla 6.3-2: Contemplando que las viviendas de mampostería no reforzada y no confinada, se debe considerar la relación entre la altura y el espesor de los muros. Esto es crucial para garantizar que los muros puedan soportar las cargas de manera efectiva y prevenir fallos a lo largo de su estructura.

Importancia de Cumplir con los Límites: Tener en cuenta los límites especificados en la tabla, nos asegura que la edificación tenga la resistencia necesaria, especialmente en áreas con riesgos sísmicos.

Tabla 3: Límites de altura/espesor de muros con base a la tipología de vivienda y la zona sísmica.

RELACION H/T EN MANPOSTERIA NO REFORZADA

ZONA DE AMENAZA	TIPO DE SUELO	H/T TECHO LIVIANO	H/T	H/T
			SISTEMA DE LOSAS	ENTRE PISOS
BAJA	A	25	25	25
	B	25	25	25
	C	25	25	25
	D	25	25	25
	E	21	17	22
INTERMEDIA	A	25	25	25
	B	22	21	25
	C	21	17	22
	D	20	16(1)	20
	E	19	16(1)	16

Fuente: Tomado de la pág. 45 Tabla 6.3-2. AIS- 410-23

Dando cumplimiento de la norma donde se establece que, para contar con la seguridad estructural, es esencial que los elementos de la vivienda cumplan con los límites especificados en la Tabla 6.3 -2, especialmente en lo que respecta a la relación altura/espesor ($h/t \leq 25$). Lo cual indica que el diseño estructural debe ser revisado y ajustado para garantizar la resistencia en el caso de evidenciar un evento sísmico. La normativa NSR-10 es mencionada como referencia fundamental para la evaluación, lo que subraya la importancia de cumplir con estándares técnicos específicos.

Evaluación de Cimientos

Con respecto a la evaluación de los cimientos realizada mediante inspección no destructiva permite identificar problemas sin comprometer la integridad de la estructura. Esto es crucial, ya que el conocer el estado de los cimientos sería una variable importante dentro del análisis directamente en la estabilidad de toda la vivienda. La atención al estado de los muros soportados es igualmente relevante, ya que el agrietamiento puede ser un indicador clave de fallas en la cimentación. Este enfoque preventivo y analítico es vital para garantizar la seguridad de la estructura.

Clasificación del Daño en Muros

Se realiza la inspección del estado de los muros identificando y clasificando daños en los muros (muy leve a severo) esto nos proporciona un marco sistemático para evaluar el estado actual estructural. La cuantificación de la longitud de muros dañados con relación a la longitud total, permitiendo un análisis más objetivo y la comparación con los límites de la Tabla 6.4 -1. Logrando identificar de manera precisa las áreas que requieren atención inmediata o refuerzo, así como facilitar la toma de decisiones informadas sobre reparaciones o reforzamientos necesarios.

Condiciones de No Cumple

Los establecimientos de criterios de aceptación claros, dando forma a límites entregados en la Tabla 6.4 -1, es crucial para determinar la seguridad de la vivienda. Desde los porcentajes de muros en niveles de daño exceden lo permitido, se asignará una condición de “No Cumple”, lo que implica que se deben tomar medidas correctivas. Este sistema de evaluación permite priorizar intervenciones y asignar recursos de manera efectiva.

Tabla 4 Límites aceptación de muros con daños atribuibles a problemas de cimentación

NIVEL DE DAÑO EN MUROS	% MÁXIMO ACEPTABLE DE MUROS CON DAÑO ATRIBUIBLE A PROBLEMAS DE CIMENTACIÓN	DESEMPEÑO
NINGUNO / MUY LEVE	50	CUMPLE
LEVE	30	NO CUMPLE
MODERADO	10	NO CUMPLE
FUERTE	6	NO CUMPLE
SEVERO	4	NO CUMPLE

Fuente tomado de Tabla 6.4-1. Límites aceptación de muros Pag 45

Dentro del análisis de los niveles de daño en los muros de mampostería y su evaluación estructural donde como principal criterio sea fundamental garantizar la seguridad y estabilidad de la vivienda, especialmente para un evento sísmico. Se realiza el desglose de los conceptos claves y su implicancia en la práctica de la evaluación estructural.

Clasificación de Daños en Muros

Dentro de los niveles de descripción a los daños encontrados, están categorizados entre (Ninguno, Leve, Moderado, Fuerte y Severo) en la que es posible establecer un marco claro para la evaluación. Se analizaron los siguientes conceptos:

Identificación Rápida: Esta verificación permite al evaluador categorizar el daño de manera eficiente, facilitando la toma de decisiones sobre la intervención a realizar.

Prioridad de Intervención: Con relación a los muros con daños clasificados como Leves es necesario ser evaluados desde el concepto de un diseñador estructural para determinar las acciones correctivas, mientras que los daños Moderados, Fuertes o

Severos requieren estudios más detallados y no son mitigables por el documento inicial, y para este caso se tendría que contar con una intervención inmediata.

Impacto de los Muros Perimetrales

Los muros perimetrales desempeñan un papel crítico en la estabilidad general de la vivienda. Y por esta razón la evaluación de estos muros se debe considerar bajo los siguientes criterios técnico:

Longitud Sólida: El requisito mínimo de longitud sólida debe estar considerado entre el rango de (1.5 m o 25% de la longitud de la fachada) lo anterior con el fin de asegurar que los muros puedan soportar adecuadamente las cargas y resistir fuerzas sísmicas.

Muros Compartidos: Con respecto a la identificación de muros, en aquellos que son comunes con edificaciones colindantes ya que estas pueden aumentar la vulnerabilidad al riesgo, de ser así; es posible que se requiera intervenciones específicas según el capítulo 7.4.2 del documento.

Importancia de los Muros Internos

Dentro de la evaluación de los muros internos, es fundamental, y dentro de los conceptos principales se deben incluir:

Levantamiento Geométrico: La determinación de alturas y espesores, fueron vitales para garantizar que los muros cumplen con los requisitos de carga y estabilidad.

Conectividad y Continuidad: Como se mencionó en anteriores análisis de evaluación se requieren condiciones específicas de conectividad entre muros y elementos estructurales, lo que asegura la transferencia de cargas de manera eficiente. Como es el caso de la alineación y traslape adecuado de los muros y estos deben ser necesarios para mantener la integridad estructural.

Requisitos de Diseño Estructural

Para el Desarrollo del documento, se estableció los parámetros que permiten guiar al diseñador estructural en la entrega final de recomendaciones y reparaciones si es necesario.

Basándonos en las siguientes variables:

Ejes Múltiples de Soporte: Se debe tener en cuenta la existencia de al menos dos ejes distintos de muros en cada dirección, lo que proporciona una redundancia necesaria en la estructura.

Espaciamiento Adecuado: La verificación de Los muros paralelos deben estar a una distancia controlada, lo que minimiza el riesgo de falla en caso de sismos.

Recomendaciones

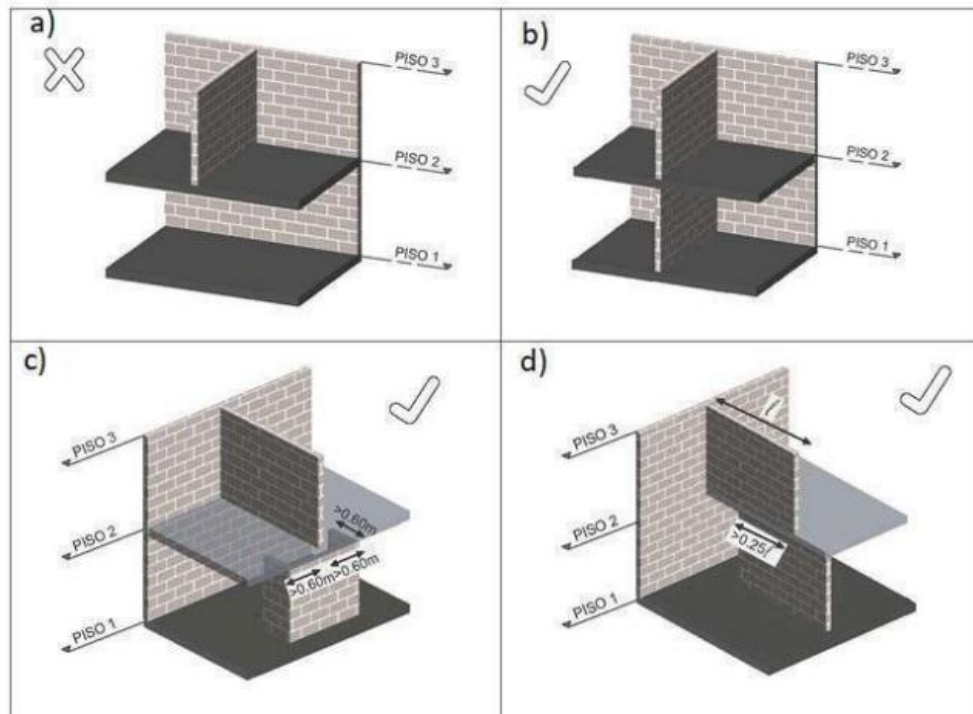
La evaluación y clasificación de daños en muros de mampostería son un proceso sistemático que proporciona información valiosa para la seguridad estructural. Es recomendable:

Realizar Evaluaciones Periódicas: Se evalúa el estado de los muros de manera regular, especialmente en áreas propensas a sismos, para detectar daños incipientes.

Formación Continua: Asegurarse de que los evaluadores y diseñadores estructurales estén actualizados dentro de la normativa y mejore las prácticas en construcción y evaluación de daños.

Implementar Intervenciones Proactivas: Es importante tomar acciones correctivas a tiempo, en las que se puede prevenir daños mayores y asegurar la seguridad de los que en ellas habitan.

Ilustración 13 Criterios de continuidad vertical de muros.



Fuente: Tomado Figura 6.4.3-2 Norma AIS 410-23

La continuidad vertical de los muros en una estructura de mampostería es fundamental para garantizar su estabilidad y capacidad de soportar cargas, especialmente en el contexto de eventos sísmicos. A continuación, se presenta un análisis de los requisitos establecidos y su relevancia estructural.

Análisis de Aberturas en Muros y Sistemas de Losas

En el diseño y la evaluación de aberturas en muros y losas los elementos cruciales para asegurar la integridad estructural de las edificaciones de mampostería, especialmente en áreas con riesgo sísmico. A continuación, se presenta un análisis de los requisitos y su importancia en la práctica de la ingeniería estructural.

Requisitos de Aberturas en Muros

La evaluación de las puertas y ventanas deben ser tratadas con particular cuidado en la evaluación estructural. Los puntos clave son:

Extensión de Aberturas: Se presenta la aclaración para las aberturas que excedan 500 mm de ancho, deben llegar hasta la viga de amarre o contar con un dintel de concreto reforzado. Este requisito es vital para garantizar que las cargas se distribuyan adecuadamente y se eviten fallas en los muros adyacentes.

Conexión y Refuerzo: Con relación al dintel debe extenderse al menos 200 mm dentro de la mampostería adyacente o conectarse a columnas de confinamiento. Ya que esta conexión permitirá asegurar que las fuerzas que actúan sobre la abertura sean transferidas correctamente a la estructura circundante, evitando concentraciones de esfuerzo que puedan conducir a agrietamientos o colapsos.

Control de Grietas: La evidencia y restricción de grietas en las esquinas de las aberturas a un ancho máximo de 0.5 mm es un indicador de la calidad estructural. Las grietas más amplias pueden derivar problemas de asentamiento o tensión excesiva en el material, lo que podría comprometer la estabilidad de la edificación.

Condición de “No Cumple”: Si el resultado de la evaluación es un “No Cumple” implica que se deben tomar medidas de reforzamiento en los puntos críticos de la estructura. Esto puede incluir refuerzos estructurales o incluso el rediseño de las aberturas para asegurar la seguridad de la vivienda.

2. Requisitos de Aberturas en Losas

Las aberturas en losas adyacentes a muros portantes requieren atención especial para evitar debilitar la estructura:

Vigas de Concreto Reforzado: Es necesario una viga de concreto a lo largo del muro adyacente ya que puede garantizar que la losa mantenga su integridad y que las cargas se transfieran adecuadamente al muro. Esta viga actúa como un soporte que limita el riesgo de fallas estructurales en el área de la abertura.

Dimensiones de las Aberturas: Con respecto a las dimensiones de la abertura deben ser menores que el 25% de la longitud total del muro o 2.5 m, lo que sea menor. Esta limitación es crucial para mantener la capacidad de carga del muro. En el caso de que una abertura excede estos límites, puede comprometer la estabilidad del sistema estructural.

Subsanación de Condiciones: En el caso de tener una abertura está entre 2.5m y 4.0m, puede considerarse subsanada si hay un muro interno adyacente que brinde apoyo a la losa. Esto demuestra que la integración de elementos estructurales es fundamental para mantener la continuidad y la resistencia ante fuerzas sísmicas.

Implicaciones Estructurales y de Seguridad

Los requisitos establecidos para las aberturas reflejan una comprensión profunda de la dinámica estructural y sísmica:

Seguridad y Resiliencia: Contar con el cumplimiento de estos requisitos no solo garantiza la seguridad de la edificación, sino que también mejora su resiliencia ante eventos sísmicos. La correcta implementación de dinteles y vigas de amarre puede ser la diferencia entre un comportamiento estructural aceptable y un colapso durante un sismo.

Prevención de Daños: La atención a los detalles, como el control de grietas y la correcta ubicación de vigas, ayuda a prevenir daños en la estructura a lo largo del tiempo, lo que a su vez reduce costos de reparación y mantenimiento.

Recomendaciones.

Para la evaluación de las aberturas en muros y losas debe ser un proceso riguroso y sistemático. Se recomienda:

Inspecciones Regulares: Es necesario realizar inspecciones periódicas para identificar cualquier daño o incumplimiento de las normas en las aberturas. Esto permite tomar medidas correctivas antes de que se conviertan en problemas mayores.

Formación de Profesionales: Tener la certeza de asegurar que los diseñadores y evaluadores estructurales estén familiarizados con las normas vigentes y las mejores prácticas en el tratamiento de aberturas.

Documentación Exhaustiva: Tener en cuenta el registro con las condiciones de las aberturas y las acciones correctivas tomadas para garantizar la transparencia y facilitar futuras evaluaciones.

En resumen, la atención cuidadosa de las aberturas en muros y losas es esencial para la seguridad y estabilidad de las estructuras de mampostería, y debe ser un aspecto central en el proceso de diseño y evaluación estructural.

ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD

Según capítulo 7 de la AIS 410-23; El diseño de intervención estructural en viviendas con modificaciones estructurales dadas desde una construcción inicial, haciendo aumento de niveles a lo largo de la estructura, se debe realizar un estudio de geometrización desde la cimentación, teniendo en cuenta el tipo de suelo y la ubicación de riesgo de la Vivienda, para ello la Norma Sismo Resistente (NSR10), por medio de la Norma AIS 410-23, a realizado un anexo que determina los parámetros de evaluación eficiente para estudiar la vulnerabilidad de las viviendas en situación actual, Sin embargo es considerado un proceso crítico que busca garantizar la seguridad y la estabilidad de las edificaciones, especialmente en zonas propensas a eventos sísmicos.

ESTUDIO DE LA NORMA AIS 410-23.

Referencia a Evaluaciones Técnicas

Teniendo en cuenta la intervención propuesta a la estructura es necesario basarse en una evaluación técnica exhaustiva, como se detalla en los capítulos 5 y 6. Esto asegura que las acciones tomadas son fundamentadas en datos precisos y observaciones directas. Los beneficios de este enfoque incluyen:

Identificación Precisa de Deficiencias: Al referirse a los resultados de la evaluación, se puede identificar de manera concreta qué áreas requieren intervención, lo que evita enfoques generales que podrían no abordar los problemas específicos.

Planificación Efectiva: Un diseño de intervención basado en evaluaciones técnicas permite una mejor planificación de recursos, tanto materiales como humanos, optimizando el tiempo y el costo de las intervenciones.

Intervención de Deficiencias

El objetivo principal del diseño de intervención es abordar todas las deficiencias identificadas, especialmente aquellas catalogadas como “No Cumple”. Esto implica varias consideraciones:

Priorización de Acciones: Las deficiencias clasificadas como “No Cumple” indican un riesgo inminente para la seguridad estructural. Por lo tanto, es fundamental que estas se aborden con prioridad. Esto podría incluir el refuerzo de muros, la reparación de cimientos o la mejora de la conectividad entre elementos estructurales.

Mitigación de Vulnerabilidades: El diseño de intervención debe incluir estrategias específicas para mitigar vulnerabilidades. Esto podría implicar el uso de tecnologías modernas de refuerzo, como fibras de carbono o sistemas de aislamiento sísmico, para mejorar el rendimiento estructural en caso de un evento sísmico.

Requisitos Mínimos

Establecer requisitos mínimos en el diseño de intervención es crucial para asegurar un estándar de calidad. Estos requisitos pueden incluir:

Códigos y Normativas Vigentes: Las intervenciones deben cumplir con los códigos de construcción y normativas vigentes, garantizando que las soluciones implementadas no solo resuelvan problemas inmediatos, sino que también sean sostenibles a largo plazo.

Evaluación Continua: Es recomendable incluir un plan para evaluaciones continuas post-intervención para monitorear la efectividad de las medidas implementadas y hacer ajustes si es necesario.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño de intervención estructural es un proceso multidimensional que requiere atención cuidadosa a las deficiencias identificadas durante la evaluación técnica. Algunas recomendaciones incluyen:

Desarrollo de un Plan de Acción Claro: Elaborar un plan detallado que indique las intervenciones específicas, los plazos y los recursos necesarios para abordar cada deficiencia.

Colaboración con Profesionales Calificados: Involucrar a ingenieros estructurales y expertos en sismología para garantizar que las soluciones propuestas sean efectivas y adecuadas para las condiciones específicas de la vivienda.

Educación de los Propietarios: Informar a los propietarios sobre la importancia de las intervenciones y el mantenimiento estructural regular, promoviendo una cultura de prevención. En resumen, un enfoque basado en evaluaciones técnicas y en la intervención de deficiencias específicas es fundamental para garantizar la seguridad y la estabilidad de las viviendas. La implementación cuidadosa de estas recomendaciones permitirá mitigar riesgos y mejorar la resiliencia de las edificaciones ante futuros eventos adversos.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS PLACAS, CONTRAPISO, ENTREPSO, MUROS Y TECHOS

El análisis realizado a lo largo de la estructura y los elementos constructivos evidenciados en los tres niveles de la vivienda inspeccionada revela una serie de características que afectan tanto la de la vivienda como la funcionalidad de la edificación lo anterior a nivel estructural. A continuación, se entrega un análisis tomando los principales hallazgos y su desde los conceptos de estabilidad estructural y adaptabilidad, basándonos en las condiciones actuales observadas y las modificaciones realizadas en la estructura.

Placas Contrapiso y Entrepisos:

En las placas de los niveles 1, 2 y 3 Se observan diferentes características. En el nivel 1, se evidenció una placa contrapiso de concreto reforzado de 10 cm de espesor, lo que denota un esfuerzo por garantizar la estabilidad de la planta baja mediante un sistema convencional de concreto. En cuanto al espesor evidenciado, los 10 cm son dimensiones estándar en construcciones de viviendas y buscan ofrecer una base firme y resistente.

Para el **nivel 2**, la placa de entrepiso cuenta con las mismas condiciones de materiales como es de concreto reforzado con dimensión de 10 cm de espesor, lo cual sigue una lógica similar al nivel inferior. Según lo observado esta placa parece estar bien dimensionada para soportar las cargas que se generan en una vivienda de tres niveles. Sin embargo, en cuanto al análisis de carga es necesario considerar no solo el peso de la estructura sino también las modificaciones arquitectónicas posteriores dadas como cargas elementos no estructurales en las que es posible se determine una alteración a las cargas originales previstas.

En el **nivel 3**, se construye mediante el sistema de placa fácil (bloquelon) apuntalada con vigas metálicas, dando una modificación considerable posterior al diseño original, posiblemente para optimizar costos o tiempos de construcción. La presencia de vigas metálicas y el alistado de la estructura podrían ser indicativos de un esfuerzo por compensar la falta de cohesión y rigidez que este sistema de construcción más liviano podría generar. Sin embargo, el sistema puede ser funcional, su resistencia a las cargas, particularmente aquellas derivadas de la estructura superior (techo y cubiertas), debe ser evaluada con mayor precisión para evitar posibles fallos estructurales.

Muros:

Con relación al análisis de los muros en los tres niveles se muestra una tendencia a la implementación de sistemas de mampostería con perforación vertical y horizontal, lo cual es común en las viviendas informales debido a la disponibilidad de materiales y la simplicidad del proceso constructivo. Donde se evidencia dimensiones significativas relacionadas con la simetría y la consistencia estructural:

En el **nivel 1**, los muros perimetrales presentan un revoque de 1.5 cm de espesor y un revoque a dos caras en los muros internos, es posible que pueda ser adecuado para garantizar la protección superficial de la mampostería. Sin embargo, la celda de perforación vertical podría generar debilidades, en especial si no está correctamente reforzada. Los muros de baño y cocina, enchapados con cerámica, muestran un esfuerzo por mejorar la impermeabilidad y la durabilidad en zonas expuestas a humedad, pero estos elementos deben ser cuidadosamente monitoreados para detectar posibles fisuras o desprendimientos.

Para el **nivel 2**, la presencia de muros parcialmente reforzados con celdas de perforación vertical, acompañados de revoque y enchapado en zonas húmedas, parece seguir un patrón similar al del nivel 1, aunque se destacan modificaciones arquitectónicas no simétricas. Esta falta de simetría estructural, junto con la incorporación de muros adicionales en mampostería de perforaciones horizontales, puede estar contribuyendo a una distribución desigual de las cargas, lo que podría comprometer la estabilidad global del edificio, especialmente en relación con los otros niveles.

El **nivel 3** Se realiza una ampliación de muros perforados y confinados, lo que, en principio, podría aportar mayor resistencia a las cargas verticales y horizontales. No obstante, la asimetría en la distribución de los muros con respecto a los niveles inferiores genera inquietudes, dado que la estabilidad del edificio depende de la alineación y la integridad de sus

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 70 componentes estructurales a lo largo de los diferentes niveles. Las modificaciones no simétricas podrían estar afectando la capacidad de carga de los muros, comprometiendo su función de estabilización y refuerzo de la estructura.

Techo:

Con relación al sistema aligerado con estructura metálica del techo revela un sistema que soporta una cubierta de teja de asbesto cemento y un techo arquitectónico de PVC. En cuanto al material este tipo de techo es ligero y fácil de instalar, Sin embargo, la estructura metálica debe ser cuidadosamente inspeccionada para asegurarse de que no haya corrosión o deterioro, especialmente si la vivienda está ubicada en un área con alta humedad o exposición a agentes corrosivos. Adicional, la combinación de materiales como el asbesto cemento, siendo materiales comunes en viviendas informales, plantea riesgos potenciales de salud a largo plazo, especialmente si el material está deteriorado.

El techo aligerado, aunque adecuado en términos de peso, debe ser analizado para determinar si su estructura metálica es capaz de soportar las cargas provenientes de los otros niveles, considerando que la falta de simetría entre los niveles puede generar un desbalance en la distribución de cargas.

Modificaciones Arquitectónicas y Simetría:

La identificación del punto más crítico después de realizar la inspección está relacionada con la modificación arquitectónica no simétrica evidenciada entre los niveles de la vivienda. Las modificaciones posteriores, como los muros adicionales y las alteraciones en la estructura original, pueden haber alterado el comportamiento global de la edificación, creando desequilibrios en la distribución de cargas. Esto representa un riesgo significativo, ya que una

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 71 distribución irregular de las cargas puede llevar a un desplazamiento o fallo estructural en los puntos más vulnerables, como las uniones entre los muros y las placas de entrepiso.

JUSTIFICACIÓN DE DATOS DE ENTRADA

Evaluación sismo resistente a Edificación de uso familiar con características iniciales implementadas enfocadas a las especificaciones técnicas de diseño sismo resistente a la Norma NSR-98 por parte de la empresa constructora y con adecuaciones realizadas por el propietario de manera no técnica posteriores a la construcción inicial.

De acuerdo al reglamento colombiano NSR-10 y teniendo en cuenta su versión anterior NSR-98 que competen al “reglamento colombiano de construcción sismo resistente”; se estiman los siguientes cálculos a una vivienda con características de diseño según elementos estructurales que la componen, clasificados en el grupo de uso I (destinada generalmente a viviendas); esto en base a (Tabla A.2.5-1 del reglamento técnico NSR-10) teniendo en cuenta la siguiente connotación:

- Grupo I estructura ocupación normal
- Grupo II estructuras de ocupación especial.
- Grupo III edificaciones de atención a la comunidad.
- Grupo IV edificaciones indispensables.

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Tabla 5 tabla de grupos de uso para el cálculo de estructuras NSR 10

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 72

Para lo cual definen el coeficiente de importancia $I=1.00$, justificados en la tabla anterior y teniendo en cuenta las características del suelo (microzonificación), se clasifica en tipo de perfil del suelo E; Igualmente y con el fin de generar una información acertada para el cálculo del espectro de aceleración se toman los datos de la edificación:

- Tipo de perfil de suelo: E.
- Grupo de uso: I.
- Municipio: Bogotá. DC.

Posteriormente y teniendo en cuenta la ubicación objeto de estudio se determinan los coeficientes de aceleración pico efectiva (A_a) y velocidad pico efectiva (A_v) teniendo en cuenta el apéndice de la NSR-10 A-4, (véase imagen siguiente).

Departamento de Cundinamarca						
Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_c	A_d
Bogotá D. C.	11001	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06
Agua de Dios	25001	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Albán	25019	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Anapóima	25035	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06

Tabla 6 Tabla indicador de zona de amenaza sísmica NSR-10 (Pag 164)

$A_a=0.15$

$A_v= 0.20$

Posteriormente y teniendo en cuenta la clasificación del suelo (E) se procede con la asignación de valores de los coeficientes de amplificación (F_a) y (F_v), teniendo en cuenta la tabla A.2.4-3 y A.2.4-4 de la NSR-10

Tabla A.2.4-3
Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla 7 Tabla coeficiente de amplificación NSR-10 (Pag 23)

Tabla A.2.4-4
Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla 8 Tabla coeficiente de amplificación NSR-10 (Pag 24)

$$F_a = (2.5 + 1.7) / 2 = 2.1$$

$$F_v = 3.2$$

Resumiendo, y aclarando los datos obtenidos se concluye los siguientes valores para el análisis y el espectro de aceleración:

- $A_a = 0.15$
- $A_v = 0.20$
- $F_a = 2.1$
- $F_v = 3.2$
- $I = 1.00$

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 74

Teniendo en cuenta el espectro a desarrollar se implementan los valores de T_c (periodos cortos) y T_l (periodos largos).

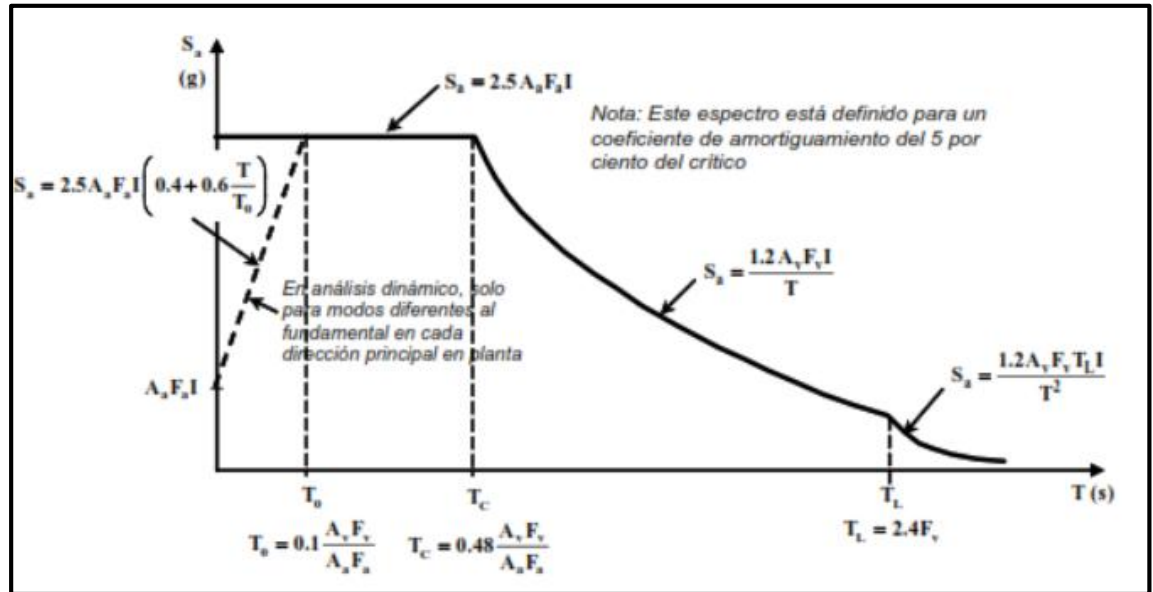


Ilustración 14 Esquema de análisis de espectro de aceleración NSR-10

De acuerdo al esquema y las ecuaciones asignadas para periodos cortos y largos se entiende que:

$$T_c = 0.48 \frac{A_v \cdot F_v}{A_a \cdot F_a} \quad T_c = 0.48 \frac{0.20 \cdot 3.2}{0.15 \cdot 2.1} = 0.97 \text{seg}$$

$$T_l = 2.4 \cdot F_v \quad T_l = 2.4 \cdot 3.2 = 7.68$$

De acuerdo a la ilustración 5 y las ecuaciones anexas a la ilustración en relación y teniendo en cuenta los resultados de los periodos cortos y largos se procede a realizar los siguientes análisis del espectro de aceleraciones (S_a)

Periodos cortos

$$T_c \text{ (} T=0 \text{ Seg y } T=T_c \text{)}$$

$$S_a = 2.5 \cdot A_a \cdot F_a \cdot I \quad S_a = 2.5 \cdot 0.15 \cdot 2.1 \cdot 1 = 0.75 \quad S_a = 0.75$$

Periodos intermedios (Entre $T = T_c$ y $T = T_l$)

$$S_a = \frac{1.2Av*Fv*I}{T} \quad S_a = \frac{1.2*0.20*3.20*1}{T} \quad S_a = \frac{0.78}{T}$$

Periodos largos

$$S_a = \frac{1.2Av*Fv*Tl*I}{T^2} \quad S_a = \frac{1.2*0.20*3.2*7.68*1}{T^2} \quad S_a = \frac{5.89}{T^2}$$

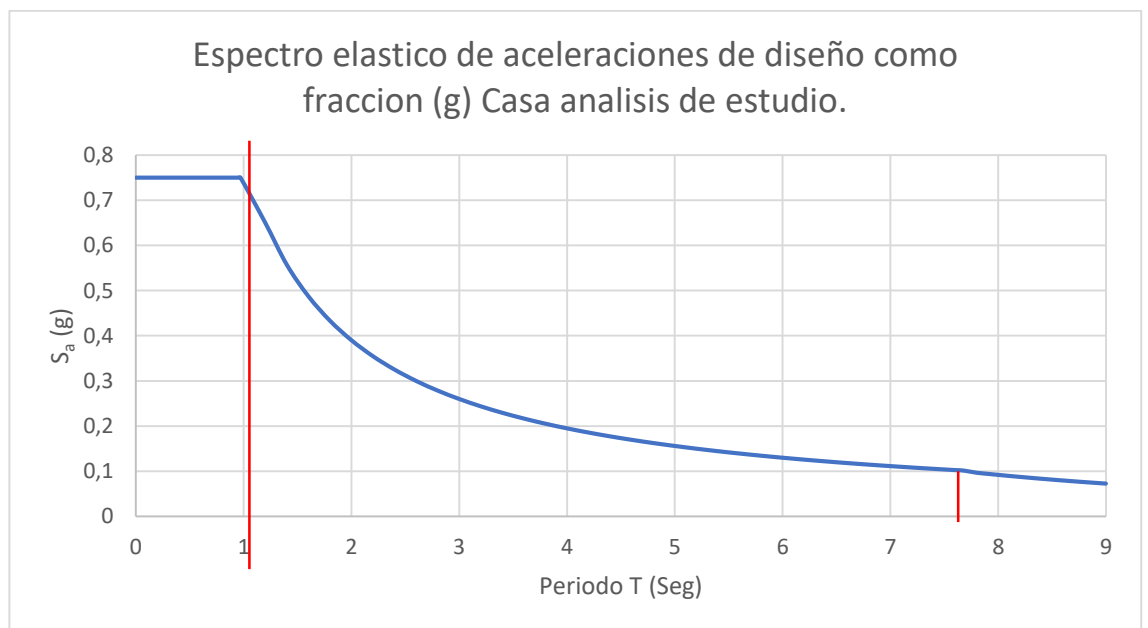


Ilustración 15 Grafico de cálculo de espectro.

T	S _a
0	0,75
0,05	0,75
0,1	0,75
0,15	0,75
0,2	0,75
0,25	0,75
0,3	0,75
0,35	0,75
0,4	0,75
0,45	0,75
0,5	0,75
0,55	0,75

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES
REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23. 76

0,6	0,75
0,65	0,75
0,7	0,75
0,75	0,75
0,8	0,75
0,85	0,75
0,9	0,75
0,95	0,75
0,97	0,75
1,2	0,65
1,4	0,56
1,6	0,49
1,8	0,43
2	0,39
2,2	0,35
2,4	0,33
2,6	0,30
2,8	0,28
3	0,26
3,2	0,24
3,4	0,23
3,6	0,22
3,8	0,21
4	0,20
4,2	0,19
4,4	0,18
4,6	0,17
4,8	0,16
5	0,16
5,2	0,15
5,4	0,14
5,6	0,14
5,8	0,13
6	0,13
6,2	0,13
6,4	0,12
6,6	0,12
6,8	0,11
7	0,11
7,2	0,11
7,4	0,11

7,6	0,10
7,68	0,10
7,8	0,10
7,92	0,09
8,04	0,09
8,16	0,09
8,28	0,09
8,4	0,08
8,52	0,08
8,64	0,08
8,76	0,08
8,88	0,07
9	0,07

Periodo aproximado (cálculo de fuerza equivalente) Cortante sísmico o Basal

$$V_s = S_a * g * M$$

Se calcula inicialmente la altura estimada total de la edificación, según diseño estimado por los cálculos estructurales de la constructora y posteriormente la altura total existente con las adecuaciones realizadas por el propietario.

Con el fin calcular el periodo aproximado, se calculará la altura total de la edificación esto con el fin de implementar la ecuación A.4.2-3 ($T_a = C_t * h^\alpha$) sujeta a la norma NSR-10 por lo que se procede así:

Para el periodo aproximado

$$h = (2.2 * 4) + (0.1 * 4) \quad h = 9,2 \text{ m}$$

$$C_t = 0.049$$

$$\alpha = 0.75$$

Por lo tanto, el periodo aproximado: $T_a = C_t * h^\alpha \quad T_a = 0.049 * 9.2^{0.75} \quad T_a = 0.2588 \text{ seg}$

Esto en base a los valores representados en la tabla A.4.2.1 de la NSR-10.

Tabla A.4.2-1
Valor de los parámetros C_t y α para el cálculo del período aproximado T_a

Sistema estructural de resistencia sísmica	C_t	α
Pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.047	0.9
Pórticos resistentes a momentos de acero estructural que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.072	0.8
Pórticos arriostrados de acero estructural con diagonales excéntricas restringidas a pandeo.	0.073	0.75
Todos los otros sistemas estructurales basados en muros de rigidez similar o mayor a la de muros de concreto o mampostería	0.049	0.75
Alternativamente, para estructuras que tengan muros estructurales de concreto reforzado o mampostería estructural, pueden emplearse los siguientes parámetros C_t y α , donde C_w se calcula utilizando la ecuación A.4.2-4.	$\frac{0.0062}{\sqrt{C_w}}$	1.00

Ilustración 16 Valores expuestos para el cálculo del período aproximado.

MODELO MATEMATICO

El modelo se estructuró teniendo en cuenta las condiciones actuales y los levantamientos estructurales realizados, asumiendo las dimensiones de la estructura, las propiedades de los materiales y demás.

MODELACIÓN

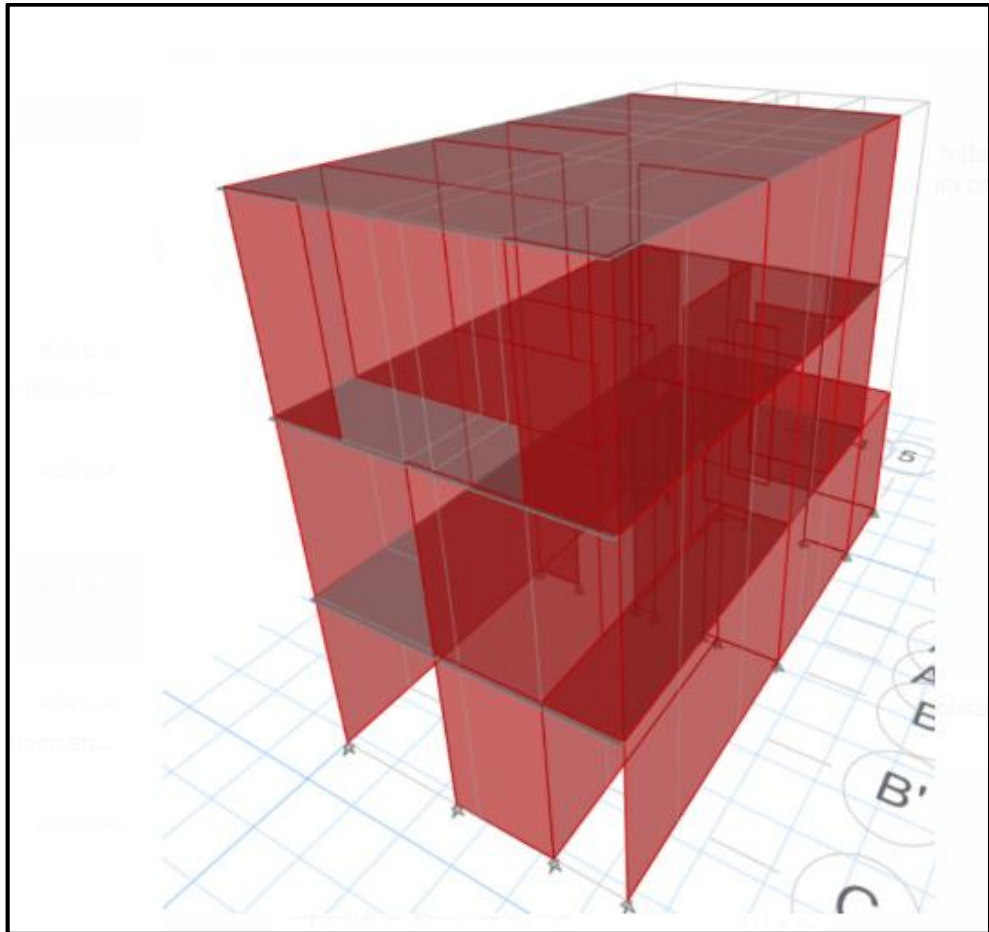


Ilustración 17 Modelo Tridimensional de Estructura en SAP

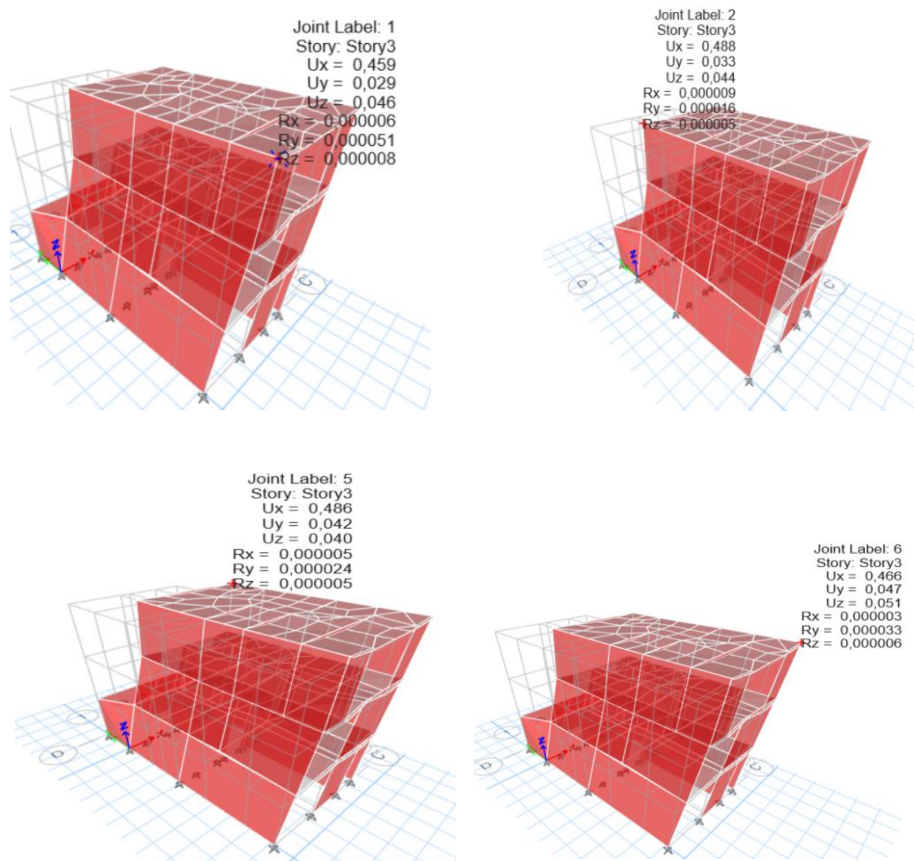
ANÁLISIS DE LA MODELACION

Se genera un modelo estructural a partir del levantamiento arquitectónico realizado en el predio, considerando el espectro de diseño sísmico correspondiente a la ubicación y zona específica de la ciudad. Para este análisis, únicamente se incluyen como elementos estructurales los muros que van de piso a techo, con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad de la edificación y verificar si cumple con los requerimientos establecidos por la normativa vigente.

Es importante aclarar que los muros correspondientes a vanos de ventana, al ser medianeros, no se consideran en la modelación estructural. Sin embargo, se incluyen en el cálculo de cargas muertas con el fin de mantener una estimación realista de las solicitaciones verticales que actúan sobre la estructura.

Conclusiones y Recomendaciones:

Evaluación de Cargas: Es fundamental realizar un análisis más detallado de las cargas actuantes en la vivienda, considerando todos los elementos desde los estructurales originales como las modificaciones realizadas. Las modificaciones no simétricas entre niveles requieren especial atención, ya que podrían estar afectando la estabilidad estructural de todo el predio dado el análisis y evaluación realizado mediante el modelo realizado.



Refuerzo de Muros: Es necesario realizar un reforzamiento en los muros de la vivienda, especialmente en los niveles superiores, donde se observa una mayor asimetría. Se recomienda evaluar la viabilidad de agregar refuerzos horizontales y verticales adicionales, como columnas o muros confinados, lo anterior con el fin de mejorar la estabilidad de la edificación.

Verificación de Materiales: Es necesario que los materiales utilizados, especialmente en el techo (estructura metálica, asbesto cemento y PVC), realizar una verificación con el fin de verificar su capacidad de soportar las cargas a largo plazo, así como su resistencia a factores ambientales.

Recomendaciones para Mejoras en la Seguridad Estructural: Basándonos en la que la vivienda se encuentra en un contexto informal y vulnerable, es importante implementar medidas que mejoren la seguridad estructural, tales como la adición de refuerzos, la optimización del sistema de distribución de cargas y la mejora de la simetría estructural.

Con el fin de precisar el análisis, aunque los elementos constructivos de la vivienda parecen estar en condiciones funcionales, las modificaciones arquitectónicas no simétricas y los refuerzos parciales en muros y placas podrían ser un riesgo potencial que debe ser abordado para garantizar la seguridad a largo plazo de los ocupantes.

BIBLIOGRAFÍA

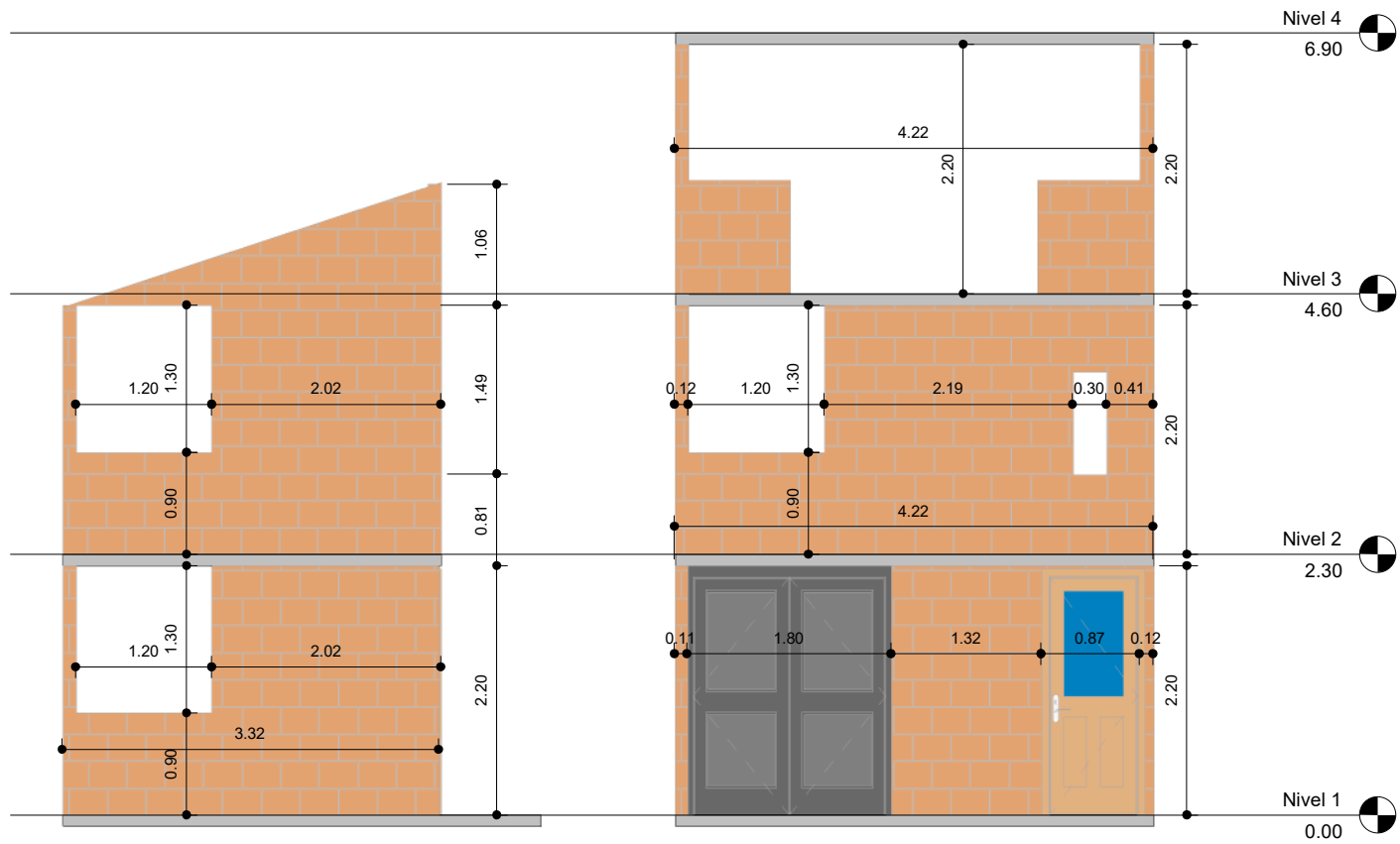
Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), 2023, Norma AIS 410-23, Evaluación y Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de Mampostería, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR_10.



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

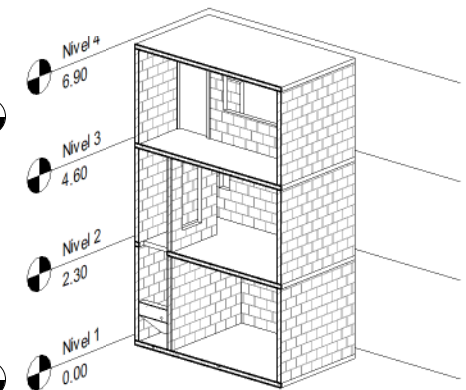
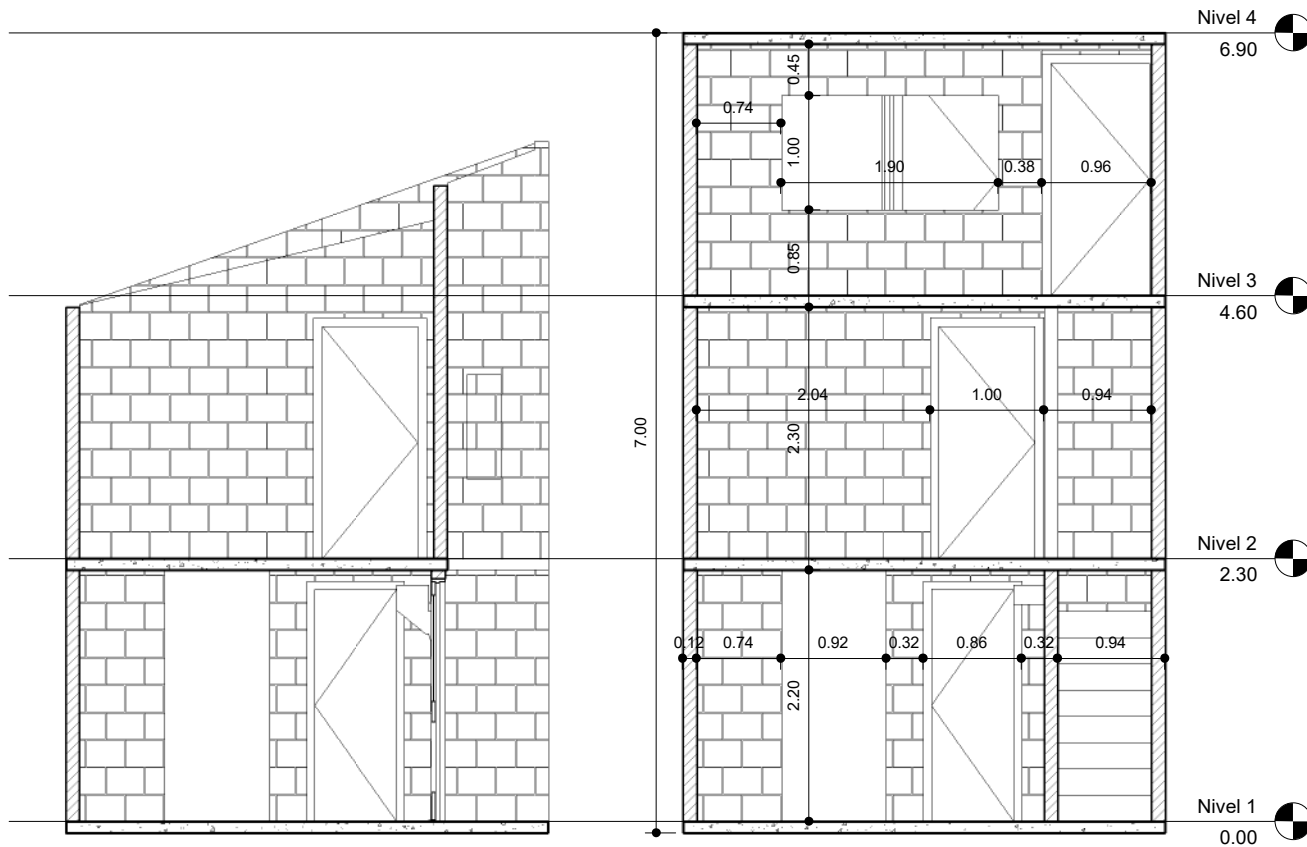
ANEXOS

PLANOS

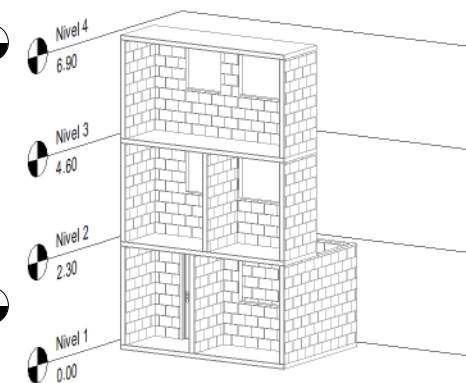
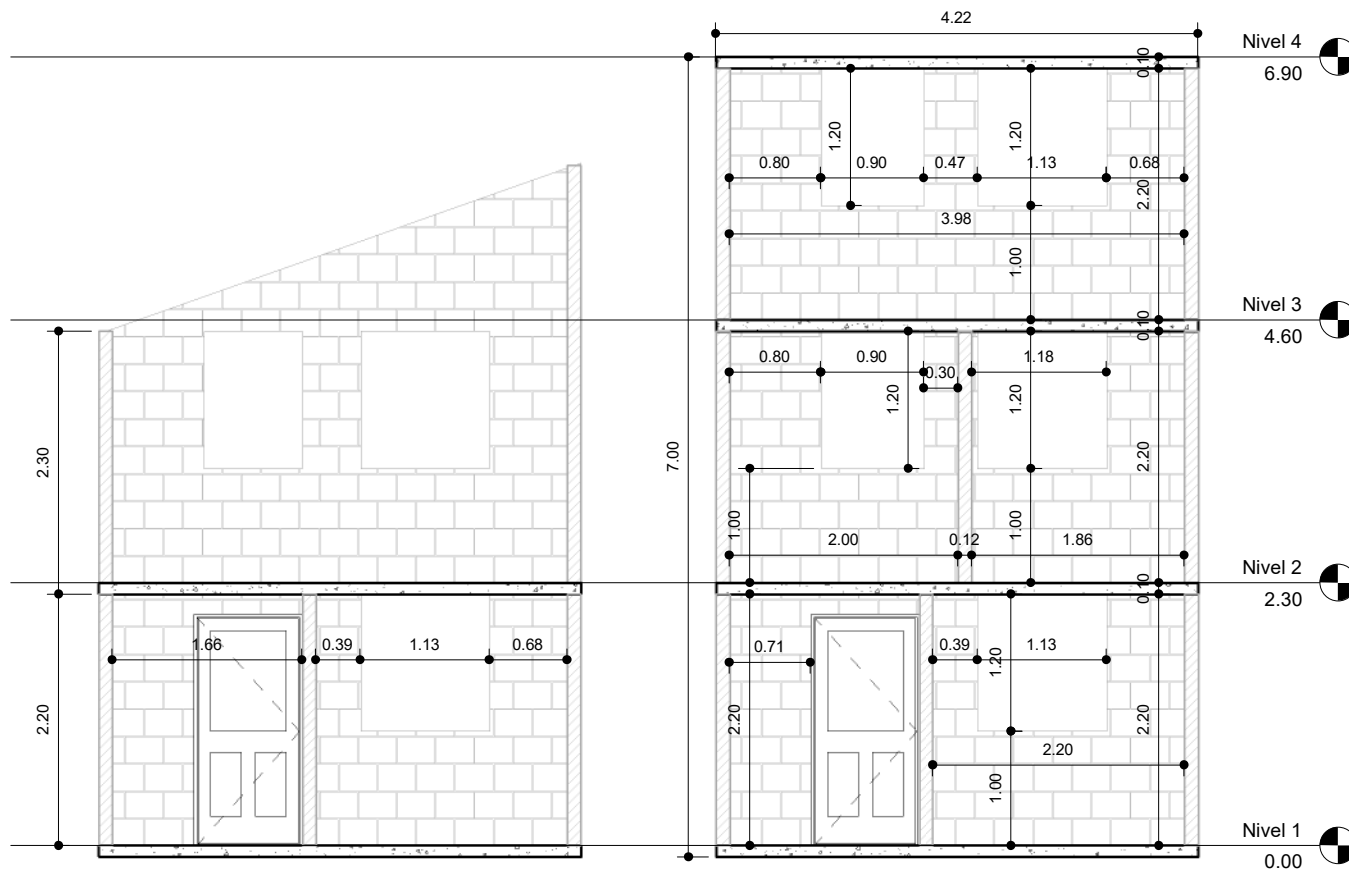


MODELO ENTREGADO
POR LA COSNTRUCTORA

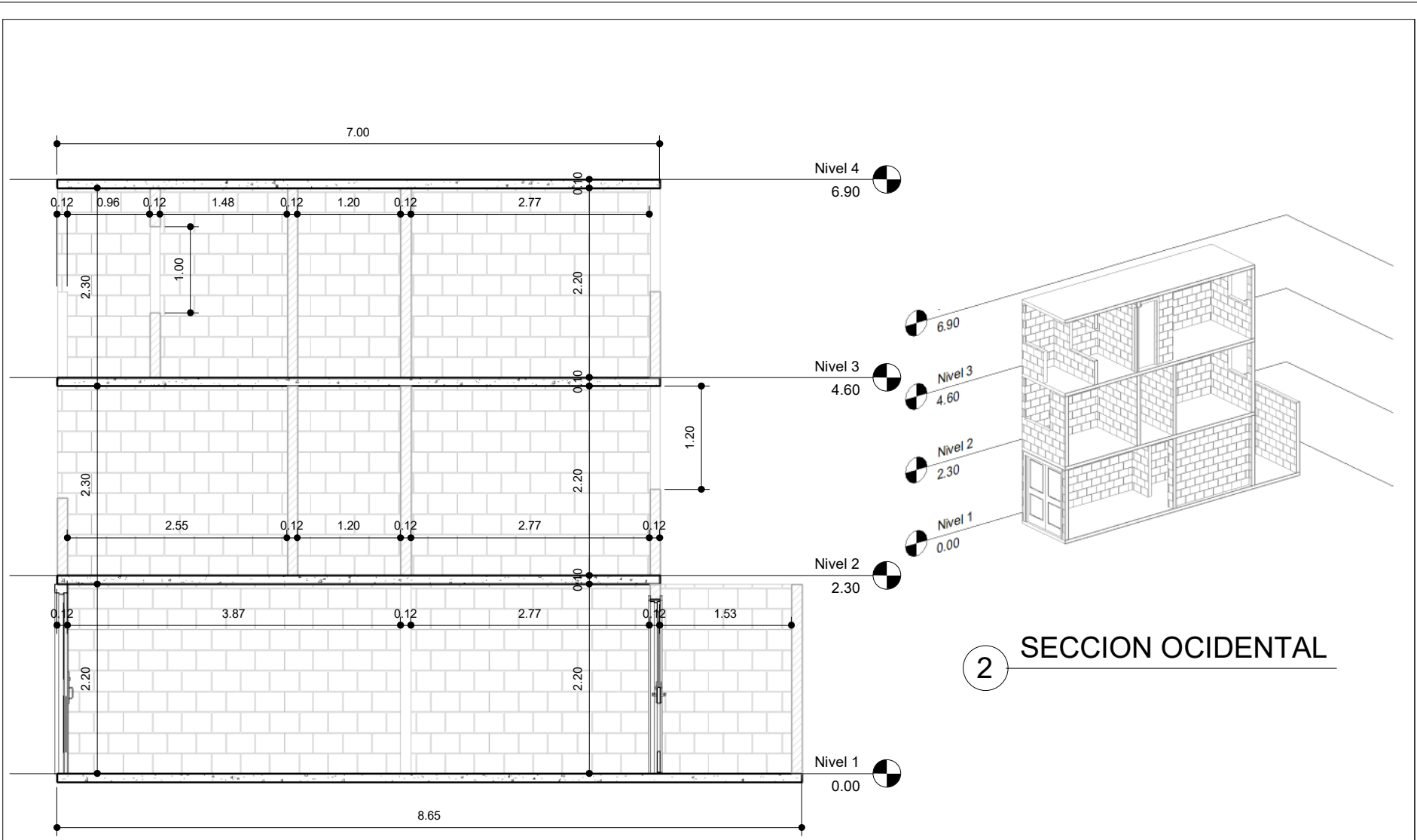
MODELO MODIFICADO
POR EL PROPIETARIO



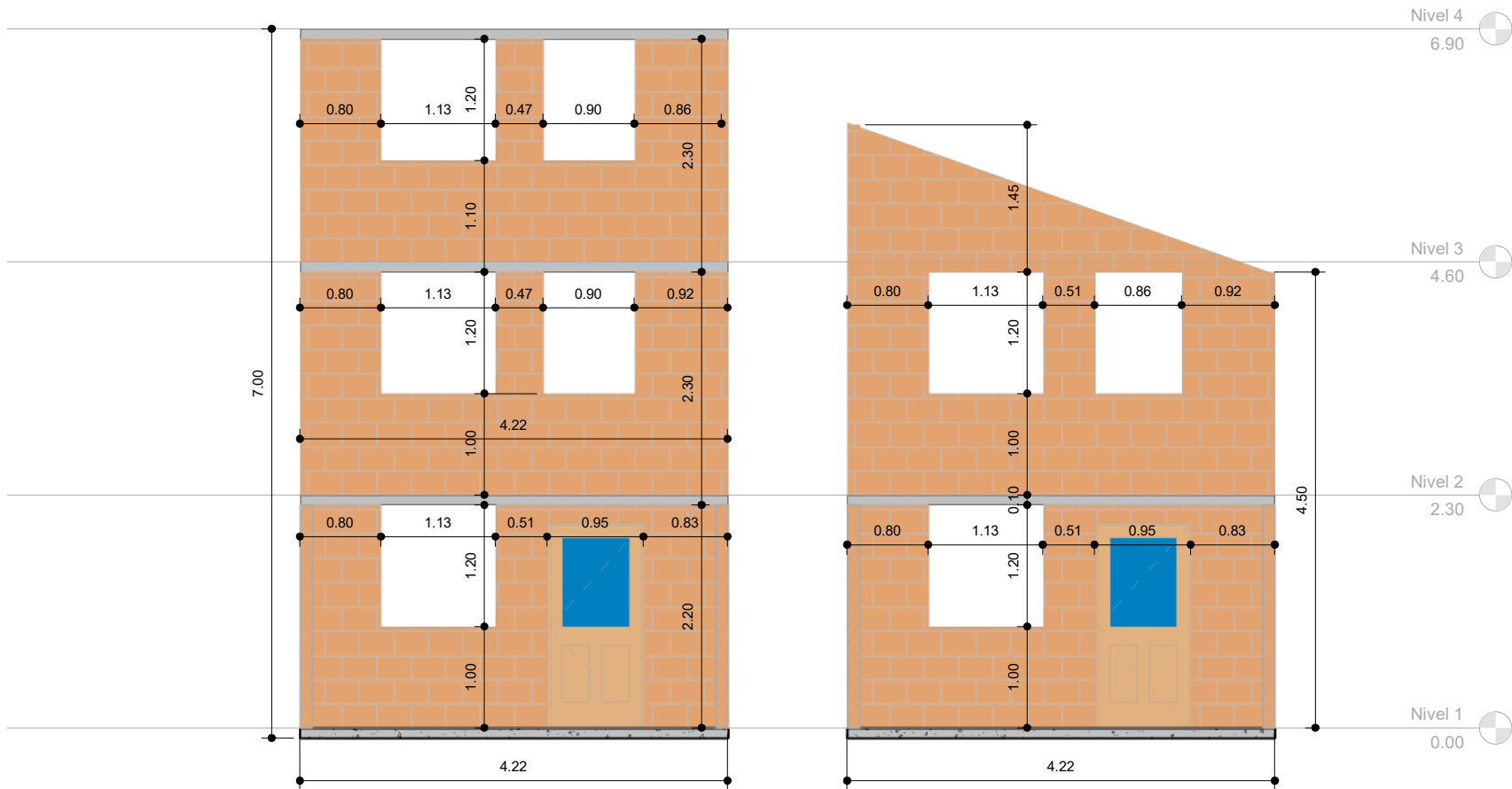
2 SECCION INTERNA

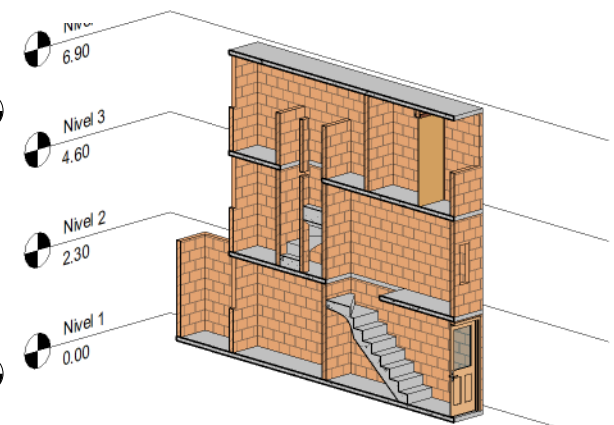
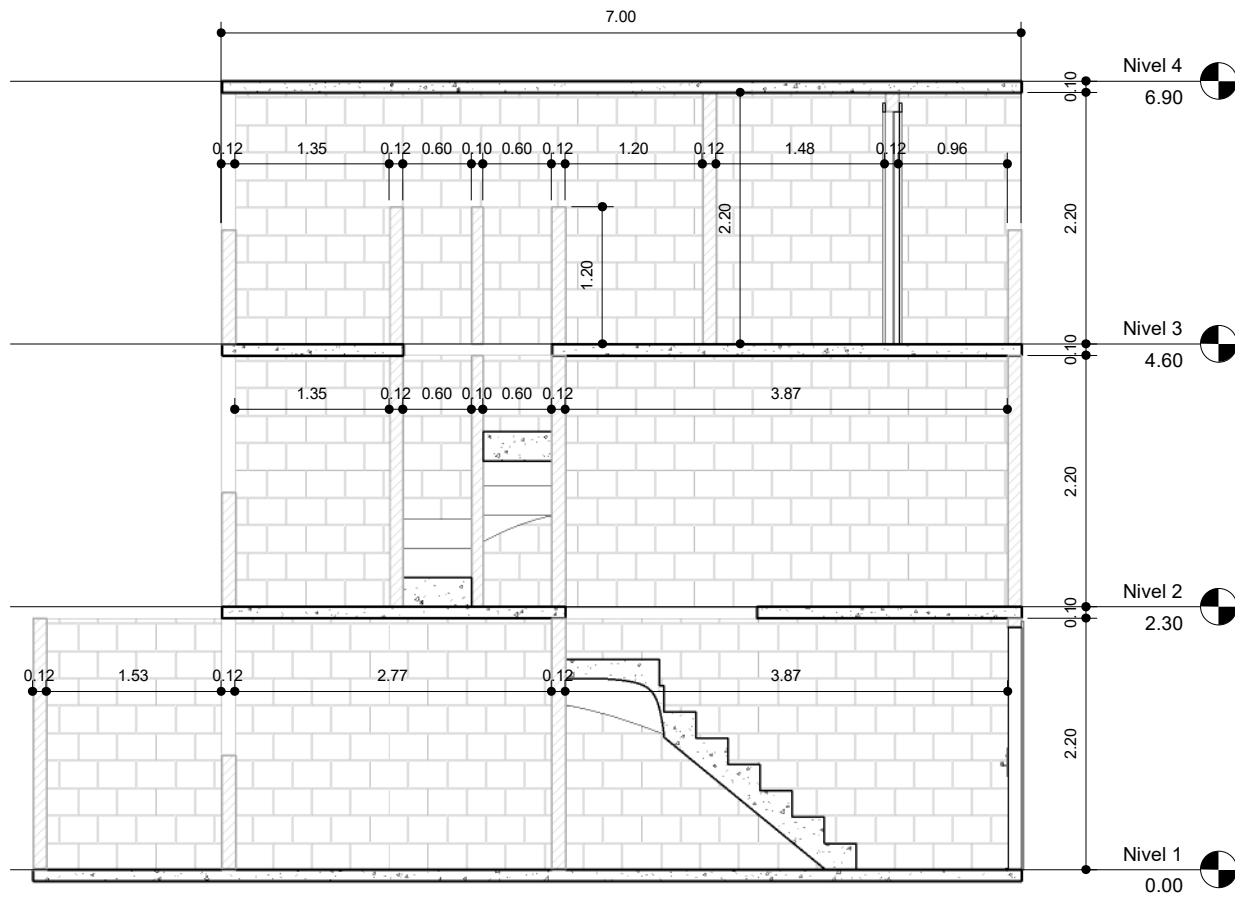


2 SECCION INTERNA POSTERIOR



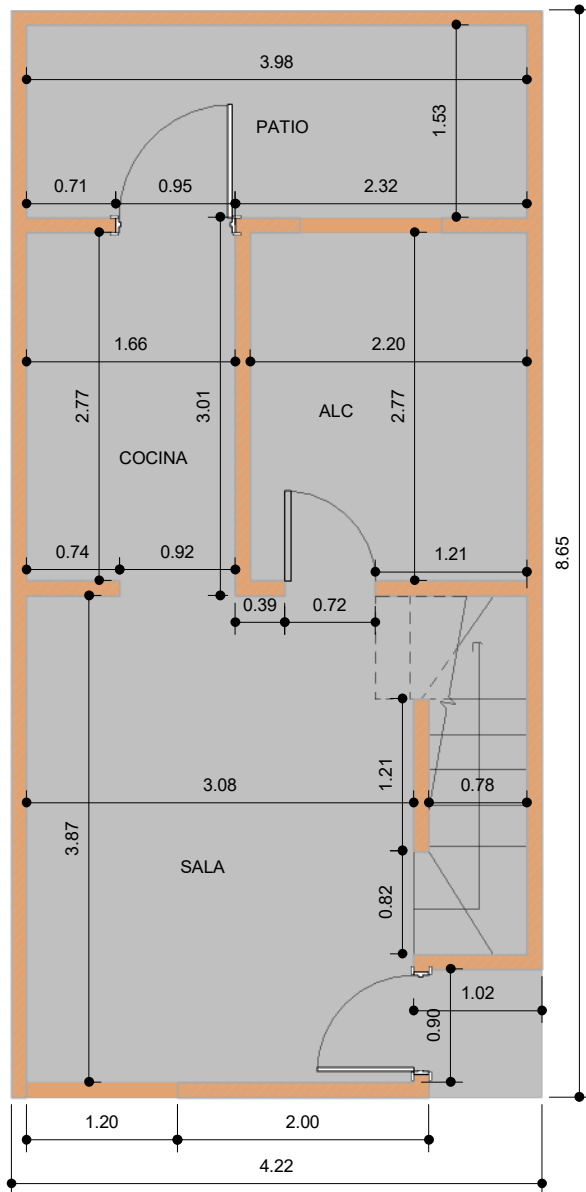
2 SECCION OCCIDENTAL



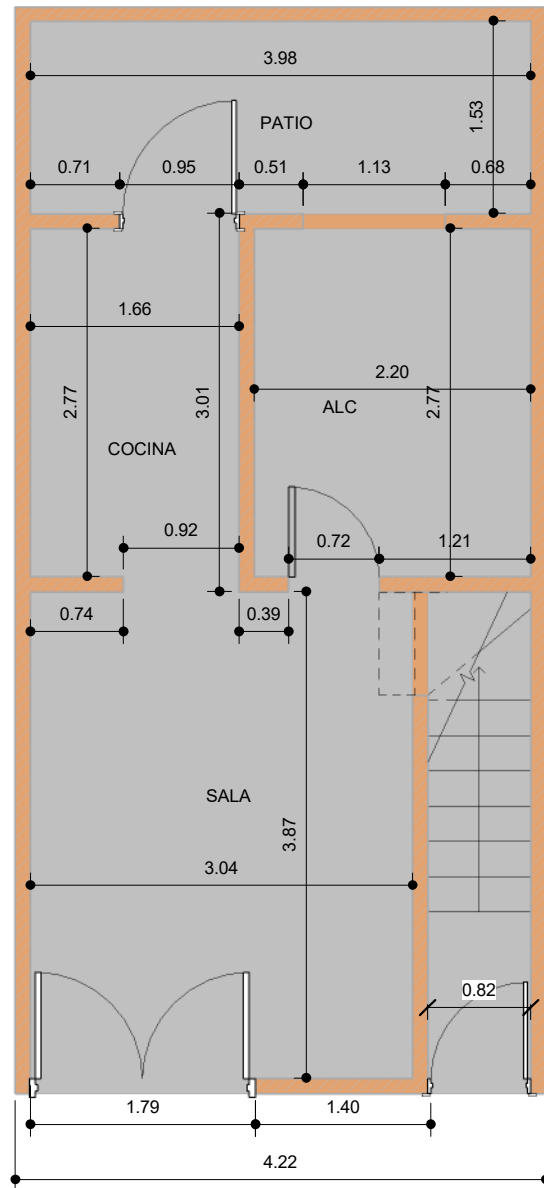


2 ZONA ORIENTAL

Modelo Inicial Entregado Constructora

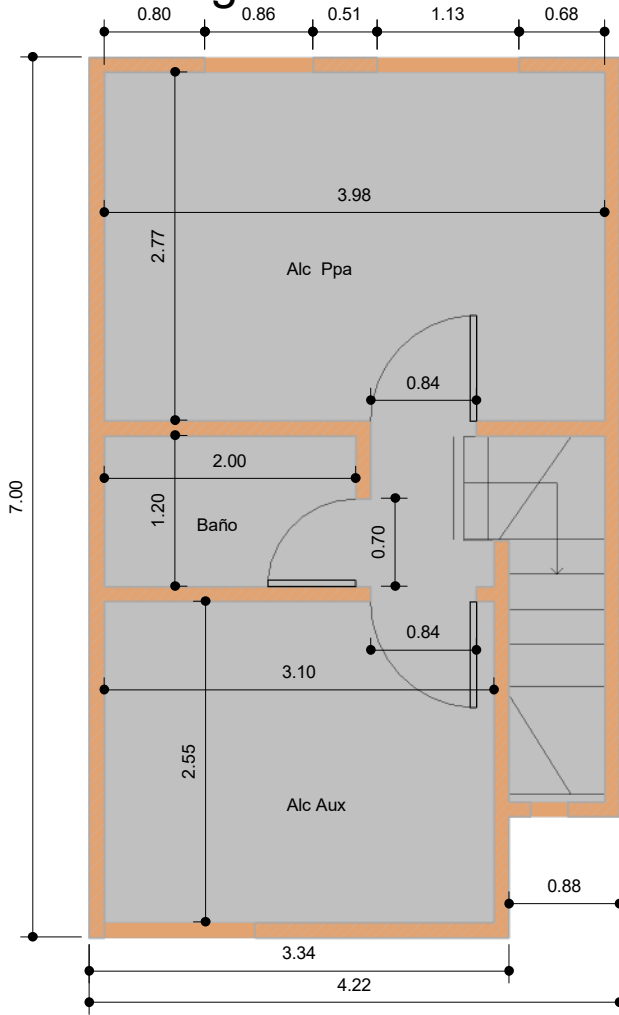


Modelo Modificado Propietario

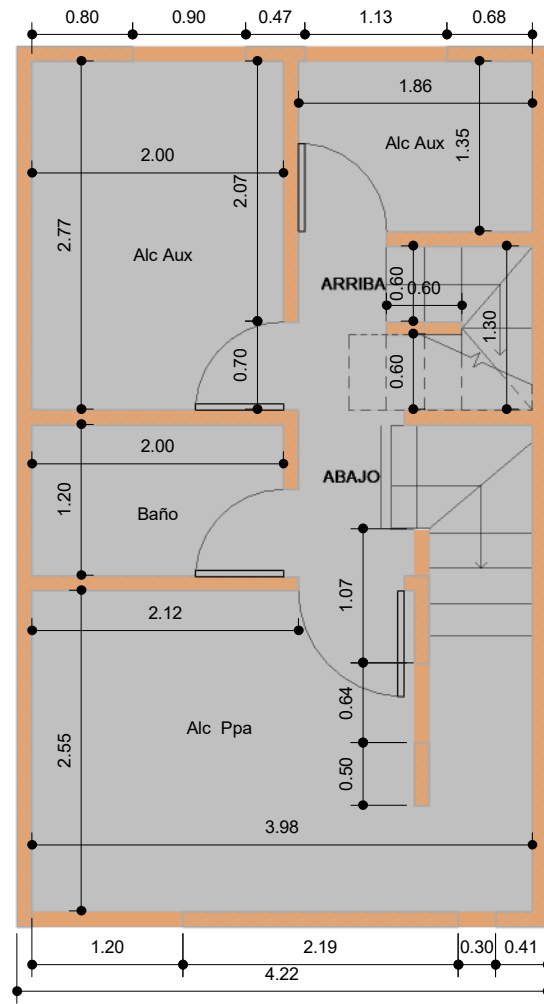


1 Nivel 1
1 : 40

Modelo Inicial Entregado Constructora

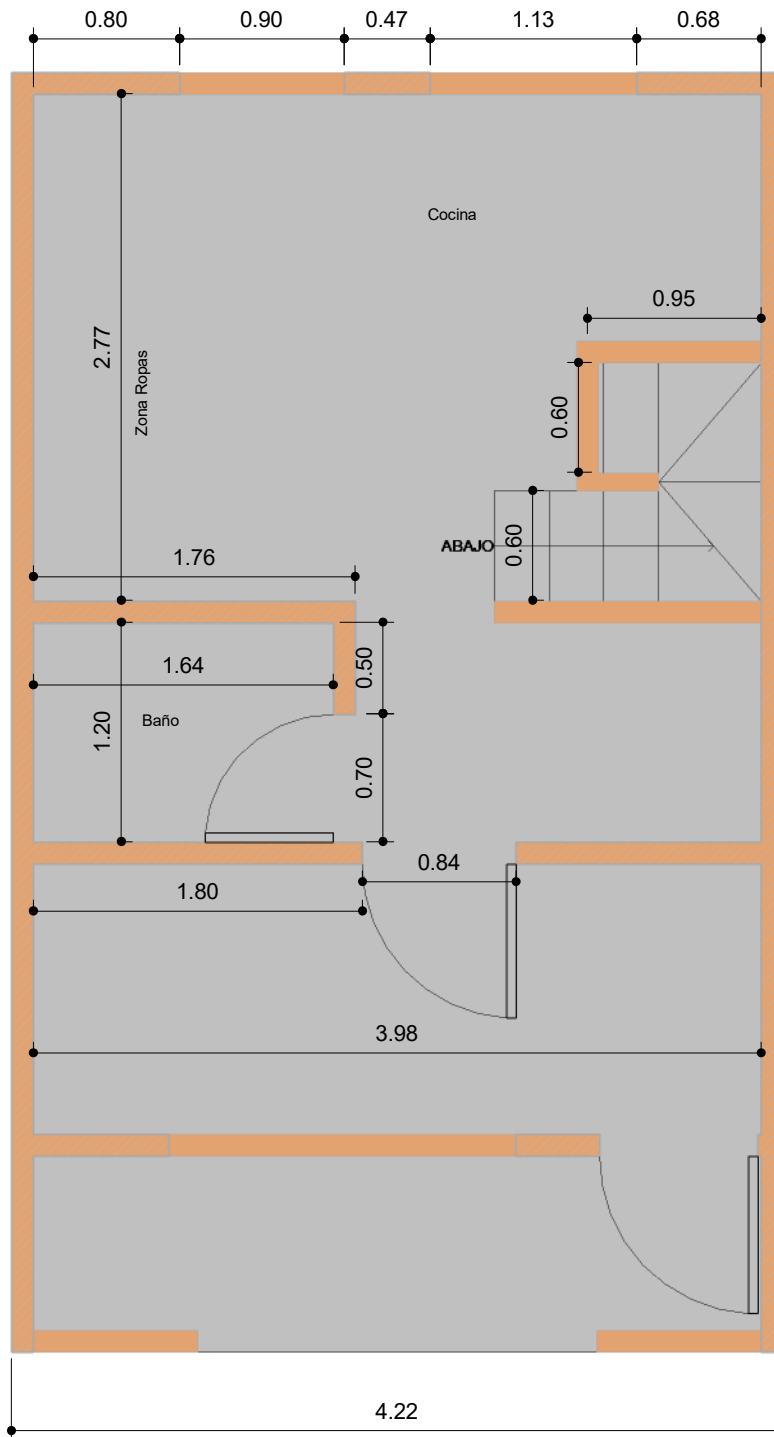


Modelo Modificado Propietario



1 Nivel 2
1 : 40

Modelo Moficicado Propietario



1 Nivel 3
1 : 25

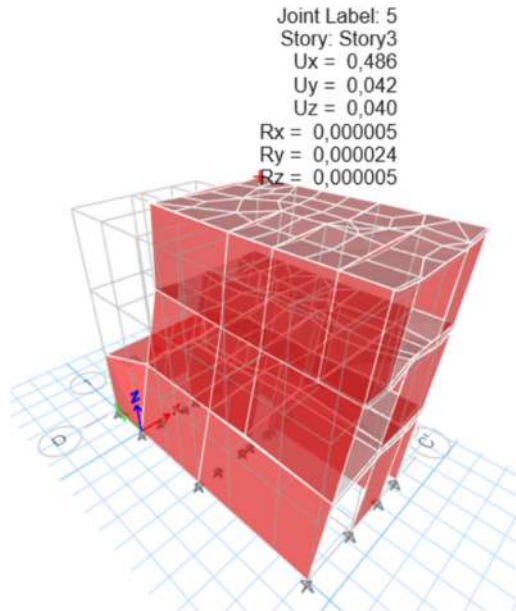
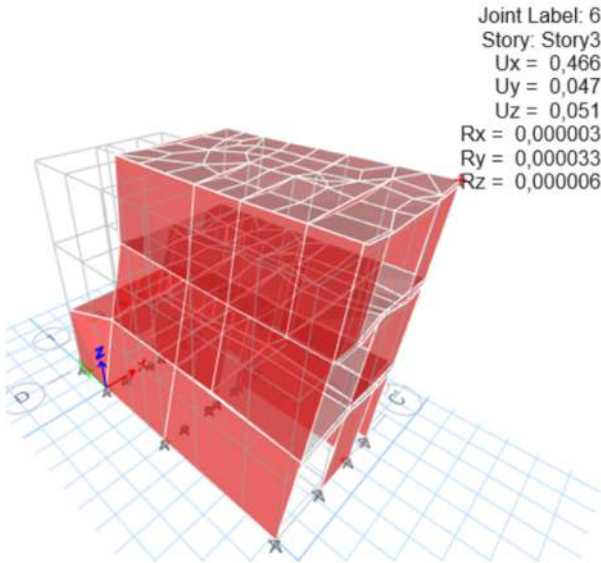
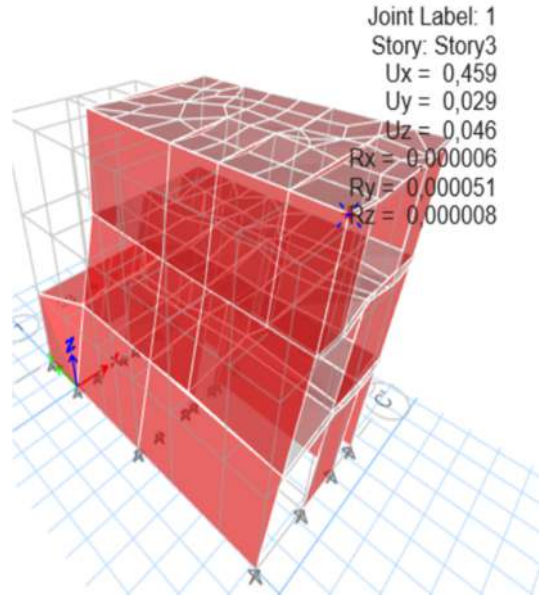
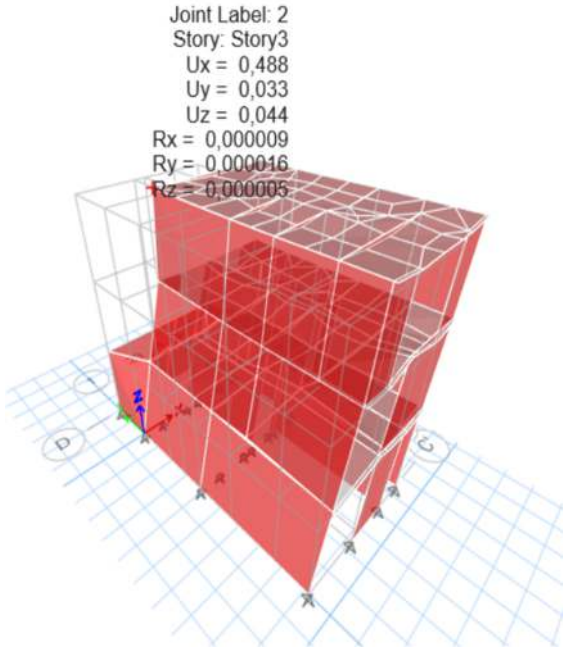


PLANTAS PISO 3

DIBUJO: ISABEL HERNANDEZ/DAVID PAREDES

MODELADO

VALORACION DERIVAS SISMO EN (X) y (Y)





PRESENTACIÓN

ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y EDIFICACIONES

- Ing. Isabel Hernández
- Ing. David paredes



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA CASA CON MODIFICACIONES ESTRUCTURALES REALIZADAS, EN EL BARRIO CAMINOS DE LA ESPERANZA – SUBA, SEGÚN NORMA AIS 410-23.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- En Bogotá D.C., muchas viviendas unifamiliares construidas informalmente en mampostería no cumplen con la normativa sismo resistente NSR-10, lo que las hace vulnerables ante un sismo. Para abordar esta situación, la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) ha desarrollado el anexo técnico AIS 410-23, el cual establece un proceso para evaluar y reducir la vulnerabilidad sísmica de estas edificaciones. Este procedimiento ya se está implementando en diversas localidades, ciudades y municipios del país.

PREGUNTA

- Cuál es el porcentaje de vulnerabilidad sísmica de una vivienda unifamiliar ubicada en el barrio Caminos de la Esperanza, localidad de Suba, según la metodología establecida en el anexo técnico AIS 410-23?.

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

El objetivo principal de este estudio es evaluar la susceptibilidad de una vivienda unifamiliar ubicada en el barrio Caminos de la Esperanza, localidad de Suba; a sufrir daños en caso de un sismo. Se busca determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de esta edificación, aplicando la metodología técnica detallada estándares mínimos establecidos en la normativa nacional AIS 410-23.



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de una vivienda unifamiliar, ubicada en el barrio Caminos de la Esperanza - Suba, aplicando la normativa AIS 410-23, teniendo en cuenta que la edificación no cumple con los requisitos mínimos propuestos en la NSR-10.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Valorar el estado actual de la edificación a partir de una inspección detallada de la vivienda, según requerimientos de evaluación estipulados en el anexo técnico AIS-410-23.
- Aplicar la metodología de evaluación técnica contenidos en el capítulo 5 y 6 de la AIS 410-23 para la vivienda seleccionada con el fin de establecer un indicador de su condición actual para el propietario.
- Seleccionar una propuesta de mejora para la vivienda con base en el anexo técnico AIS 410-23 de acuerdo con la evaluación realizada en el objetivo dos para mejorar la vulnerabilidad de la vivienda existente.

MARCO TEORICO

Las construcciones informales en Colombia, especialmente las de mampostería, representan un riesgo importante por no cumplir con la normativa sismo resistente NSR-10, carecer de permisos y supervisión técnica. Que compromete la seguridad estructural y humana. Según CENAC , (Comando de Ingenieros del Ejército Nacional de Colombia), 3 de cada 5 viviendas en el país son informales, y en Bogotá D.C. se estima que el 35% de las viviendas en 2022 pertenecen a esta categoría, debido a problemáticas socioeconómicas que afectan la planificación urbana.

Con el fin de reducir la vulnerabilidad sísmica de estas edificaciones, la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) ha desarrollado la normativa técnica AIS 410-23, orientada a evaluar y mitigar riesgos en viviendas informales.

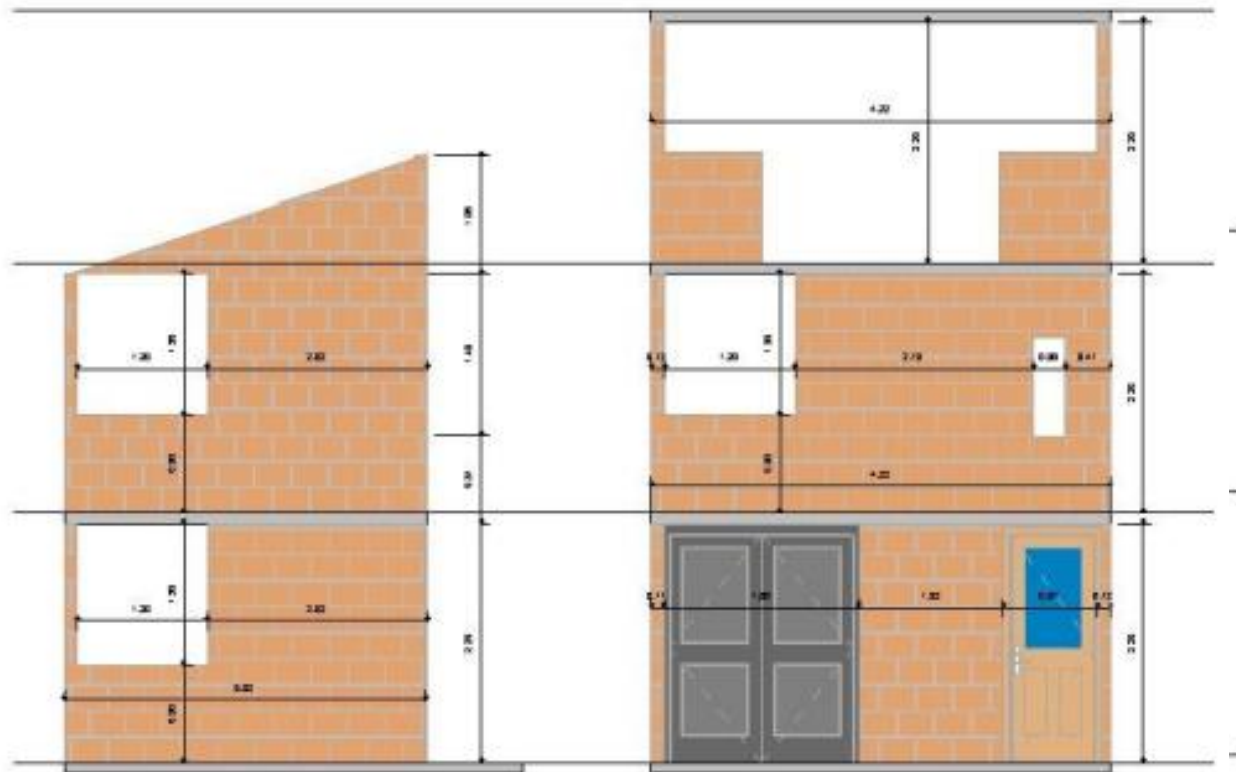
DISEÑO METODOLOGICO

- **Visita 1:** Identificación y cuantificación de viviendas similares en la zona, así como el análisis de patologías que colindan con el predio en cuestión.
- **Visita 2:** Cuantificación de las viviendas que han sido modificadas dentro de toda la manzana, evaluando las alteraciones realizadas en cada una.
- **Visita 3:** Toma de evidencia fotográfica detallada de la situación actual al interior de la vivienda, junto con la revisión exhaustiva de los planos de construcción entregados a la propiedad, comparándolos con los documentos legales correspondientes.



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

FACHADA



MODELO ENTREGADO
POR LA COSNTRUCTORA

MODELO MODIFICADO
POR EL PROPIETARIO

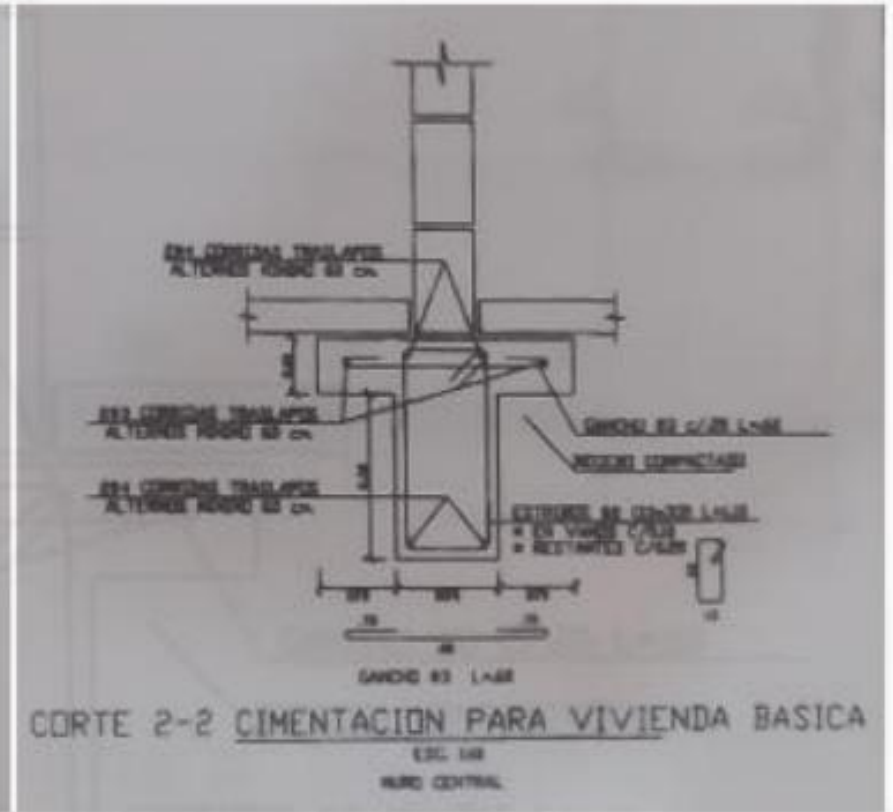
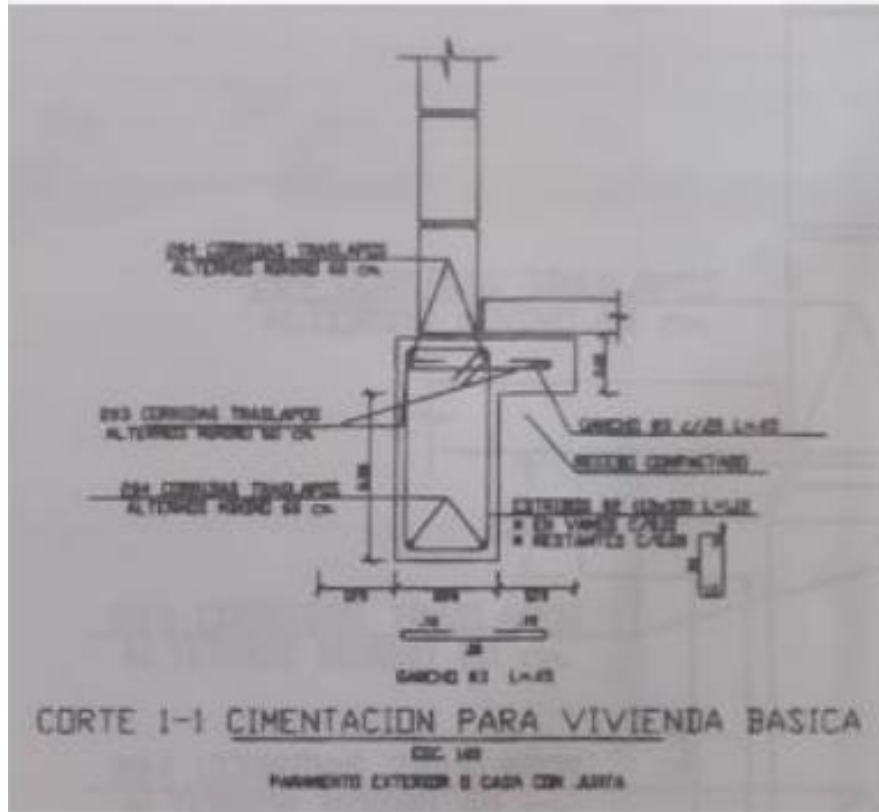
CIMENTACIÓN

- La falta de **datos numéricos específicos** en los planos entregados al propietario limita profundamente la capacidad de llevar a cabo un análisis conforme a la norma NSR-10.

ANÁLISIS

- Esta carencia significa que no es posible evaluar factores fundamentales para la seguridad sísmica, como las dimensiones exactas de los elementos estructurales, los materiales utilizados, la resistencia de la cimentación, entre otros.

HALLAZGOS

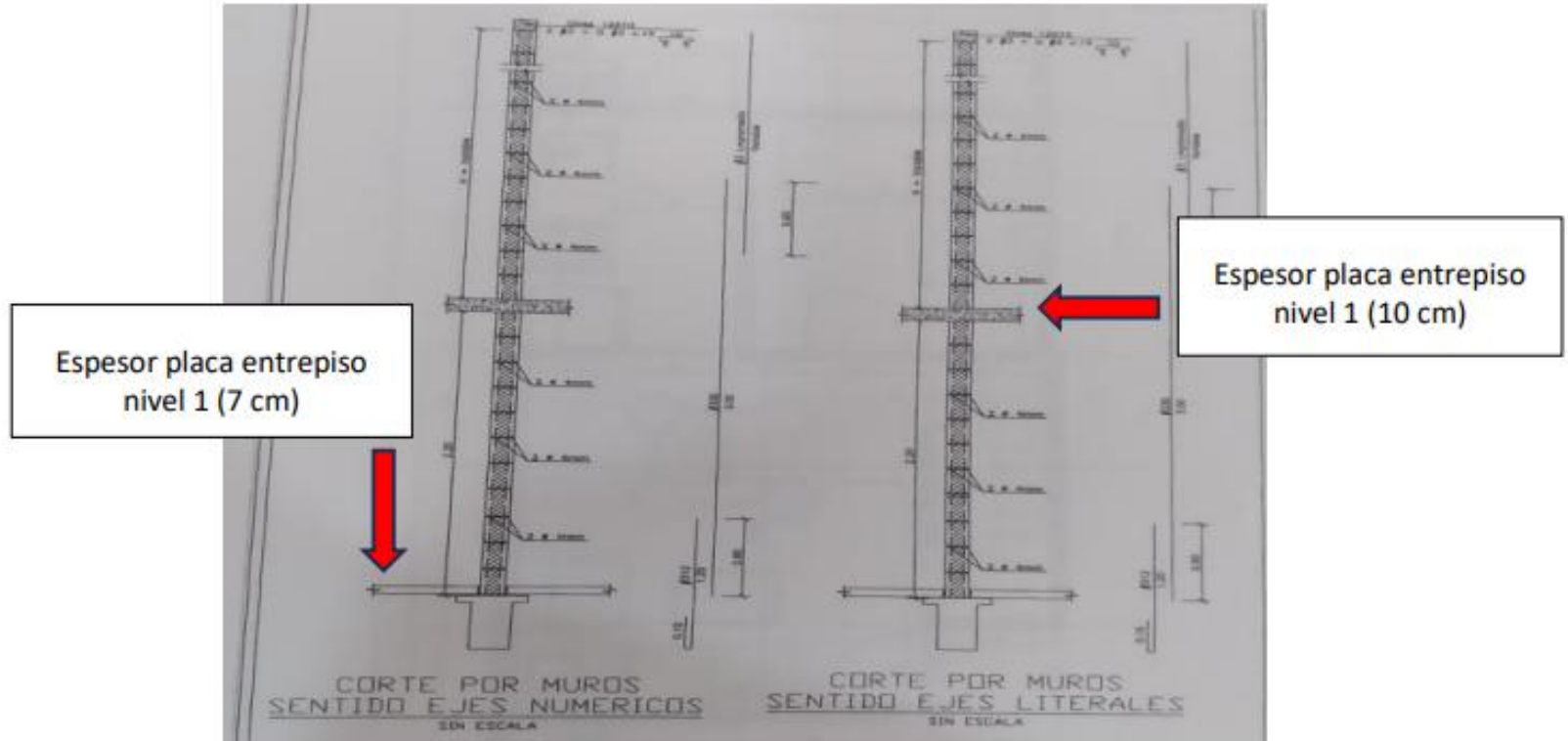


ANALISIS DE PLACA

- **Una placa aligerada de tres niveles** conforme al **título D de la norma NSR-10** muestra que, aunque este tipo de estructura tiene ventajas en cuanto a reducción de peso, también presenta desafíos en términos de rigidez y resistencia sísmica, especialmente si no se ha seguido un diseño adecuado o si se utilizan materiales de baja calidad. sin embargo, un análisis detallado de la estructura en cuestión (materiales, estado de conservación, detalles de conexión y refuerzo) puede dar una mejor estimación del riesgo sísmico real.

PLANOS COMPARATIVOS

Ilustración 2 Espesor de placas de contrapiso y entrepiso planos de diseño constructivo suministrado por el propietario.



ESTADO ACTUAL DE MUROS

- Según inspección realizada en sitio se evidencia para el nivel 1 muros parcialmente reforzados con celda de perforación vertical los muros perimetrales en la actualidad tiene revoque de 1.5 cm de espesor los internos cuenta con revoque a dos caras de 1.5 cm, los muros donde se ubica las zonas de baño, cocina y ropas (internos) están enchapados en cerámica espesor promedio 1.2 cm, se evidencia según planos iniciales constructivos y fecha de visita modificación arquitectónica, sobre el muro paralelo interno a ubicación escalera. Véase ilustración de planos iniciales constructivos y plano de modificación según levantamiento en sitio.

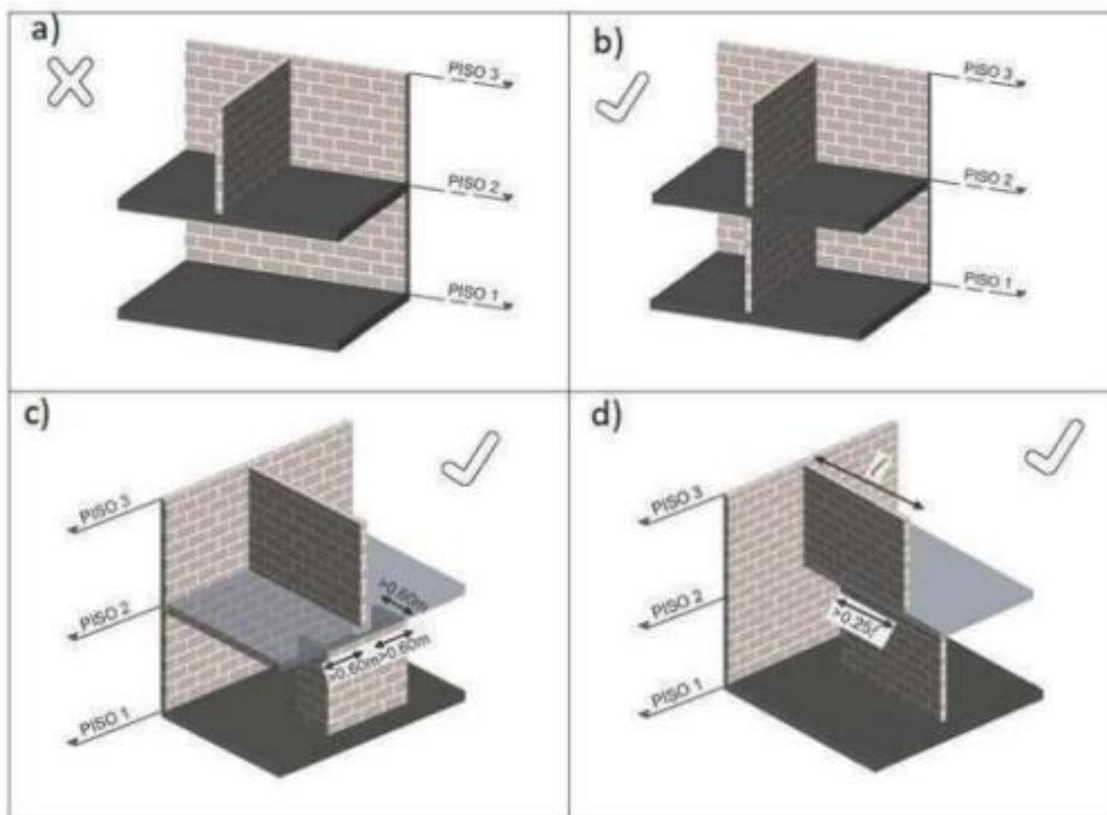
REVESTIMIENTOS CERÁMICOS

Las zonas de baño, cocina y ropas (muros internos) están enchapadas con cerámica, con un espesor promedio de 1.2 cm. Aunque este material tiene una alta resistencia a la humedad y es común en estos espacios, no contribuye de manera importante a la resistencia estructural ante sismos, y puede representar un riesgo adicional en términos de daños a los acabados si no está correctamente anclado al muro.

EFECTOS DE LA FLEXIBILIDAD ESTRUCTURAL

- La combinación de muros no reforzados completamente y acabados livianos (revoques y cerámica) puede generar una mayor flexibilidad en la estructura frente a un sismo. Esto podría inducir un comportamiento dinámico desfavorable, donde las vibraciones generadas por el movimiento sísmico no son adecuadamente absorbidas o distribuidas, lo que puede causar daño significativo a los muros, los acabados y, en el peor de los casos, comprometer la estabilidad del edificio.

CRITERIOS DE CONTINUIDAD VERTICAL



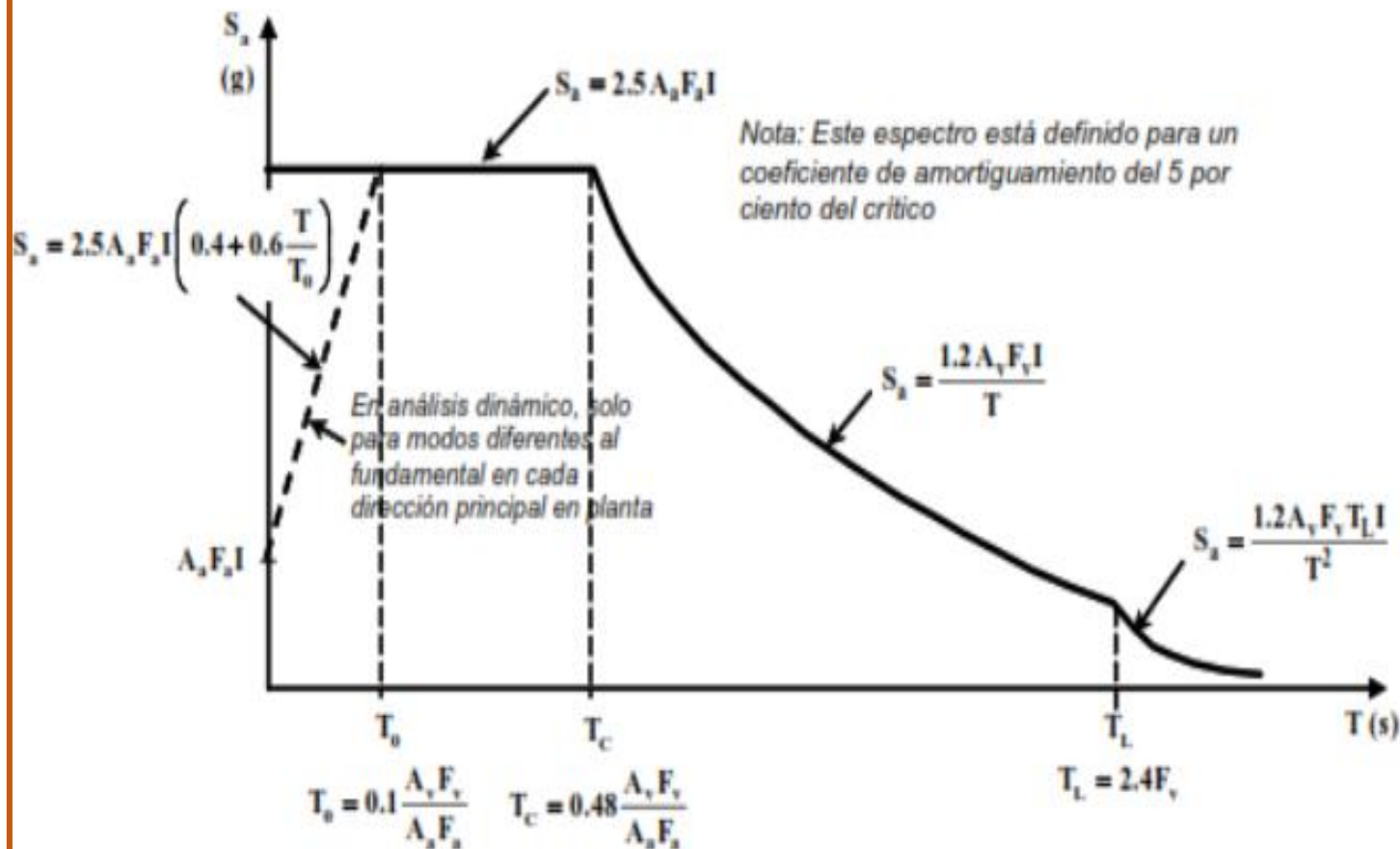
PLACA ENTREPISO

Ilustración 3 placa piso 3 sistema aligerado Bloquelon



Fuente: Elaboración propia

- De acuerdo al reglamento colombiano NSR-10 y teniendo en cuenta su versión anterior NSR-98 que competen al “reglamento colombiano de construcción sismo resistente”; se estiman los siguientes cálculos a una vivienda con características de diseño según elementos estructurales que la componen, clasificados en el grupo de uso I (destinada generalmente a viviendas); esto en base a (Tabla A.2.5-1 del reglamento técnico NSR-10) teniendo en cuenta la siguiente connotación:



- De acuerdo al esquema y las ecuaciones asignadas para periodos cortos y largos se entiende que:

-

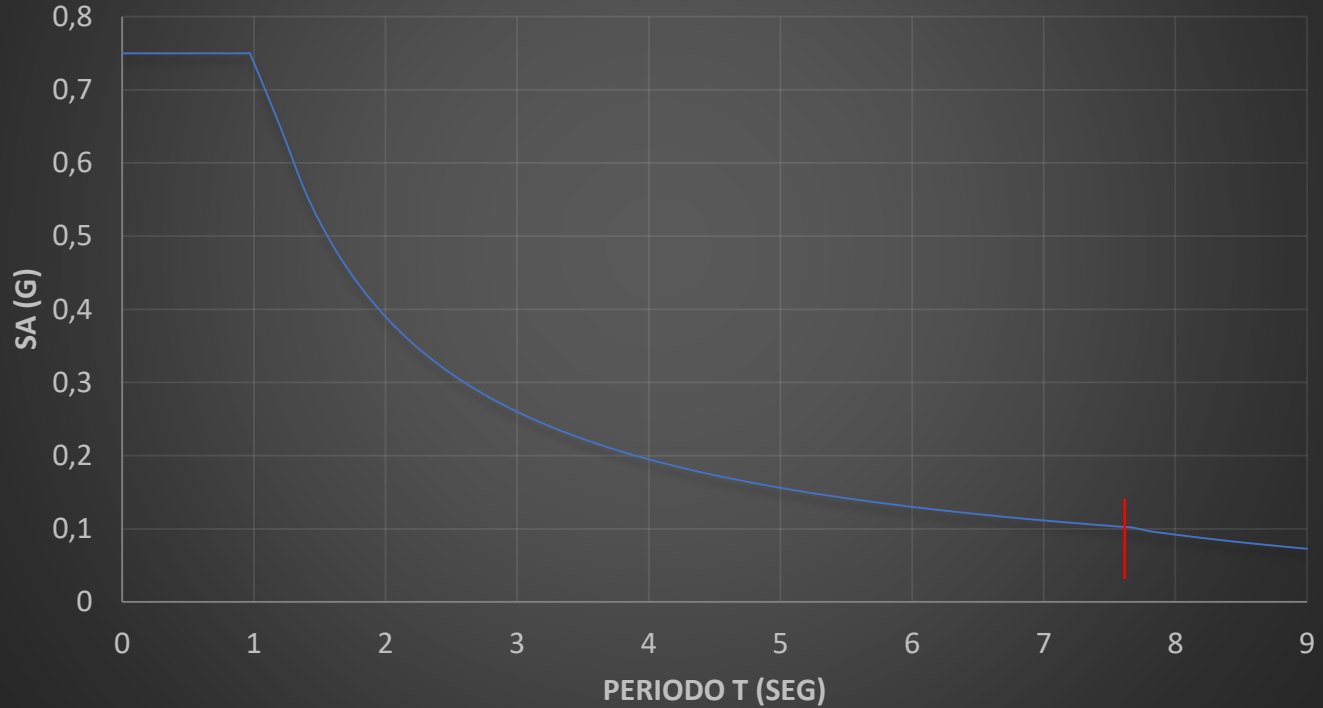
- $T_c = 0.48 \frac{A_v \cdot F_v}{A_a \cdot F_v}$ $T_c = 0.48 \frac{0.20 \cdot 3.2}{0.15 \cdot 2.1} = 0.97 \text{seg}$

- $T_L = 2.4 \cdot F_v$ $T_L = 2.4 \cdot 3.2 = 7.68$

-

De acuerdo a la ilustración 5 y las ecuaciones anexas a la ilustración en relación y teniendo en cuenta los resultados de los periodos cortos y largos se procede a realizar los siguientes análisis del espectro de aceleraciones (S_a)

Espectro elastico de aceleraciones de diseño como fraccion (g) Casa analisis de estudio.



PERIODO APROXIMADO (CÁLCULO DE FUERZA EQUIVALENTE) CORTANTE SÍSMICO O BASAL $V_S = S_A * G * M$

- Se halla primeramente la altura estimada total de la edificación según diseño estimado por los cálculos estructurales de la constructora y posteriormente la altura total existente con las adecuaciones realizadas por el propietario.
- Con el fin calcular el periodo aproximado, se calculará la altura total de la edificación esto con el fin de implementar la ecuación A.4.2-3 ($T_a = C_t * h^\alpha$) sujeta a la norma NSR-10 por lo que se procede así:

Para el periodo aproximado

- $h = (2.2 * 4) + (0.1 * 4)$ $h = 9,2$ m
- $C_t = 0.049$
- $\alpha = 0.75$
- Por lo tanto, el periodo aproximado: $T_a = C_t * h^\alpha$ $T_a = 0.049 * 9.2^{0.75}$ $T_a = 0.2588$ seg

Esto en base a los valores representados en la tabla A.4.2.1 de la NSR-10.

Tabla A.4.2-1
Valor de los parámetros C_t y α para el cálculo del periodo aproximado T_a

Sistema estructural de resistencia sísmica	C_t	α
Pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.047	0.9
Pórticos resistentes a momentos de acero estructural que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.072	0.8
Pórticos arriostrados de acero estructural con diagonales excéntricas restringidas a pandeo.	0.073	0.75
Todos los otros sistemas estructurales basados en muros de rigidez similar o mayor a la de muros de concreto o mampostería	0.049	0.75
Alternativamente, para estructuras que tengan muros estructurales de concreto reforzado o mampostería estructural, pueden emplearse los siguientes parámetros C_t y α , donde C_w se calcula utilizando la ecuación A.4.2-4.	$\frac{0.0062}{\sqrt{C_w}}$	1.00

Ilustración 7 Valores expuestos para el cálculo del periodo aproximado.

MODELACIÓN

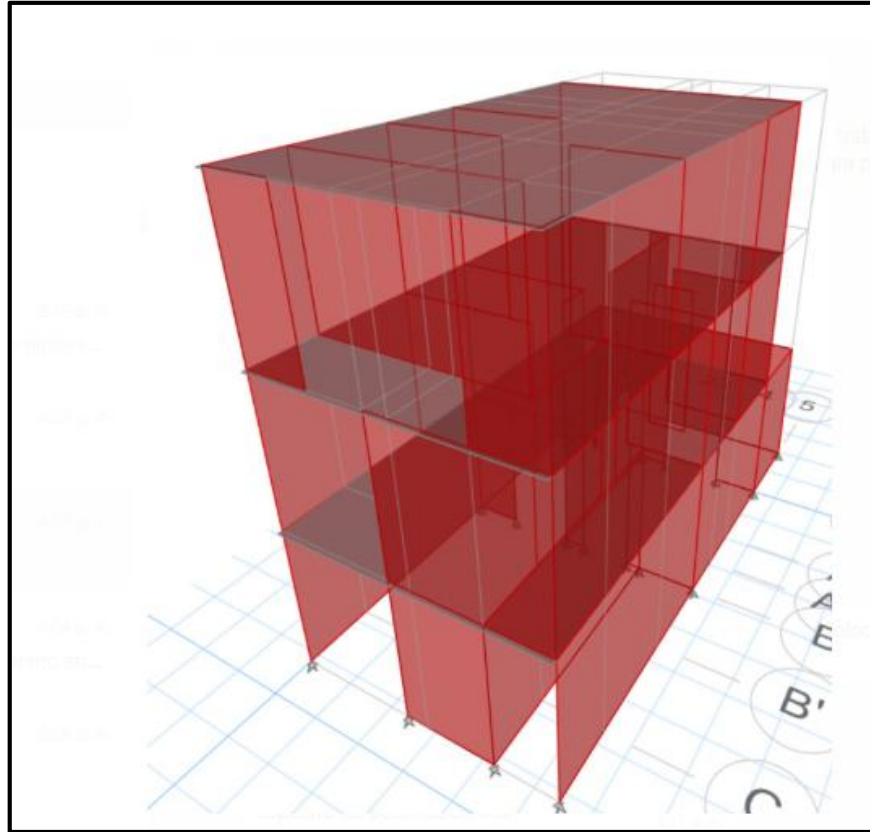


Ilustración 17 Modelo Tridimensional de Estructura en SAP

ANALISIS DE MUROS

Se desarrolla un modelo estructural basado en el levantamiento arquitectónico del predio, considerando el espectro de diseño sísmico específico para la zona donde se ubica la edificación. Para el análisis, se modelan únicamente los muros completos (de piso a techo), ya que son los que efectivamente contribuyen a la resistencia estructural ante cargas sísmicas. Los muros con vanos de ventana, al ser medianeros y no tener continuidad estructural significativa, se excluyen del modelo estructural. No obstante, se consideran en el cálculo de cargas muertas para mantener una estimación realista del peso propio que actúa verticalmente sobre la estructura. Este enfoque permite evaluar de forma más precisa la vulnerabilidad sísmica de la vivienda y su cumplimiento con los criterios de la normativa vigente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

Evaluación de Cargas: Es fundamental realizar un análisis más detallado de las cargas actuantes en la vivienda, considerando todos los elementos desde los estructurales originales como las modificaciones realizadas. Las modificaciones no simétricas entre niveles requieren especial atención, ya que podrían estar afectando la estabilidad estructural de todo el predio.

Refuerzo de Muros: Es necesario realizar un reforzamiento en los muros de la vivienda, especialmente en los niveles superiores, donde se observa una mayor asimetría. Se recomienda evaluar la viabilidad de agregar refuerzos horizontales y verticales adicionales, como columnas o muros confinados, lo anterior con el fin de mejorar la estabilidad de la edificación.

Verificación de Materiales: Es necesario que los materiales utilizados, especialmente en el techo (estructura metálica, asbesto cemento y PVC), realizar una verificación con el fin de verificar su capacidad de soportar las cargas a largo plazo, así como su resistencia a factores ambientales.

Recomendaciones para Mejoras en la Seguridad Estructural: Basándonos en la que la vivienda se encuentra en un contexto informal y vulnerable, es importante implementar medidas que mejoren la seguridad estructural, tales como la adición de refuerzos, la optimización del sistema de distribución de cargas y la mejora de la simetría estructural.

Con el fin de precisar el análisis, aunque los elementos constructivos de la vivienda parecen estar en condiciones funcionales, las modificaciones arquitectónicas no simétricas y los refuerzos parciales en muros y placas podrían ser un riesgo potencial que debe ser abordado para garantizar la seguridad a largo plazo de los ocupantes.

BIBLIOGRAFIA

NORMATIVIDAD DE ESTUDIO

- NORMA AIS 410-23.
 - NORMA NSR10 _ Título D.
 - TÍTULO D MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL
- D.4.5 — REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA MUROS DE MAMPOSTERÍA