

**ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA
UNIFAMILIAR BOGOTÁ**

BOGOTA D.C., SEPTIEMBRE DE 2019

ESPECIALIZACIÓN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN
TPI
1-2019

AUTORES

ING YERALDIN BORDA
ING.ANA CAROLINA MANRIQUE BLANCO

DIRECTOR:

ARQUITECTO MAGISTER WALTER MAURICIO BARRETO CASTILLO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN



Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	8
OBJETIVOS	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	11
ALCANCE	12
1. METODOLOGÍA.....	13
1.1 SELECCIÓN DEL PACIENTE.....	13
1.1.1 Localización	13
1.1.2 Antecedentes	15
1.2 PRELIMINARES Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	15
1.2.1 Inspección inicial del paciente.	15
1.2.2 Descripción arquitectónica.....	16
1.2.3 Información estructural	17
1.2.4 Clasificación de la edificación	18
1.3 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	18
1.3.1 Alcance	19
1.3.2 Equipos de trabajo.....	19
2. HISTORIA CLÍNICA	21
2.1 FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	21
2.2 INFORMACIÓN DEL PACIENTE.....	21
2.2.1 Nombre.....	21
2.2.2 Fecha de construcción	21

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



2.2.3 Localización	21
2.2.4 Propietario	23
2.2.5 Uso actual	23
2.2.6 Entorno	23
2.3 DATOS ESPECÍFICOS DEL PACIENTE.....	23
2.3.1 Áreas de la vivienda.....	23
2.3.2 Planos existentes	24
2.4 INSPECCIÓN INICIAL	24
2.5 PATOLOGÍA Y EXPLORACIÓN ESTRUCTURAL.....	25
2.6 ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA	31
3. CALIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA POR CALIDAD DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	32
4. METODOLOGÍA EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE Y ESTUDIO DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....	34
4.1 MODELO TRIDIMENSIONAL.....	35
4.2 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	36
4.3 PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO Y UBICACIÓN EN EL MAPA DE ZONA DE AMENAZA SÍSMICA.....	37
4.3.1 Parámetros de análisis sísmico	37
4.3.2 Coeficientes de disipación de energía	39
4.4 COMBINACIONES DE CARGA	40
4.5 EVALUACIÓN DE CARGAS	41
4.5.1 Carga muerta	41
4.5.2 Carga viva	41
4.5.3 Datos de entrada.....	41
4.5.4 Datos de salida	42
4.6 SOLICITACIONES SÍSMICAS.....	42
4.6.1 Índices de flexibilidad	42

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



4.6.2 Índices de sobreesfuerzo	43
4.7 ÍNDICES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	44
5. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	46
5.1 MECANISMO DE FALLA	47
5.2 RESUMEN ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	47
6. INTERVENCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL	49
7. INTERVENCIÓN DE LAS LESIONES	52
8. PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTOS	62
9. CONCLUSIONES	64
10. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	67



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<i>Fotografía 1</i> - Fachada ingreso a la vivienda	24
<i>Fotografía 2</i> - Reparación suciedad	54
<i>Fotografía 3</i> - Reparación de desprendimientos	55
<i>Fotografía 4</i> – Reparación biológica de organismos	55
<i>Fotografía 5</i> - Reparación de humedades.....	56
<i>Fotografía 6</i> - Reparación de eflorescencias.....	57
<i>Fotografía 7</i> - Reparación de filtración.....	58
<i>Fotografía 8</i> - Reparación de fisuras.....	59
<i>Fotografía 9</i> - Reparación de corrosión oxidación.....	60



ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1</i> - Espectro de diseño microzonificación, Lacustre 500	38
---	----



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Cuadro de áreas	23
Tabla 2 - Coeficientes de reducción de resistencia estructuras	32
Tabla 3 - Sistema estructural – vivienda unifamiliar	35
Tabla 4 - Resultado ensayo a compresión murete mampostería.....	36
Tabla 5 - Periodo de la estructura	39
Tabla 6 - Sistema estructural de muros de carga y coeficiente de disipación de energía Tabla A.3-1	39
Tabla 7 - Sismo en x combinación d +1sx.....	43
Tabla 8 - Esfuerzos admisibles en mampostería (Espectro de Diseño).....	45
Tabla 9 - Vulnerabilidad sísmica de la estructura, calculada con la envolvente de combinaciones de carga (Espectro de Diseño)	48



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo integral de grado tiene como objetivo desarrollar un estudio patológico donde se realizarán diversas pruebas, ensayos y una modelación para determinar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda unifamiliar, perteneciente al propietario Jairo Ramírez ante el sismo de diseño actuante, tomando como base la Norma Sismo resistente Colombiana (NSR-10) La vivienda unifamiliar para efectos del presente trabajo se denominará como el paciente.

Para determinar esta vulnerabilidad, se definieron tres etapas que se pueden resumir así:

- Etapa 1: Levantamiento arquitectónico, estructural.
- Etapa 2: Modelación y cálculo de índices de sobre esfuerzo y flexibilidad.
- Etapa 3: Diseño del reforzamiento estructural.

Una vez se haya efectuado el diagnóstico se presentará una propuesta de intervención para contrarrestar las causas de lesiones tanto mecánicas químicas y físicas que están afectado la vivienda con su correspondiente propuesta estructural.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Realizar por medio del estudio patológico un análisis, diagnóstico y propuesta de intervención a los elementos estructurales y no estructurales del paciente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un reconocimiento inicial del lugar.
- Realizar un registro fotográfico del lugar de estudio y las posibles manifestaciones de los problemas constructivos o sintomatología.
- Identificar y enumerar las lesiones que pueda tener el paciente.
- Recopilar toda la mayor información existente del paciente como planos arquitectónicos, estructurales entre otros.
- Analizar la información obtenida por medio de las visitas y el registro fotográfico.
- Definir ensayos a realizar según las lesiones encontradas.
- Ejecución de ensayos requeridos y poder determinar las causas de las lesiones en la vivienda.
- Entregar al propietario un diagnóstico del estado del paciente, las posibles soluciones, los costos y duración.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El paciente cuenta con un área construida de 141.38 m² según la licencia de construcción. Las viviendas y comercio vecinal fueron construidos según resolución número 105 de 1978 por el cual se aprueba el proyecto general de la urbanización BOLIVIA SECTOR OCCIDENTAL, se establecen sus normas, se concede licencia para la PRIMERA ETAPA.

Fuente. Licencia de construcción de vivienda dada por el propietario

Desde la adquisición del paciente no se ha realizado ningún tipo de mantenimiento a la fecha razón por la cual presenta gran deterioro y esto debido a que en el año 2003 el actual propietario solicitó una licencia de construcción para ampliación la cual fue aprobada por la curaduría el 19 de febrero de 2003 pero dicha ampliación no se pudo llevar a cabo en su totalidad por una querrela impuesta al propietario por la comunidad vecina.¹

Como aparece en el certificado de libertad y tradición, consta de dos niveles: en el primero están la zona de parqueadero, sala, comedor, cocina, depósito y patio; en el segundo nivel se encuentra un baño y tres alcobas.

Las lesiones que son evidentes de forma visual son humedad en muros primer piso en patio, comedor, cocina, en el segundo piso en las tres alcobas, descascaramiento de pintura en la fachada principal y trasera del paciente, suciedad por depósito, fisuras en varias zonas de la vivienda, desprendimientos, organismos biológicos (mohos y hongos), eflorescencia en muros, fachada, oxidación en aceros, de continuación de columnas. Las áreas en mención se pueden apreciar en el registro fotográfico de las fichas de patología ver anexo 1.

¹ Secretaría de Planeación <http://www.sdp.gov.co>



JUSTIFICACIÓN

Actualmente las edificaciones sufren síntomas de todas las clases, causadas por razones directas e indirectas en su proceso de construcción. Todas las lesiones afectan considerablemente las propiedades y capacidad estructural de la edificación. Por esta razón se hace indispensable conocer el estado y comportamiento estructural de la edificación para poder determinar las causas de las lesiones y más importante saber estudiarlas, interpretarlas y como producto final poder intervenirlas.

Esto nos conlleva al estudio del paciente como propuesta para este trabajo, donde el propietario expresa su preocupación por el deterioro de su domicilio es consciente del estado en que se encuentra y nos da los permisos necesarios para la toma del registro fotográfico y demás procedimientos que se requieran realizar con el fin de poder dar un dictamen del estado de la vivienda. A través de la ejecución de diversos ensayos (destructivos, No destructivos) que se asignaran según el tipo de lesión.

Finalmente poder dar un concepto de rehabilitación y tratamiento de las lesiones, hace parte de este trabajo y dar claridad al propietario de la severidad en que se encuentra su domicilio. Al tener el paciente varios tipos de lesiones esta permite aplicar todos los conocimientos adquiridos durante la especialización.



ALCANCE

Los estudios patológicos a realizar deberán responder a los requerimientos de las construcciones sismo resistente, de acuerdo con las normas vigentes en esta materia a la fecha (NSR 10) y decretos que lo complementen y reglamenten. Analizar las diferentes lesiones en los elementos estructurales y no estructurales de la vivienda.

Registros de los elementos afectados por medio de registro fotográfico y fichas de control donde se indicará el tipo de patología, descripción, posibles causas, pre diagnostico entre otros. Los trabajos comprenden la ejecución del estudio patológico necesario para la operación de la construcción de acuerdo a las normas vigentes.



1. METODOLOGÍA

1.1 SELECCIÓN DEL PACIENTE

Se estableció la vivienda unifamiliar ubicada en la Carrera 109a # 80 - 44 en la localidad de Engativá barrio Bolivia en la ciudad de Bogotá como paciente para el estudio debido al estado de deterioro que presenta, fue construida en los años 1979, se le solicitó la licencia de construcción en el año 2003 pero no se pudo terminar el trabajo por una querrela razón por la cual no registra ningún tipo de mantenimiento y se ven las lesiones a simple vista.²

1.1.1 Localización

El paciente se encuentra ubicado en la Carrera 109a # 80 - 44 en la localidad de Engativá barrio Bolivia en la ciudad de Bogotá (Cundinamarca), en las cercanías al portal de la calle 80. Cuenta con un área construida de 141.38 m², en la que se plantea el objeto de evaluar la patología de la edificación. En la figura No 1 se muestra la localización general del sitio de estudio

² Licencia de construcción <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/planeacion/licencias-de-construccion-donde-consultarlas>

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



Imagen No 1 Localización general sitio de estudio. Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Cra.+109a+%238044,+Bogot%C3%A1,+Colombia/@4.7168234,74.1192229,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e3f84af45c0a293:0x36e2dd51d40dcde3!8m2!3d4.7168181!4d-74.1170342>



Imagen No 2 Localización del sitio de estudio. Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Cra.+109a+%238044,+Bogot%C3%A1,+Colombia/@4.7168234,74.1192229,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e3f84af45c0a293:0x36e2dd51d40dcde3!8m2!3d4.7168181!4d-74.1170342> Tomado de Google Maps

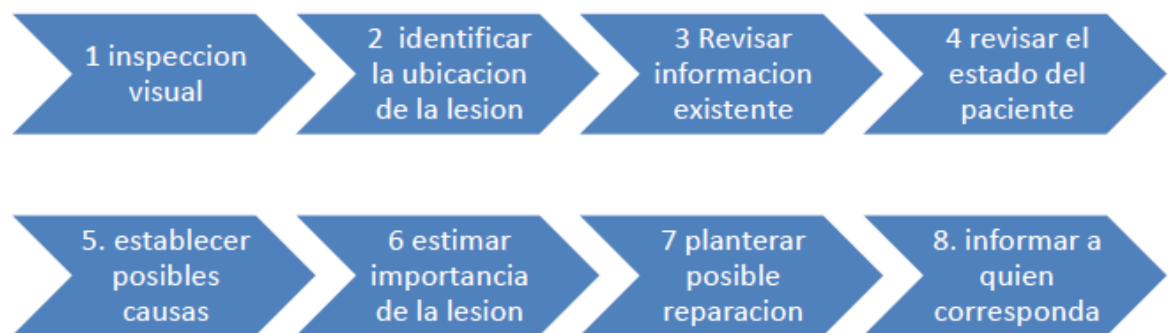


1.1.2 Antecedentes

1.1.2.1 Reseña histórica e información encontrada de la edificación.

El paciente fue construido según resolución por el cual se aprobó el proyecto general de la urbanización BOLIVIA SECTOR OCCIDENTAL, se establecen sus normas, se concede licencia para la PRIMERA ETAPA, no se encontró información arquitectónica ni tampoco estructural de esa época pero se tienen los planos de la licencia de construcción del año 2003.

1.2 PRELIMINARES Y PLANTEAMIENTO DEL PARA EL PACIENTE



Esquema No 1 Planteamiento del estudio del paciente

1.2.1 Inspección inicial del paciente.

El día 25 de agosto de 2018 se realizó la visita de reconocimiento interno de la vivienda, se localizaron dos niveles.



1.2.2 Descripción arquitectónica

El paciente cuenta con una planta rectangular de dos niveles y un patio trasero construido en mampostería en mal estado. La distribución de área del piso se puede apreciar en la imagen No 3

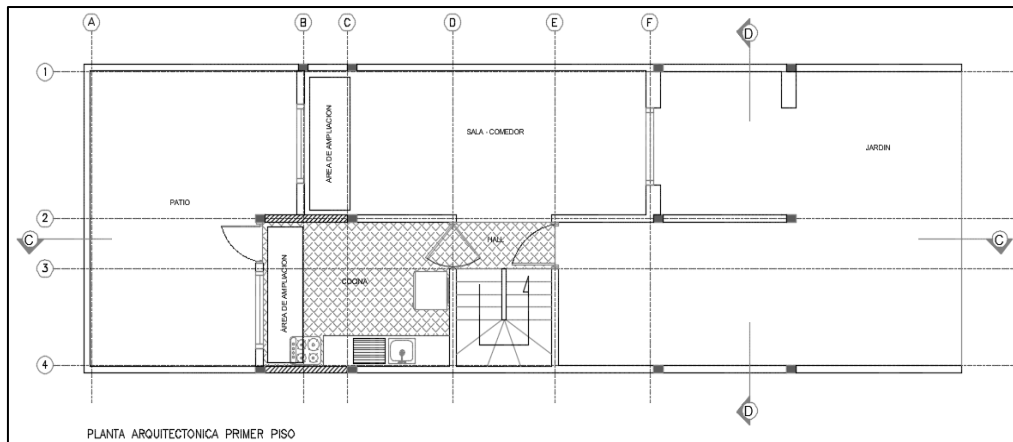


Imagen No 3 - Planta de primer piso. Plano del propietario. Fuente propia

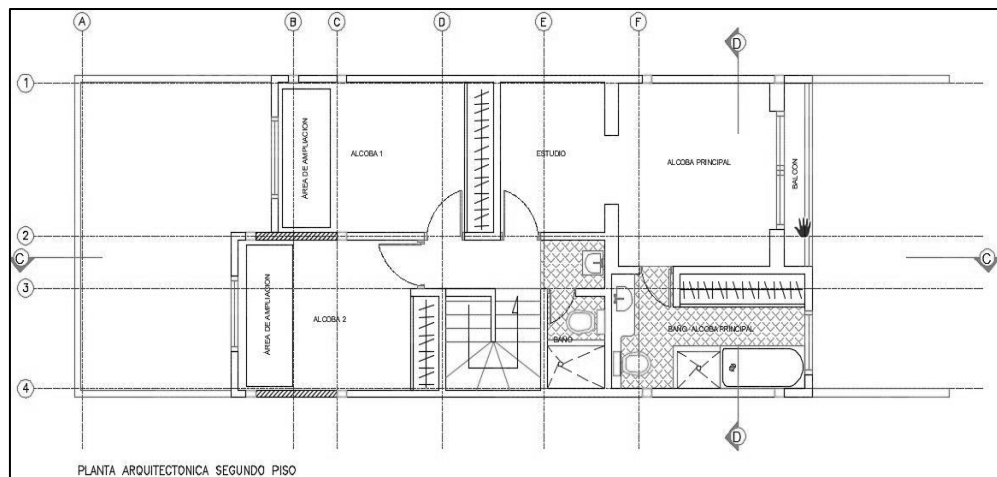


Imagen No 4 - Planta del segundo piso. Plano del propietario Fuente propia



1.2.3 Información estructural

El paciente presenta un sistema estructural conformado en su mayoría por muros en mampostería no reforzada. De la información preliminar sólo se logró recopilar el plano correspondiente a cimientos, por lo tanto, fue necesario realizar el levantamiento de la edificación para identificar el sistema estructural, calidad y estado de los materiales. En el numeral 2.5 se indica de manera detalla el trabajo realizado.

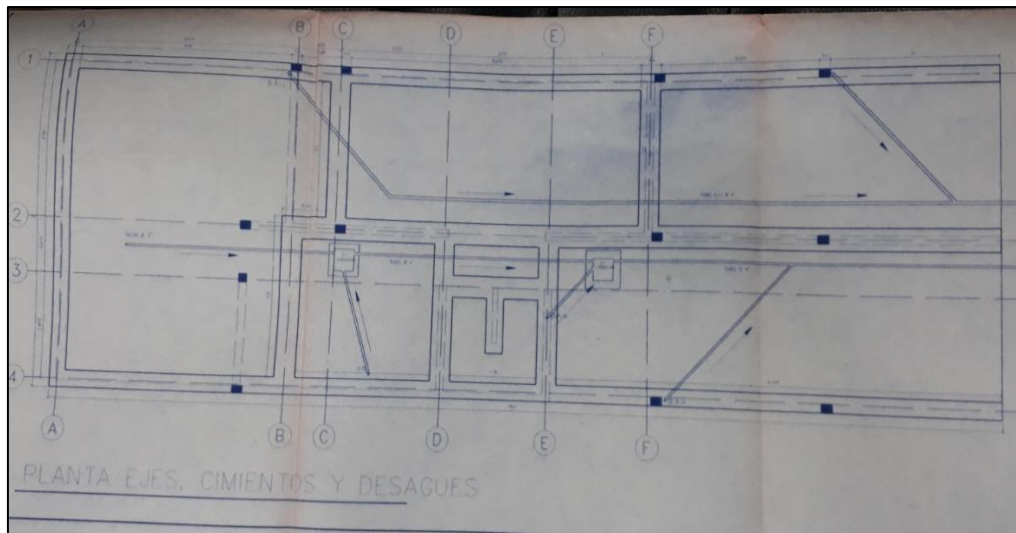


Imagen No 5 Planta cimentación, vivienda unifamiliar. Fuente propia

Dichos muros soportan una placa aligerada de 250 mm y maciza de 120 mm de espesor. Cabe resaltar que la zona perteneciente al patio se encuentra construida en mampostería no reforzada en mal estado sobre la cual se apoya una cubierta en teja ondulada, dicha construcción presenta una alta vulnerabilidad según lo desarrollado por lo datos en el análisis estructural..



1.2.4 Clasificación de la edificación

Esta clasificación se realiza con base en el tipo de uso y ocupación que se le esté dando a la edificación; para el caso del paciente pertenece al grupo de uso I que son estructuras de ocupación normal, clasificadas como todas las edificaciones cubiertas por el alcance del Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

A continuación, se extrae el artículo A.2.5.1.4 de la NSR-10.

A.2.5.1.4 — Grupo I — Estructuras de ocupación normal — Todas la edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

Imagen No 6 Clasificación de la Estructura reglamento NSR-10 Recuperada de:
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>

1.3 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN



Esquema No 2 recopilación de información



1.3.1 Alcance

Para el alcance se realizó la exploración así:

- a) Inspección visual de las lesiones existentes en las zonas de acceso de la vivienda. (ver registro fotográfico).
- b) Se realizó una lista de chequeo y de toma de datos en las zonas afectadas.
- c) Levantamiento estructural, en donde se pueda definir el sistema estructural, estado de los elementos estructurales que conforman la edificación, evidencia de sismos y presencia de posibles asentamientos.
- d) Se realizaron ensayos no destructivos como ferroskan, ensayos con esclerómetro y carbonatación.
- e) Se realizar ensayos destructivos como: extracción de núcleos muretes y en el estudio de suelos se realizaron sondeo y apiques.

1.3.2 Equipos de trabajo

Para la ejecución del trabajo se tiene contemplado usar:

- Flexómetro
- Taladro con broca
- Tablas
- Mortero de reparación
- Agua
- Fenolftaleína
- Esclerómetro

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



- Ferroskan
- Extractor de núcleos
- Muestras del suelo
- Ensayos de laboratorio (informe de geotecnia)



2. HISTORIA CLÍNICA

2.1 FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio 19 de agosto de 2018 cuando se realizó la visita por el sector y se encontró el paciente, el día 20 de agosto se realizó acercamiento a la paciente con el fin de contactar al propietario para explicar el alcance del estudio patológico y las posibles intervenciones a realizar. El día 25 de agosto se realiza la inspección visual del paciente y el propietario facilita 3 planos de una licencia de construcción del año 2003 la cual no se realizó en su totalidad debido a una querella por parte de la vecindad.

2.2 INFORMACIÓN DEL PACIENTE

2.2.1 Nombre

Urbanización Bolivia sector occidental vivienda unifamiliar manzana 9 lote 10.

2.2.2 Fecha de construcción

El barrio fue construido según resolución número 105 de 1978 por el cual se aprueba el proyecto general de la urbanización BOLIVIA SECTOR OCCIDENTAL, se establecen sus normas, se concede licencia para la PRIMERA ETAPA.

2.2.3 Localización

- Departamento: Cundinamarca
- Ciudad: Bogotá
- Localidad: Engativá Barrio: Bolivia
- Dirección: carrera 109 a · 80- 44

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ

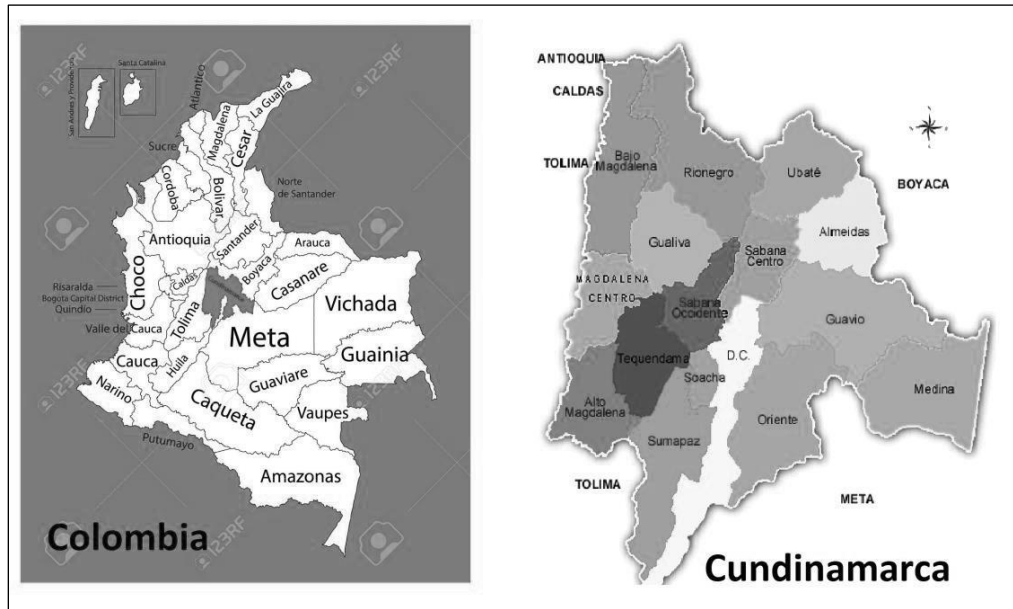


Imagen No 7 Colombia, Departamento de Cundinamarca. Recuperado de:
https://www.google.com/search?q=MAPA+DE+COLOMBIA&rlz=1C1GCEU_esCO858CO858&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=2pzaNsBac2yynM%253A%252CQxiNucNeXlpSpM%252C_&vet=1&usg=AI4_kQzrTUqFykktQHYZOXLMEmkWCoqjg&sa=X&ved=2ahUKEwjwJXqkYXkAhVKwFkKHS5HC8oQ9QEwAHoECACQBA#imgsrc=2pzaNsBac2yynM: Tomado de Mapa de Colombia (2019)

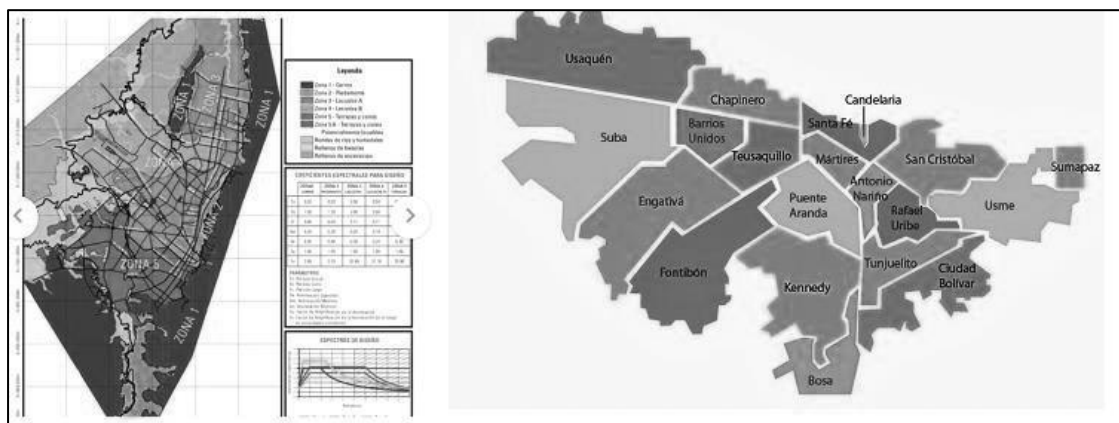


Imagen No 8 - Mapa de zonificación sísmica y localidades de Bogotá. recuperado de :
 Ingeominas (2019) y Mapas de Colombia (2019)



2.2.4 Propietario

El primer dueño del predio lo adquirió en el año de 1978 y el año de 2003 el señor Jairo Ramírez compro la vivienda siendo este el segundo dueño del predio.

2.2.5 Uso actual

El paciente con los problemas de humedad ha generado que las personas que habitan se ubiquen en solo un o alcoba y en la sala afectado su bienestar y salud.

2.2.6 Entorno

El paciente está localizado en una zona residencial que con el paso del tiempo se ha convertido en zona mixta residencial y comercial, la mayoría de viviendas del sector han ampliado y modificado las estructuras pasando de dos piso a tres o cuatro pisos apartamentos, con locales comerciales y zona interna de parqueadero. Adicionalmente al tener viviendas en los costados de mayor tamaño hace resaltar el paciente, generando más problemas de humedad debido a la mala distribución de las construcciones aledañas con el tema del manejo de aguas lluvias.

2.3 DATOS ESPECÍFICOS DEL PACIENTE

2.3.1 Áreas de la vivienda

Tabla 1 - Cuadro de áreas

AREA	m ²
Área total del lote	111
Área total construida	141.38
Área libre primer piso	44.8

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



Área primer piso	68.12
Área segundo piso	73.26
Área cubierta	22.53
Área de jardín	17.89

Fuente: Autoría propia

2.3.2 Planos existentes

El propietario actual facilitó los planos que fueron aprobados en curaduría con el permiso de ampliación emitida con la licencia. Se tiene plano cimentación original de la casa y dos arquitectónicos con las modificaciones que no se realizaron en su totalidad

2.4 INSPECCIÓN INICIAL

Mediante la visita realizada el día 25 de agosto de 2018 se pudo constatar el estado del paciente así:

A. Ingreso



Imagen No 9 - Fachada ingreso a la vivienda. Fuente propia



Durante la visita de inspección se observaron lesiones de suciedad, humedad por capilaridad, microorganismos vegetales, erosión atmosférica. (Anexo 1 fichas).

- B. Primer piso: garaje, sala, comedor, cocina, patio, bodega. Se evidenciaron en el primer piso de la vivienda lesiones de suciedad, humedad por capilaridad, humedad por accidente, desprendimiento del revestimiento interior, fisuras erosión mecánica, oxidación y corrosión, humedad por filtración.
- C. Segundo piso: alcobas, baño, corredor y escaleras. Se evidencian en el segundo piso de la vivienda lesiones de suciedad humedad por capilaridad desprendimiento del revestimiento interior, fisuras, oxidación y corrosión desprendimiento de piezas de forjado, humedad por filtración, desprendimiento revestimiento interno erosión mecánica, deterioro en las vigas en madera por humedad, desprendimientos de piezas, fisuras en paramento vertical.

2.5 PATOLOGÍA Y EXPLORACIÓN ESTRUCTURAL

En el levantamiento estructural se adelantó la inspección del estado de la estructura. Se identificó el sistema de la estructura principal, reconociendo sus elementos y el estado de la edificación. Está conformada por Muros en tolete prensado (ladrillo macizo) a la vista en fachadas y con revoque, estuco y pintura en el interior de la edificación. Las placas de entepiso se conforman principalmente por viguetas en concreto con sección

Placa

MURO DE CARGA



Imagen No 11 - Zona de localización para extracción de murete en mampostería. Fuente propia



Imagen No 12 - Placa aligerada entrepiso de viguetas de concreto. Fuente propia



Imagen No 13 - Vigueta 0.10 m x0.25m . Fuente propia



Imagen No 14 - Extracción de murete en mampostería, zona de patio. Fuente propia.



Imagen No 15 - Levantamiento de cubierta zona de patio, correas apoya una cubierta en teja ondulada. Fuente propia

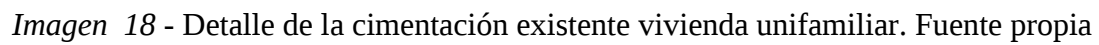


Imagen No 16 - Correa metálica diámetro 9.525 mm . Fuente propia

Al revisar la condición actual de la cimentación existente en la estructura del paciente en la ciudad de Bogotá, se encontró que está construida sobre cimientos continuos en concreto ciclópeo a una profundidad de 1.10m, no se evidencia la presencia de grietas ni asentamientos de la cimentación.



Imagen No 17 - Apique 1, muro de mampostería cimiento corrido, ciclópeo. Fuente propia





2.6 ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Se realizó el estudio de suelos y análisis de cimentaciones existentes, a partir de exploraciones en sitio como sondeos y apiques. El resultado del Estudio de Suelos y el análisis de la cimentación de la inspección del paciente se encuentra en el ANEXO dos: ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DE SUELOS.



3. Calificación de la estructura por calidad del diseño y construcción

Con el fin de determinar la resistencia efectiva de los elementos, ha sido necesario dar una calificación a la estructura tanto por la calidad de diseño y construcción, como por el estado en que se encuentra, en la Tabla 2 se observan los coeficientes propuestos para la reducción de la resistencia de los elementos. Para la estructura, el coeficiente de diseño y construcción es adoptado como 0.8 (regular) debido a que la edificación fue diseñada siguiendo los lineamientos de la época para cargas verticales, pero no posee sistema estructural sismo-resistente. El coeficiente de estado de la estructura propuesto es de 0.8 (regular), para la estructura, debido a que se presentaron patologías considerables en la estructura. Teniendo en cuenta la inspección de campo realizada la calificación de estos dos aspectos se presenta a continuación:

Tabla 2 - Coeficientes de reducción de resistencia estructuras

DESCRIPCIÓN	ESTADO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL	FACTOR DE REDUCCIÓN
VIVIENDA UNIFAMILIAR	Diseño y construcción: Regular ESTADO ESTRUCTURA:	ØC = 0.8 ØE = 0.8

Estos factores de reducción son los que permiten calcular la resistencia efectiva, utilizando la siguiente ecuación:

$$N_{ef} = \phi_c * \phi_e * N_{ex}$$

Ecuación no 1

Donde:

N_{ef} = Resistencia efectiva

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



$\emptyset_c$ = Coeficiente de reducción de resistencia por calidad de diseño y construcción de la estructura

$\emptyset_e$ = Coeficiente de reducción de resistencia por estado de la estructura N_{ex} = Resistencia existente



4. Metodología evaluación de la estructura existente y estudio de análisis de vulnerabilidad

De acuerdo a la información preliminar obtenida del paciente y los levantamientos y exploraciones adelantadas, se realiza un modelo para la estructura actual, el cual se analiza para las fuerzas sísmicas de diseño en combinación con las fuerzas de gravedad incrementadas de acuerdo con las combinaciones de carga indicadas en el Título B del NSR-10 (esfuerzos de trabajo).

El análisis sísmico se llevó a cabo por el método de la fuerza horizontal Equivalente, se elaboró un modelo tridimensional mediante el software ETABS 2016, con el fin de determinar los esfuerzos y desplazamientos en los elementos que conforman el sistema estructural.

Con los resultados de las demandas obtenidas de los análisis de los modelos y las capacidades actuales calculadas en los elementos, se calcularon los índices de sobre esfuerzo de los elementos y de las estructuras con el fin de determinar los puntos o zonas vulnerables a tener en cuenta en el reforzamiento final. Así mismo se determinaron los índices de flexibilidad de los pisos y de la estructura y finalmente los índices de vulnerabilidad.



4.1 Modelo tridimensional

La modelación del paciente se ha realizado utilizando el programa de elementos finitos Etabs 2016 Ultimate 16.2.1 teniendo en cuenta el sistema estructural que presenta la edificación, su estado actual y las diferentes cargas a la que está sometida.

El criterio bajo el cual se evaluará el sistema estructural, es el de mampostería simple, esto debido a que la configuración y detallado de la estructura no le permite una mayor capacidad de disipación de energía.

La estructura se modela con el fin de determinar los índices de vulnerabilidad y flexibilidad tanto por derivas.

Tabla 3 - Sistema estructural – vivienda unifamiliar

UNIDAD	UBICACIÓN	SISTEMA ESTRUCTURAL
VIVIENDA UNIFAMILIAR	BOGOTÁ D.C.	MUROS DE CARGA DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA

Esta edificación fue modelada de acuerdo a las condiciones actuales y según los planos del levantamiento y teniendo en cuenta las cargas presentes en la edificación. La estructura cuenta con un sistema estructural de muros de carga de mampostería no reforzada.

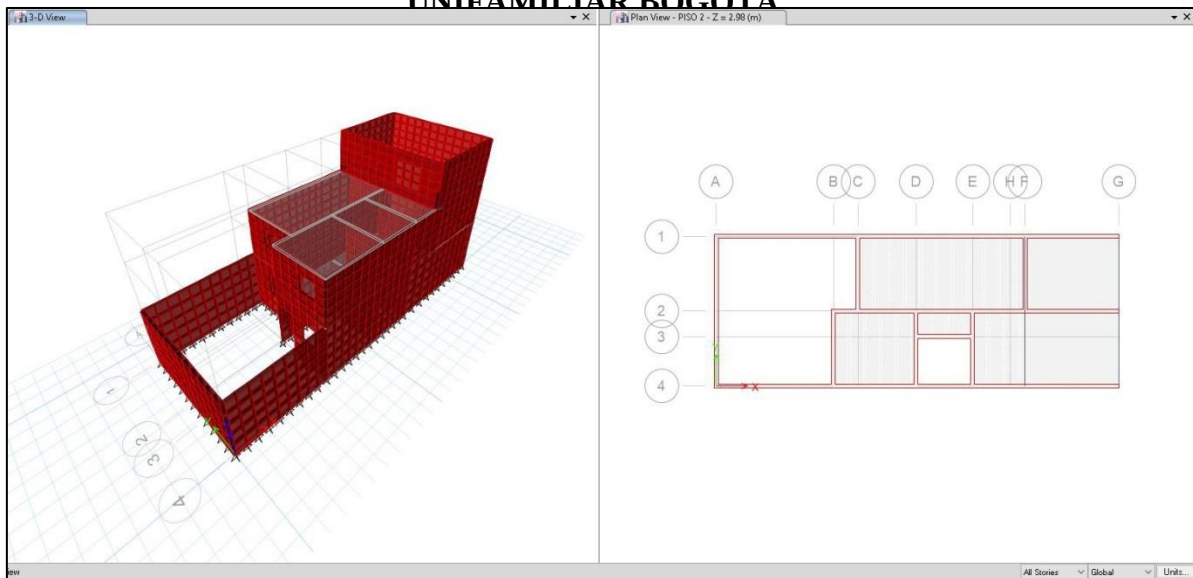


Imagen No 20 - Modelo tridimensional vista 3D y Vista segundo nivel. Fuente propia

4.2 Propiedades de los materiales

Conforme a las actividades de exploración llevadas a cabo y los muretes enviados a ensayo (Ver anexo 4), se adopta el siguiente valor de compresión de la mampostería, correspondiente a los ensayos de laboratorio:

Tabla 4 - Resultado ensayo a compresión murete mampostería

ENSAYO A COMPRESIÓN										
No.	Largo Promedio L (cm)	Ancho Promedio e (cm)	Alto Promedio a (cm)	Area Neta (cm²)	Carga Máxima (kgf)	Resist a la compresion (kgf/cm²)	am/em	Factor de Corrección	Resistencia f _{mt} MPa	Resistencia f _{mt} (kgf/cm²)
1	26,5	12,5	24,2	330,2	44840	135,8	1,94	1,00	13,26	135,3
2	25,5	12,5	23,6	318,8	38920	122,1	1,89	0,99	11,83	120,6
3	24,9	12,8	22,5	318,7	13350	41,9	1,76	0,96	3,94	40,2
PROMEDIO									9,7	98,7

Mampostería: $f'_m = 98 \text{ kg/cm}^2 = 9.7 \text{ MPa}$



4.3 Parámetros sísmicos de diseño y ubicación en el mapa de zona de amenaza sísmica

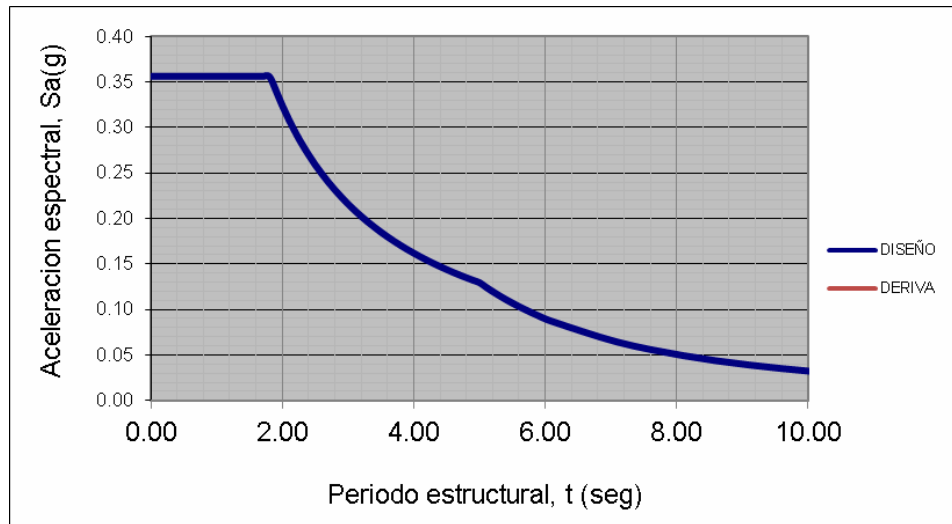
Para hacer el análisis de vulnerabilidad ante eventos sísmicos para la estructura se ha utilizado el espectro de diseño, en donde se han determinado los coeficientes espectrales proporcionados por el reglamento (NSR-10) y la microzonificación sísmica (decreto 523 de 2010), la ciudad de Bogotá se encuentra ubicada en una zona de amenaza sísmica INTERMEDIA. El paciente se encuentra en la zona de microzonificación LACUSTRE 500.

4.3.1 Parámetros de análisis sísmico

- Método Utilizado: Fuerza horizontal equivalente
- Aceleración horizontal pico efectiva de diseño (A_a): **0.15g**
- Aceleración que representa la velocidad horizontal pico efectiva de diseño (A_v): **0.20g**
- Coeficiente de amplificación, periodos cortos (F_a): **1.95**
- Coeficiente de amplificación, periodos intermedios (F_v): **1.70**
- Grupo de uso: **I** (Estructuras de ocupación normal)
- Coeficiente de Importancia (I): **1.0**



- Coeficiente de modificación de respuesta (Ro): 1.0 (no posee capacidad de disipación de energía)
- Microzonificación Zona: **LACUSTRE 500**



Gráfica 1 - Espectro de diseño microzonificación, Lacustre 500

Para determinar el periodo natural de la estructura, se aplican cargas sobre los puntos donde se concentra la masa y se toman los desplazamientos respecto a cada dirección analizada.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n (f_i \delta_i)}} \quad (\text{A.4-2-1})$$

Formula No 2

Dónde:

T = Periodo de vibración de la estructura.

m_i = Masa del nivel i

δ_i = Desplazamientos en el nivel i

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



f_i = Fuerza sísmica horizontal en el nivel i

Tabla 5 - Periodo de la estructura

ESTRUCTURA	PISOS	T(S)	
		Tx	TY
VIVIENDA UNIFAMILIAR	2	0.032	0.065

4.3.2 Coeficientes de disipación de energía

Cuenta con un sistema estructural de muros de carga de mampostería no reforzada, por tanto se asumen valores de ($R = R_o \text{ } \emptyset a \text{ } \emptyset p \text{ } \emptyset r = 1.0$)

Tabla 6 - Sistema estructural de muros de carga y coeficiente de disipación de energía
Tabla A.3-1 (Norma NSR-10)

A. SISTEMA DE MUROS DE CARGA		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			alta		intermedia		Baja	
				uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
1. Paneles de cortante de madera	muros ligeros de madera laminada	3.0	2.5	si	6 m	si	9 m	si	12 m
2. Muros estructurales									
a. Muros de concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES)	el mismo	5.0	2.5	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
b. Muros de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	4.0	2.5	no se permite		si	50 m	si	Sin límite
c. Muros de concreto con capacidad mínima de disipación de energía (DMI)	el mismo	2.5	2.5	no se permite		no se permite		si	50 m
d. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DES) con todas las celdas rellenas	el mismo	3.5	2.5	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
e. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DMO)	el mismo	2.5	2.5	si	30 m	si	50 m	si	Sin límite
f. Muros de mampostería parcialmente reforzada de bloque de perforación vertical	el mismo	2.0	2.5	Grupo I	2 pisos	si	12 m	si	18 m
g. Muros de mampostería confinada	el mismo	2.0	2.5	Grupo I	2 pisos	Grupo I	12 m	Grupo I	18 m
h. Muros de mampostería de cavidad reforzada	el mismo	4.0	2.5	si	45 m	si	60 m	si	Sin límite
i. Muros de mampostería no reforzada (no tiene capacidad de disipación de energía)	el mismo	1.0	2.5	no se permite		no se permite		Grupo I (Nota 3)	2 pisos



4.4 COMBINACIONES DE CARGA

Las combinaciones de carga utilizadas para el análisis de la estructura son las siguientes:

- 0.6 D
- D
- D + 1.0 L
- D + 1.0 (Lr ó Le ó G)
- D + 0.75 L + 0.75 (Lr ó Le ó G)
- D + 1.0 E
- D + 1.0 E + 0.75 L + 0.75 (Lr ó Le ó G)
- 0.6 D + 1.0 E

Es necesario reducir la fuerza sísmica (F_s) dividiéndola por el coeficiente de capacidad de disipación de energía y multiplicando por el coeficiente de sobre-resistencia:

$$E = \frac{F_s}{R} \Omega$$

Formula No 3

Dónde:

F_s : Fuerza sísmica

R: Coeficiente de capacidad de disipación de energía

Ω : coeficiente de sobre-resistencia

Para las cargas sísmicas se tuvo en cuenta la consideración de 100% del sismo en sentido X y 30% del sentido Y al analizarlo en la dirección X y 100% del sismo en sentido Y y 30% del sentido X para un análisis en la dirección Y.

Para la verificación de las derivas obtenidas de las deflexiones horizontales causadas por el sismo de diseño, deben utilizarse los requisitos del Capítulo A.6 de la Norma NSR-



10, los cuales exigen que las derivas se verifiquen para las fuerzas sísmicas F_s , sin haber sido divididas por R .

4.5 EVALUACIÓN DE CARGAS

Se han evaluado todas las cargas que pueden afectar la estructura, teniendo en cuenta el uso que actualmente se le está dando.

4.5.1 Carga muerta

Para determinar esta carga se ha tenido en cuenta el peso de los elementos no estructurales que conforman la edificación, al igual que todos los acabados, tanto de piso como de cielorraso, muros y fachada.

4.5.2 Carga viva

La carga viva se ha seleccionado de los valores proporcionados por la norma NSR-10, teniendo en cuenta el uso que se le está dando a la edificación; para el caso de esta estructura se ha tomado la carga de 180 kg/m^2 para residenciales cuartos privados y sus corredores y de 50 kg/m^2 en cubierta.

4.5.3 Datos de entrada

Para la estructura se tomó para cada uno de los elementos los datos geométricos provenientes de la exploración estructural. (Anexo 3, memorias de cálculo).



4.5.4 Datos de salida

Los resultados arrojados por el programa ETABS de los esfuerzos para la envolvente de combinaciones de carga por el método de esfuerzos de trabajo se pueden observar en los anexos "Esfuerzos en muros". (Anexo 3, memorias de cálculo).

4.6 SOLICITACIONES SÍSMICAS

Por medio del programa Etabs 2016, se han determinado estas solicitaciones, el cual introduce una aceleración a los elementos de la estructura y con base en las fuerzas inerciales calculadas se obtienen las fuerzas internas de los elementos.

4.6.1 Índices de flexibilidad

Los índices de flexibilidad se han determinado para los efectos horizontales como el máximo cociente entre las derivas obtenidas y las permitidas por el reglamento.

Se determinaron los índices de flexibilidad de los pisos. Se define como índice de flexibilidad de cada piso, al máximo cociente entre las derivas obtenidas del análisis estructural y las derivas máximas permitidas por la NSR-10. El índice de flexibilidad general o de toda la estructura será el mayor valor de los índices de flexibilidad de todos los pisos del edificio.³

³ Reglamento colombiano de construcción sismo resistente
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>



Tabla 7 - Sismo en x combinación d +1sx

MURO	PISO	H [M]	D X [M]	D Y [M]	D A	DP [CM]		I F
MURO EJE 1	N+0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0	0.0	O	
	N+2.98	2.98	0.0006	0.0003	0.0	1.4	O	0. O
	N+5.34	2.36	0.0012	0.0005	0.0	1.1	O	0. O
MURO	PISO	H [M]	D X [M]	D Y [M]	D A	DP [CM]		I F
MURO EJE 2	N+0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0	0.0	O	
	N+2.98	2.98	0.0004	0.0003	0.0	1.4	O	0. O
	N+5.34	2.36	0.0011	0.0004	0.0	1.1	O	0. O

4.6.2 Índices de sobre esfuerzo

Los esfuerzos en la mampostería se han determinado de acuerdo con el procedimiento dado en el reglamento NSR-10. Este índice se ha evaluado en los muros utilizando la envolvente de todas las combinaciones de carga por esfuerzos de trabajo. En el anexo 3 (cálculo de índices de sobre esfuerzo), se presentan esfuerzos de tensión en los muros lo cual indica que esta construcción por su tipo de material no está en capacidad de soportar esfuerzos de tensión por lo que la degradación de la resistencia de la estructura sería inminente, por esta razón solo se evalúa el índice como CUMPLE o NO CUMPLE, por lo que se espera que la estructura no tenga un comportamiento adecuado ante un sismo y su índice de vulnerabilidad sea mayor a la unidad.

La Norma NSR-10 define como el índice de sobre esfuerzo como las solicitaciones equivalentes evaluadas sobre la resistencia efectiva del elemento, dado que la mampostería no reforzada no está en la capacidad de resistir los esfuerzos generados por



las solicitaciones sísmicas ante esfuerzos de tensión, dada la rápida degradación del material ante estos esfuerzos ⁴

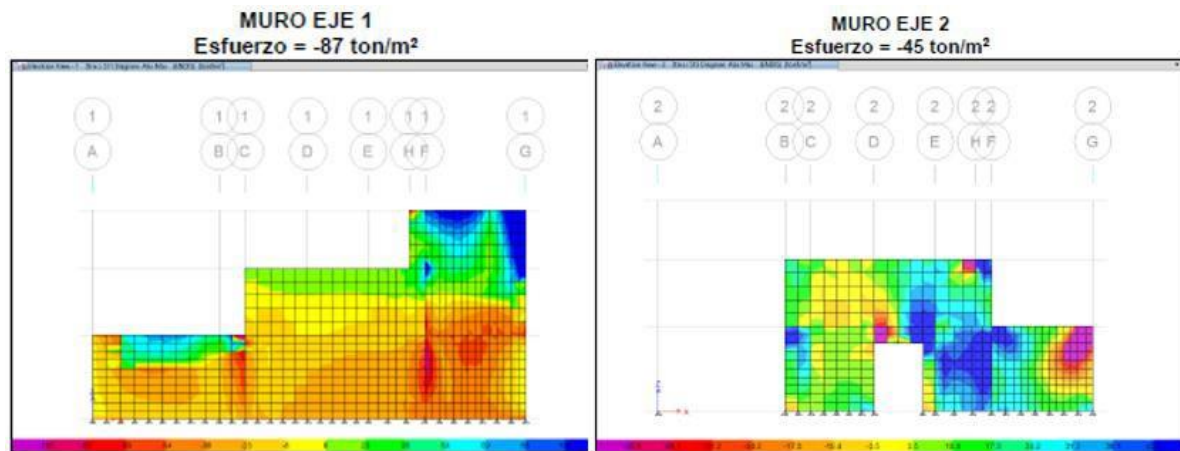


Imagen No 21 - Distribución de esfuerzos en muros, Ver anexo 3

4.7 Índices de vulnerabilidad sísmica

Estos índices permiten determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la edificación. Estos se definen de dos maneras:

- Primero como el inverso del índice de sobre-esfuerzo general de la estructura, lo cual indicará la fracción de resistencia que tendría una estructura nueva construida de acuerdo con los requisitos de la NSR-10.
- Segundo como el inverso del índice de flexibilidad general de la estructura, lo cual indicará la fracción de la rigidez que tendría una estructura nueva construida de acuerdo con los requisitos de la NSR-10.

⁴ Reglamento colombiano de construcción sismo resistente
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



Tabla 8 - Esfuerzos admisibles en mampostería (Espectro de Diseño)⁵

PROPIEDAD	VARIABLE	VALOR (Ton/m ²)	ESFUERZO MURO EJE 1 (Ton/m ²)	I _E	CONDICIÓN
Resistencia a la tensión por flexión horizontal (esfuerzo último) S11	f_{th}	17	-87	5.12	NO CUMPLE
Resistencia a la tensión por flexión vertical (esfuerzo último) S22	f_{tv}	33	-82	2.48	NO CUMPLE
Resistencia al corte (esfuerzo último) S12	f_v	7.07	-35	4.95	NO CUMPLE

PROPIEDAD	VARIABLE	VALOR (Ton/m ²)	ESFUERZO MURO EJE 2 (Ton/m ²)	I _E	CONDICIÓN
Resistencia a la tensión por flexión horizontal (esfuerzo último) S11	f_{th}	17	-57	3.35	NO CUMPLE
Resistencia a la tensión por flexión vertical (esfuerzo último) S22	f_{tv}	33	-80	2.42	NO CUMPLE
Resistencia al corte (esfuerzo último) S12	f_v	7.07	-45	6.36	NO CUMPLE

PROPIEDAD	VARIABLE	VALOR (Ton/m ²)	ESFUERZO MURO EJE 4 (Ton/m ²)	I _E	CONDICIÓN
Resistencia a la tensión por flexión horizontal (esfuerzo último) S11	f_{th}	17	100	5.88	NO CUMPLE
Resistencia a la tensión por flexión vertical (esfuerzo último) S22	f_{tv}	33	-70	2.12	NO CUMPLE
Resistencia al corte (esfuerzo último) S12	f_v	7.07	35	4.95	NO CUMPLE

⁵ Reglamento colombiano de construcción sismo resistente
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>



5. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Con base en los resultados de los índices de sobre esfuerzo, se puede concluir que los muros en mampostería del paciente, se encuentran sobre esforzados ya que presentan índices superiores a la unidad. Es importante tener en cuenta que el coeficiente de capacidad de disipación de energía es de uno ya que la mampostería no reforzada no tiene capacidad de disipación de energía.

- El Sistema de construcción actual se encuentra clasificado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente únicamente para casas de máximo dos pisos ubicadas en zona de amenaza sísmica baja, razón por la cual no es permitido su uso en zona sísmica intermedia.
- Los muros de mampostería se encuentran sin confinamiento lo cual lo hace muy vulnerable a fuerzas generada por sismo.
- Los muros en mampostería no reforzada presentan esfuerzos admisibles por encima de la unidad por lo que no están cumpliendo los requerimientos de la NSR-10.

En conclusión la estructura presenta un nivel alto de vulnerabilidad sísmica, ya que no cuenta con un sistema estructural competente, capaz de soportar las cargas dinámicas laterales impuestas por un sismo y al mismo tiempo corresponde a un sistema estructural no permitido por el reglamento NSR-10 para esta zona de amenaza sísmica.



5.1 MECANISMO DE FALLA

A partir de los valores de índices de esfuerzos admisibles contenidos en la tabla anterior, se ha planteado una hipótesis de secuencia de falla de la edificación con la línea de menor resistencia, identificando la incidencia de la falla progresiva de los elementos, iniciando con aquellos que presentan un mayor índice de esfuerzos admisible.

5.2 Resumen análisis de vulnerabilidad

Con los valores de los índices de flexibilidad y sobreesfuerzo de los elementos por envolvente de combinaciones de carga, se ha procedido a evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones mediante el cálculo del inverso del índice de sobreesfuerzo y de flexibilidad, que representan una fracción de la resistencia y de la rigidez respectivamente que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos del reglamento NSR-10. Cuando el valor del índice general por rigidez y resistencia es mayor o igual a la unidad, se interpreta que la estructura no es vulnerable, mientras que si el valor es inferior a la unidad indica que es vulnerable en la medida que la fracción se acerque más a cero. En las siguientes tablas se presentan estos valores de acuerdo al espectro utilizado.



Tabla 9 - Vulnerabilidad sísmica de la estructura, calculada con la envolvente de combinaciones de carga (Espectro de Diseño)

ESPECTRO DE DISEÑO					
ESTRUCTURA	N° DE PISOS	INDICE DE FLEXIBILIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO	INDICE GENERAL POR RIGIDEZ	INDICE GENERAL POR RESISTENCIA
VIVIENDA UNIFAMILIAR	2	0.06	6.36	16.7	0.157

Del anterior análisis se concluye que la estructura debe ser reforzada en los muros, debido a que los esfuerzos presentes en estos elementos superan la resistencia de los mismos.



6. Intervención del sistema estructural

Una vez realizado el análisis de vulnerabilidad, se concluyó que el paciente no cumple los requisitos mínimos contemplados en el código de sismo resistencia correspondiente al año 2010 (NSR-10) bajo solicitaciones sísmicas para estructuras ubicadas en zonas de amenaza sísmica INTERMEDIA.

La estructura no tiene un sistema estructural competente ante solicitaciones de carga horizontal, su composición se basa en muros de mampostería simple, esta configuración, según la NSR-10 Tabla A.3-1 no es un sistema permitido, debido a que no está en capacidad de soportar adecuadamente fuerzas horizontales provenientes de movimientos sísmicos. Ubicándose Bogotá D.C. en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia, y la localización del predio en Microzonificación Lacustre 500, es necesario reforzar la estructura aprovisionándola de un sistema estructural capaz de soportar las fuerzas sísmicas de diseño, se hace énfasis en la necesidad de realizar la actualización de esta edificación al Reglamento NSR-10.

De acuerdo a lo anterior es necesario modificar la capacidad del sistema estructural para que sea capaz de resistir las solicitaciones que exige la presente versión del Reglamento y así obtener un mejor comportamiento sísmico de la edificación. Para esto, es necesario realizar la evaluación de alternativas de intervención y/o reforzamiento teniendo en cuenta el grado de afectación de la estructura y la viabilidad desde el punto de vista técnico y económico.

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



A continuación, se presenta una descripción de la alternativa propuesta para modificar el sistema estructural y actualizarlo al reglamento NSR-10.

- Dado a lo anterior, es necesario hacer un cambio en el sistema estructural, a un sistema permitido por la NSR-10, para lo cual se propone un sistema en muros de carga de mampostería confinada (Grupo I), para lo cual es necesario generar columnas de confinamiento, zapatas, vigas y recalzar algunas viguetas existentes
- En el proceso de reforzamiento se afectará la arquitectura existente, dado que se deben cortar los muros de mampostería actuales en los lugares donde se proponen las columnas nuevas, así mismo la construcción de vigas de confinamiento para amarrar y generar un sistema estructural permitido en toda la edificación, lo cual implica desmonte total de la cubierta y demolición de muros de mampostería.

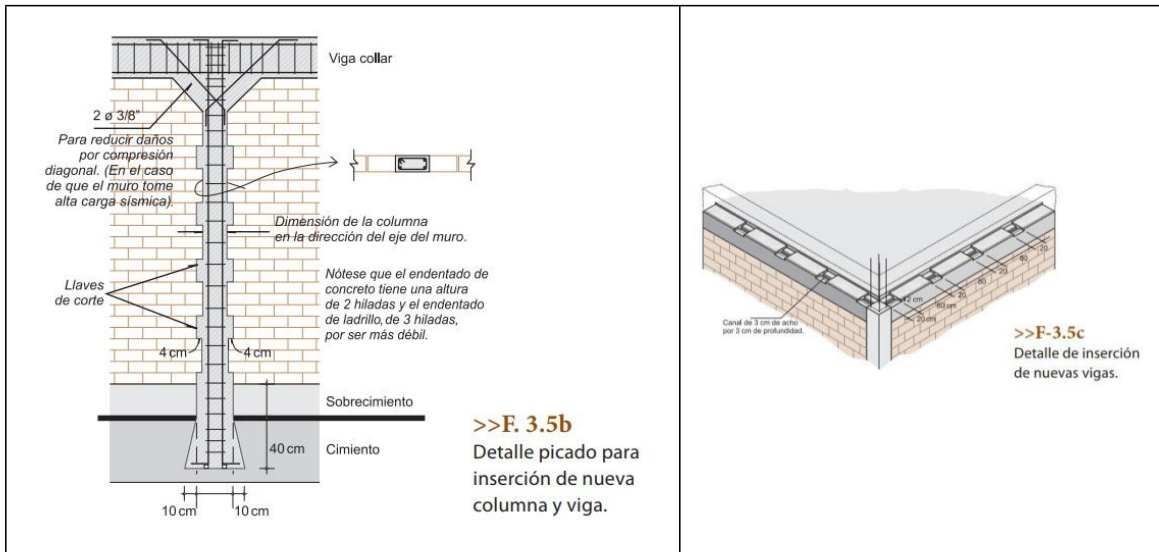


Imagen No 22 - Esquema detalle de reforzamiento con columna de confinamiento en muro. Tomado de Vivienda (2019)



7. INTERVENCIÓN DE LAS LESIONES

Después de realizar el levantamiento de las lesiones se realizó una ficha técnica general para identificar las acciones a seguir y reparar los problemas ocasionados por las humedades y las fisuras en la edificación. (Ver anexo A fichas de patología- análisis y resultados de las lesiones)

La intervención propuesta para reparar los diferentes tipos de lesiones sería viable en el caso de realizar el reforzamiento de la estructura, según lo estipulado en la norma, esto combinado con la construcción de elementos no estructurales podrá prevenir el deterioro de la edificación ocasionada por las humedades .afectación que fue ocasionada por las humedades en la edificación.

A continuación un resumen de las lesiones encontradas y el porcentaje de las mismas.

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



		TOTAL	PORCENTAJE	TOTAL	TOTAL
FISICA	HUMEDAD	43	34%		
	SUCIEDAD	19	15%		
	EROSION	1	1%		
MECÁNICA	FISURAS	20	16%		
	DESPRENDIMIENTOS	31	24%		
	EROSION MECANICA	4	3%		
QUÍMICA	EFLORESCENCIAS	2	2%		
	CORROSION	1	1%		
	BIOLOGICO ORGANISMOS	7	5%		
	EROSIONES	0	0%		
DIRECTA	FISICAS			4	
	MECANICAS			54	
	QUIMICAS			3	
	LESIONES PREVIAS			46	
INDIRECTA	PROYECTO				0
	EJECUCION				0
	MATERIAL				0
	MANTENIMIENTO				21
	TOTALES	128	100%	107	21

Imagen 23 - porcentaje de lesiones según su tipo. Fuente propia



A continuación se plantearán algunos tipos de reparaciones para los efectos causados por la falta de mantenimiento, los cuales están descritos también en las fichas de cada lesión, de esta manera se proporciona una información más detallada y completa para cada lesión según aplique para cada caso.



Imagen No 24 - Reparación suciedad. Fuente propia

Descripción: Muros de fachada principal.

Causa: Falta de mantenimiento ante la presencia de humedad.

Tipo de intervención: Para este tipo de lesión se propone:

- a. Lavar la zona afectada con chorro de agua caliente a presión, con detergente anti moho que disuelva la suciedad sin dañar el revestimiento.
- b. Aplicar un producto repelente de agua anti-musgo o hidrófugo para proteger las superficies.



Imagen No 25 - Reparación de desprendimientos. Fuente propia

Descripción: paredes exteriores del paciente

Causa: Pérdida de adherencia del revestimiento del revoco o enyesado por el paso del tiempo originado por la humedad, cambios de temperatura, grietas, pérdidas de las propiedades del material

Tipo de intervención: Para éste tipo de lesión se propone:

- Limpiar la zona afectada desprendiendo la pintura o enyesados.
- Aplicar una capa de enyesado y un acabado de pintura plástica



Imagen 26 – Reparación biológica de organismos. Fuente propia



Descripción: paredes exteriores del paciente

Causa: Indirectas: aparecen como causa del mal estado de conservación de la vivienda ya que genera las condiciones favorables para el desarrollo de los insectos.

Tipo de intervención: Para este tipo de lesión se propone:

- a. Se pueden reparar o sustituir ocasionalmente, pero lo aconsejable sería la eliminación de plantas vegetales y el lavado superficial de las tejas afectadas, con jabones naturales, no agresivos con el medioambiente y agua a presión.



Imagen 27 - Reparación de humedades. Fuente propia

Descripción: Este tipo de humedad aparece provocada por la rotura del falso techo debido a la humedad propiciando la filtración del agua de lluvia en el interior de la vivienda

Causa: El mal estado de conservación de la vivienda ya que presenta roturas puntuales en la cubierta de tipo inclinada propiciando la filtración del agua de lluvia.

Tipo de intervención: Para este tipo de lesión se propone:

- a. Retirar la teja que está en mal estado y reemplazarla



- b. Aplicar un producto repelente de agua anti-musgo o hidrófugo para proteger la zona de futuras filtraciones



Imagen No 28 - Reparación de eflorescencias. Fuente propia

Descripción: Cristalización de sales que normalmente pertenecen al mismo cerramiento distribuidas mediante disolución con el agua que la atraviesa y una evaporación posterior al llegar al muro.

Causa: aparecen como causa de antigüedad de la vivienda y al mal estado puntual en algunas zonas

Tipo de intervención: Para este tipo de lesión se propone:

- a. Lavar la zona afectada con chorro de agua caliente a presión, con detergente anti moho que disuelva la eflorescencia.
- b. Aplicar un producto repelente de agua anti-musgo o hidrófugo para proteger la superficie.



Imagen 28 - Reparación de filtración. Fuente propia

Descripción: Este tipo de humedades aparecen provocadas por el agua lluvia en los muros del paciente

Causa: manifiesta por la entrada de agua en la vivienda generados por los agujeros del deterioro del material o de algún material constructivo, como por ejemplo; por desplazamiento de algunas tejas o por la rotura.

Tipo de intervención: Para este tipo de lesión se propone:

- a. Retirar la pintura en mal estado, esto lo haremos con la espátula.

Una vez que hayamos saneado la pared se procede a proteger el suelo donde aplicaremos un producto fijador con una brocha.

- b. Luego de que se seque el producto se le aplica una masilla plástica con la espátula y se va poniendo el producto sobre la zona afectada.
- c. Es importante que la pared este bien seca, para proceder a lijarla



- d. Por último se le aplica pintura en la zona afectada, asegurando que quede uniforme, una vez dada la primera capa se espera 24 horas para poder darle la segunda.



Imagen No 29 - Reparación de fisuras. Fuente propia

Descripción: La lesión se encuentra en la mayoría de los muros de la vivienda en el primer y segundo piso.

Causa: El estado de conservación de la vivienda también propicia a las filtraciones de agua, sobre todo bajo cubierta, causando menor compactación de las paredes y el reblandecimiento de estas, originando, también variaciones de temperatura produciendo fisuras

Tipo de intervención: Para este tipo de lesión se propone:

- a. Preparación de la superficie: Se debe abrir la fisura en forma de “V” mediante la utilización de un disco de corte.
- b. Se debe limpiar la superficie a tratar con una bocha con el fin de eliminar las partículas de polvo, esta superficie deberá conservarse siempre seca.



- c. Se debe aplicar una masilla de poliuretano para el sellado de la junta, el ancho mínimo de la junta deberá ser de 1 cm con un máximo de 3,5 cm.
- d. En el caso de sellado de fisuras en las zonas húmedas junto a las piscinas, el material a utilizar es una silicona neutra no pudiendo ser utilizada en dilataciones de más de 1,5 cm de ancho. La zona debe imprimarse aplicando un solvente con base en poliuretano.
- e. No se deberá pintar antes de que haya curado la masilla.



Imagen 30 - Reparación de corrosión oxidación. Fuente propia

Descripción: La lesión se halla baño del segundo piso

Causa: La principal causa es la presencia de oxígeno del ambiente y del agua de lluvia. La transformación de los metales en óxido, se produce al entrar en contacto con el oxígeno, ya que la superficie del metal tiende a transformarse en óxido que es químicamente más estable, protegiendo de esta manera la resta del metal.

Tipo de intervención: Para este tipo de lesión se propone:

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



- a. Realizar una posterior aplicación de dos capas de pintura no ferrosa para proteger la reja del oxígeno que se encuentra en el ambiente y en el agua de lluvia



8. PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTOS

Después de análisis todas las posibles alternativas según lo indicado por la norma NSR 10 y las ley 388 de 1997, se ofrecen dos alternativas viables para el paciente así:

1. Reforzamiento estructural para el cual a continuación se presenta un presupuesto por metro cuadrado (m²) para la zona a intervenir. (Ver imagen 31)

RESUMEN CONTRACTUAL				
ITEM	REFORZAMIENTO			Costo directo
1.	PRELIMINARES			5.814.262,00
2.	DEMOLICIONES Y DESMONTES			10.027.395,00
3.	ESTRUCTURA			59.174.869,00
4.	MAMPOSTERIA, PISOS Y ACABADOS			10.457.744,00
5.	INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS			7.673.428,00
6.	INSTALACIONES ELECTRICAS			5.926.300,00
7.	CARPINTERIA METALICA			20.696.785,00
8.	CARPINTERIA EN MADERA			4.256.410,00
9.	CIELO RASOS Y CUBIERTAS			15.657.040,00
10.	CERRADURAS, VIDRIOS Y ESPEJOS			16.814.746,00
11.	GENERALES			2.224.112,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				150.003.451,00
	Administración Constructor	%	31,68%	47.525.834,53
	Imprevistos	%	7,00%	10.500.241,57
	Utilidad	%	5,00%	7.500.172,55
	IVA (19% sobre las utilidades)	%	19,00%	1.425.032,78
VALOR TOTAL OBRA				216.954.732

Imagen 31 resumen presupuesto reforzamiento

ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN A VIVIENDA UNIFAMILIAR BOGOTÁ



2. La otra alternativa es la demolición y ejecución de una obra nueva para esto se habló con el propietario donde se realizaría la demolición y otras personas realizarían la siguiente etapa, de la obra nueva ya que esta no está contemplada en este informe.

A continuación se presenta el presupuesto para la demolición aclarando que este valor no contempla el reciclado y la recuperación de ningún material y eso se realizara el presupuesto bajaría en un 10 a 15 %. (ver imagen 32)

RESUMEN CONTRACTUAL				
ITEM	DEMOLICIONES			Costo directo
1.	PRELIMINARES			5.814.262,00
2.	DEMOLICIONES Y DESMONTES			10.027.395,00
3.	GENERALES			2.224.112,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				17.443.435,00
	Administración Constructor	%	31,68%	5.526.631,55
	Imprevistos	%	7,00%	1.221.040,45
	Utilidad	%	5,00%	872.171,75
	IVA (19% sobre las utilidades)	%	19,00%	165.712,63
VALOR TOTAL OBRA				25.228.991

Imagen 32 cuadro resumen presupuesto demolición del predio



9. Conclusiones

Se realizó el análisis, diagnóstico y se presentó la propuesta de intervención para el paciente siguiendo los pasos según las directrices obtenidas a lo largo de la especialización de Patología de la Construcción de la Universidad Santo Tomás

Se realizó el reconocimiento del lugar donde obtuvo un registro fotográfico, el registro de las lesiones del paciente y los problemas constructivos.

Se identificaron los tipos de lesiones que tenía el paciente y se relacionaron en las fichas de patología cada una de ellas.

Se realizó el levantamiento arquitectónico y estructural del paciente.

Se ejecutaron ensayos como sondeos, apiques, muretes, extracción de núcleos, ferrosan, y esclerometría

Se recopiló toda la información necesaria para poder dar un diagnóstico cumpliendo con reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 para esta zona de amenaza sísmica.

Después de analizar toda la información del paciente se tiene 2 alternativas que son:

- A) Reforzamiento estructural y reparación de las lesiones
- B) Demolición del predio y obra nueva



10. Recomendaciones

El paciente presenta un nivel alto de vulnerabilidad sísmica ya que no cuenta con un sistema estructural competente, capaz de soportar las cargas dinámicas laterales impuestas por un sismo y al mismo tiempo corresponde a un sistema estructural no permitido por el reglamento NSR-10 para esta zona de amenaza sísmica. Por lo anterior se recomienda:

Además de la intervención estructural, se debe realizar un mantenimiento periódico, que evite la reaparición de organismos tanto en fachada como en pisos, así mismo para evitar la suciedad y acumulación que se evidencia

Realizar mantenimiento y/o reparar los sifones y bajantes existentes para recolección de agua que escurre del agua lluvia y reparar las zonas afectadas.

Se recomienda al propietario evacuar al paciente por el grado de peligro que las lesiones presentan para la salud y la seguridad humana.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kuroiwa Horiuchi, J., & Salas Peña, J. (2009). Manual para reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada dañadas por sismos: Tipología de daños. In *Manual para reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada dañadas por sismos: Tipología de daños*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). disponible : http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL_ALBA_CONFL.pdf. consulta: 15 agosto 2019



REFERENCIAS

- GOB.PE. (2019). *Plataforma digital única del Estado peruano*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de Estudios y manuales:
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL_ALBA_CONFI.pdf
- IDRD. (1997). *Instituto Distrital para la Recreación y el Deporte*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de Reglamento colombiano para la construcción sismo resistente NSR-10:
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>
- INGEOMINAS. (2019). *Servicio Geológico Colombiano*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de <https://www2.sgc.gov.co/Paginas/servicio-geologico-colombiano.aspx>
- Mapa de Colombia. (2019). *Mapa de Colombia*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de <http://www.mapadecolombia.com.co>
- PNUD. (2009). *Manual para la Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería Confinada Dañadas por Sismos*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de <https://eird.org/publicaciones/doc18144-contenido.pdf>
- SIRE. (2019). *Sistema de información para la gestión del riesgo y cambio climático*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de Geoportal:
<https://www.sire.gov.co/geoportal>
- Vivienda. (2019). *Vivienda*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL_ALBA_CONFI.pdf