

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO - TPI

**“ESTUDIO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DE LA CASA ÁVILA
UBICADA EN EL BARRIO TUNJUELITO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ”.**

Presentado por:

Ing. Jessica Jiménez Celis

Ing. Christian Chow Neira

Tutor:

Arq. Walter M. Barreto Castillo

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Programa de Especialización en Patología de la Construcción

Bogotá, Colombia

2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN	8
3. OBJETIVOS	9
3.1. OBJETIVO GENERAL	9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. ALCANCE Y LIMITACIONES	10
5. METODOLOGÍA	11
5.1. SELECCIÓN DEL PACIENTE	13
5.2. PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	15
5.2.1. Inspección preliminar del paciente	15
5.2.2. Recopilación de información necesaria para el estudio	15
5.2.3. Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente	15
5.2.4. Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración	15
5.2.5. Cronograma de la propuesta de intervención	16
5.2.6. Costo y forma de pago de la propuesta	17
5.2.7. Definición de los medios para realizar la exploración	18
6. HISTORIA CLÍNICA	19
6.1. Responsables del estudio	19
6.2. Fecha de realización del estudio	19
6.3. Edificaciones u obras vecinas	19
6.4. Clima	20
7. SUELOS Y CIMENTACIONES	21
7.1. Aspectos Geológicos	23
7.1.1. Geología de la Región	23
7.1.2. Suelos	23
7.1.3. Recursos Hídricos	23
7.1.4. Sismicidad	23
7.2. Estudio de vulnerabilidad sísmica	24
7.2.1. Historia de sismos en la zona de estudio	24
8. ARQUITECTURA	27
9. ESTRUCTURA	27
9.1. Análisis de diseño y construcción (A.10.2.2.1 - NSR10)	27
9.2. Estado de la estructura (A. 10.2.2.1 - NSR10)	29
9.3. Por diseño y construcción (A.10.2.2.1-NSR 10)	29
10. DESCRIPCIÓN GENERAL	29
10.1. Datos Generales del Paciente	29
10.2. Planos arquitectónico y estructurales	31
11. DATOS DE LAS LESIONES	32
11.1. Localización y levantamiento de daños	33



11.2. Evaluación física y mecánica, composición y estructura	34
11.3. Descripción de la patología más relevante en el paciente	36
12. MARCO CONCEPTUAL.....	37
12.1. Patología de Construcción.....	37
12.2. Categorías de lesión.....	37
12.3. Tipos de Patologías	38
12.3.1. Humedades.....	38
12.3.2. Ensuciamiento	38
12.3.3. Deformaciones	39
12.3.4. Fisuras	39
12.3.5. Eflorescencias	39
13. MARCO LEGAL Y NORMATIVO	40
14. MARCO HISTÓRICO	41
15. COMPONENTE EXPERIMENTAL.....	46
15.1. Unidades extraídas	46
15.2. Ensayo de resistencia a la compresión	48
15.3. Ensayo de absorción.....	49
15.4. Caracterización del suelo.....	50
16. DIAGNÓSTICO	51
17. ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN	52
17.1. Intervención Detallada	52
I. Diseño Detallado.....	52
II. Preparación del Sitio.....	52
III. Instalación del Sistema de canales	52
IV. Pruebas y Ajustes.....	52
18. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	53
18.1. Causa Primaria Identificada en el Diagnóstico.....	53
18.2. Propuesta de Intervención	53
18.3. Costos y Presupuesto de la Intervención	57
19. CONCLUSIONES	58
20. RECOMENDACIONES	59
21. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
22. ANEXOS	62
1. TABLA DE HISTORIA SÍSMICA BOGOTÁ D.C.....	62
2. PLANO ARQUITECTÓNICO PACIENTE CASA AVILA	62
3. PLANO Y DETALLES ESTRUCTURALES PACIENTE CASA AVILA	62
4. FICHAS DE TIPIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LESIONES	62
5. INFORMES DE LABORATORIO	62
6. FICHA DE MANTENIMIENTO	62
7. PLANO DE PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	62



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estrategia PHVA	11
Figura 2. Fachada de la Casa Ávila.....	13
Figura 3. Localización de la Casa Ávila	14
Figura 4. Plano Planta - distribución Casa Ávila	14
Figura 5. Ubicación de la zona de estudio según el mapa de clasificación del suelo en el POT	21
Figura 6. Sismicidad histórica de Colombia	22
Figura 7. Plano de Planta - Distribución	31
Figura 8. Ficha de tipificación y clasificación de lesiones.....	32
Figura 9. Localización general de las lesiones.....	33
Figura 10. Corredor y patio de la Casa Ávila.....	42
Figura 11. Jardín donde se evidencia la base de un antiguo árbol.	42
Figura 12. Muros construidos en ladrillo y mortero de pega.	43
Figura 13. Placa construida con casetón de guadua y cubierta con tejas de asbesto-cemento.....	44
Figura 14. Distribución actual de la Casa Ávila.....	45
Figura 15. Muestras Extraídas.....	46
Figura 16. Toma de Medidas.	47
Figura 17. Muestra en Ensayo.....	48
Figura 18. Muestras para ensayo de absorción	49
Figura 19. Canal Amazonas	54
Figura 20. Ubicación del sistema de canales.....	55
Figura 21. I. Representación gráfica de propuesta	56
Figura 22. II. Representación gráfica de propuesta.....	56



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ciclo PHVA en la Casa Ávila	12
Tabla 2. Costo de propuesta de intervención.....	17
Tabla 3. Requisitos de resistencia a la compresión, absorción de agua y clasificación del peso	18
Tabla 4. Historia sísmica de Bogotá D.C	25
Tabla 5. Valor de Aa y de Av para las ciudades capitales de departamento	28
Tabla 6. Datos generales de la Casa Ávila	30
Tabla 7. Dimensiones de las muestras.....	47
Tabla 8. Resultados de resistencia a la compresión	48
Tabla 9. Datos de peso seco y peso húmedo	49
Tabla 10. Datos de Porcentaje de absorción.....	50
Tabla 11. Presupuesto de intervención.....	57

RESUMEN

El documento corresponde al trabajo profesional integrado sobre el estudio patológico de la Casa Ávila en Bogotá. Describe la metodología empleada, la cual consistió en una inspección visual, levantamiento de lesiones, ensayos no destructivos, diagnóstico y propuesta de intervención. Se detectaron lesiones físicas, mecánicas y químicas, principalmente humedad y fisuras, atribuidas a una inadecuada gestión de aguas lluvias. El diagnóstico indicó que la causa primaria era la ausencia de un sistema de drenaje eficiente. La propuesta plantea la instalación de un sistema de canales y bajantes, junto con reparaciones focalizadas. El documento concluye resaltando la necesidad de implementar esta intervención para preservar la habitabilidad y seguridad de la Casa Ávila.

ABSTRACT

The document corresponds to the integrated professional work on the pathological study of Casa Ávila in Bogotá. It describes the methodology employed, which involved visual inspection, recording of lesions, non-destructive tests, diagnosis, and intervention proposal. Physical, mechanical, and chemical lesions were identified, primarily moisture and cracks, attributed to inadequate management of rainwater. The diagnosis indicated that the primary cause was the absence of an efficient drainage system. The proposal suggests the installation of a system of gutters and downspouts, along with targeted repairs. The document concludes by emphasizing the need to implement this intervention to preserve the habitability and safety of Casa Ávila.

PALABRAS CLAVE

Patología, Lesiones, Diagnóstico, Intervención, Casa Ávila.

KEYWORDS

Pathology, Lesions, Diagnosis, Intervention, Ávila House.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe técnico, se lleva a cabo el análisis de las lesiones encontradas en la construcción de la casa elegida como paciente, mediante un proceso de diagnóstico, se busca identificar y comprender a fondo las fallas presentes en dicha construcción, abordando los daños patológicos detectados durante las inspecciones visuales. Estos daños han provocado un notable deterioro en los acabados arquitectónicos y han afectado de manera significativa al paciente, lo cual es importante comprender para mitigar adecuadamente. El objetivo final es identificar la causa directa y así poder tomar las medidas correctivas necesarias para garantizar la integridad y seguridad de la construcción en cuestión.

El paciente denominado Casa Ávila, nombrada de esta manera por el propietario, se encuentra en Bogotá, en la carrera 13 con 54 sur en la localidad de Tunjuelito en el barrio que lleva su mismo nombre. Construida en sistema de muros en mampostería, tiene una tipología de vivienda familiar, en una zona de uso de suelo residencial.

El análisis detallado de las afectaciones en la Casa Ávila permite no solo identificar los problemas existentes, sino también comprender las posibles causas y evaluar las implicaciones a largo plazo que podrían surgir si no se abordan adecuadamente. Con base en estos hallazgos, se formulan recomendaciones y estrategias de intervención específicas, con el fin de remediar las deficiencias detectadas y prevenir futuros daños en la estructura.

2. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo profesional integrado se realiza debido a que se identifican lesiones graves en una casa familiar en la que sus habitantes manifiestan incomodidad por los olores debido a la humedad, el polvo por los desprendimientos de material y demás afectación, esto repercute negativamente en su calidad de vida y salud, así mismo, para el propietario la Casa Ávila, representa un valor sentimental por los años en los que ha vivido allí y por lo querido que es en el sector, pero por dichas afectaciones y la falta de solución ha pensado en mudarse.

Ante esta situación, resulta necesario realizar un estudio patológico que permita un adecuado seguimiento y debida atención a las afectaciones, esto se realiza por medio de inspección visual, ensayos y análisis de las lesiones observadas por dos ingenieros civiles, respaldados en los conocimientos adquiridos en la especialización en patología de la construcción y su experiencia, logrando evidenciar y analizar las lesiones que presentan los materiales y elementos de acuerdo con diferentes condiciones, todo esto se registra en planos, fichas y demás anexos en este informe, el cual, proporciona un análisis detallado de las lesiones encontradas, así como recomendaciones para abordar y corregir los problemas identificados, con el objetivo de garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de la Casa Ávila.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio patológico con el análisis integral de las lesiones presentes en las estructuras, los acabados y los elementos no estructurales, con el fin de identificar las causas subyacentes de los problemas y proponer soluciones adecuadas para mejorar la habitabilidad, seguridad y calidad de vida de los residentes.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Identificar y clasificar lesiones y daños presentes en la estructura, los acabados y los elementos no estructurales de la vivienda.
- II. Realizar un diagnóstico de las patologías encontradas, aplicando los conocimientos adquiridos en el campo de la patología de la construcción y utilizando las herramientas y técnicas adecuadas.
- III. Proponer alternativas de intervención o rehabilitación, considerando el comportamiento de los materiales, el sistema constructivo y las características específicas de la vivienda. Estas propuestas buscarán abordar las patologías identificadas y mejorar la habitabilidad, la seguridad y la calidad de vida de los residentes.

4. ALCANCE Y LIMITACIONES

El presente estudio, abarca la recopilación de la historia clínica, el diagnóstico y la propuesta de intervención correspondiente. Este análisis se realiza desde una perspectiva académica, por lo tanto, en caso de que el presente informe se requiera para temas legales es necesario contar con la aprobación y consentimiento de los profesionales que elaboraron el presente estudio.

Utilizando los conocimientos adquiridos durante la especialización y aplicándolos al estudio de las patologías, se realiza un levantamiento de planos esquemáticos, registro fotográfico, inspección visual, fichas de identificación y calificación de lesiones.

El objetivo principal es identificar las debilidades presentes en la construcción, considerando su condición como casa familiar. Se busca evaluar las lesiones y patologías que puedan afectar la estabilidad de la estructura, y proponer una intervención adecuada.

Los estudios técnicos y ensayos realizados por profesionales de la ingeniería civil respaldan las recomendaciones de rehabilitación. Sin embargo, es importante destacar que en caso tal, la intervención final debe ser supervisada por expertos en el tema para garantizar su eficacia y seguridad.

Es fundamental tener en cuenta que el informe patológico de la Casa Avila está limitado a este inmueble específico y su área total, no obstante, es importante tener en cuenta que este alcance no cubre la totalidad de los estudios y ensayos necesarios, por lo que en caso de una intervención integral en toda la edificación, se deberán considerar aspectos adicionales para una evaluación completa.

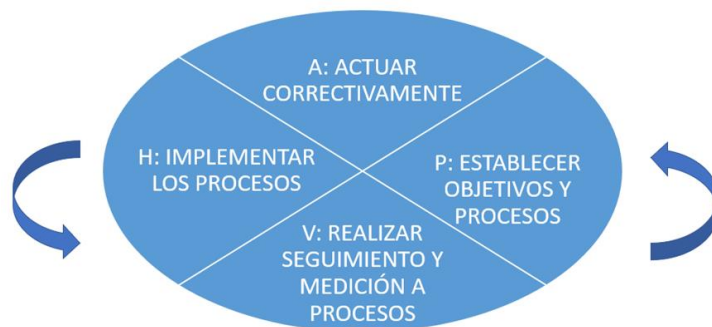
Es importante mencionar que debido a que la casa se encuentra habitada y que es de gran importancia para la familia y la comunidad, no se cuenta con autorización para la ejecución de ensayos destructivos de gran magnitud que permitan validar características o calidad de los materiales, por lo que se realizarán ensayos no invasivos y que puedan proporcionar información relevante para la investigación.

5. METODOLOGÍA

La metodología se contempla en tres grandes etapas: I. Proceso de evaluación e inspección, II. Ejecución del estudio patológico y III. Diagnóstico para intervención; en la etapa I se busca identificar lesiones de manera visual en el paciente, con base en la experiencia técnica de la ejecución y construcción de obras, estos hallazgos se registran en una lista de chequeo donde se evidenciará su ubicación y tipo de hallazgo, se procederá a la etapa II, realizar el análisis de cada elemento y determinar cuál es el procedimiento y material más adecuado para su reparación y por último pasamos a la etapa III, que consiste en dar las recomendaciones para que su uso sea adecuado y su mantenimiento se realice de manera adecuada y a tiempo para que no presente nuevamente deterioro, esto incluye realizar un informe donde se dará la recomendación de reparación o intervención que se requiera de cada zona.

Para obtener la información de manera adecuada se recomienda la aplicación del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) de sistemas de gestión de la calidad (ISO 9001, 2015), este enfoque permite planificar los procesos y asegurarse que se gestionen adecuadamente. Este ciclo ha sido utilizado ampliamente para la mejora de los procesos; por ello, es adecuado pensar que es una herramienta útil para la gestión de proyectos (Martins, 2021).

Figura 1.
Estrategia PHVA.



Fuente: (Martins, 2021).

En la tabla 1, se explican las actividades a realizar con la aplicación del ciclo PHVA para conseguir de manera adecuada la información requerida y poder realizar en análisis del paciente objeto de estudio.

Tabla 1
Ciclo PHVA en la casa Ávila.

Paso del ciclo	Acción por realizar
Planear	Se realizó identificación del paciente, en el que se determina; sistema constructivo, tiempo de uso, mantenimientos realizados, se solicitó información a los propietarios, se analizó la especificación de los materiales y lesiones encontradas.
Hacer	Se hizo un recorrido por la casa, en el que se realizó inspección visual y minuciosa donde se identificó el estado actual de los elementos que la componen, con la utilización de una ficha donde se describieron las patologías de la estructura así como posibles causas, repetitividad y dimensiones de las afectaciones.
Verificar	Se efectuó el comparativo de lo evidenciado en el recorrido por la casa, versus el estado que debería tener de acuerdo con el material y el tiempo de uso.
Actuar	Se generó la descripción de las patologías encontradas y su causa para identificar qué acciones tomar para cumplir con la vida útil de la estructura. Y generar el estudio patológico del paciente, el diagnóstico y las recomendaciones de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

5.1. SELECCIÓN DEL PACIENTE

La selección de la Casa Ávila como objeto de estudio se basó en la incomodidad de sus habitantes por las patologías encontradas, como humedad y desprendimientos de material que generan olores y polvo. Estos problemas afectan la calidad de vida y la salud de estos. A pesar del valor sentimental que el propietario tiene hacia la Casa Ávila, considera mudarse debido a la falta de solución de estas afectaciones.

Con el criterio y experiencia de los profesionales encargados de la investigación, respaldada por una exhaustiva inspección visual realizada antes de la elaboración del informe. Se llevó a cabo una visita al inmueble en compañía de los propietarios, quienes permitieron la toma de fotografías que evidencian deficiencias constructivas presentes en el área de la construcción.

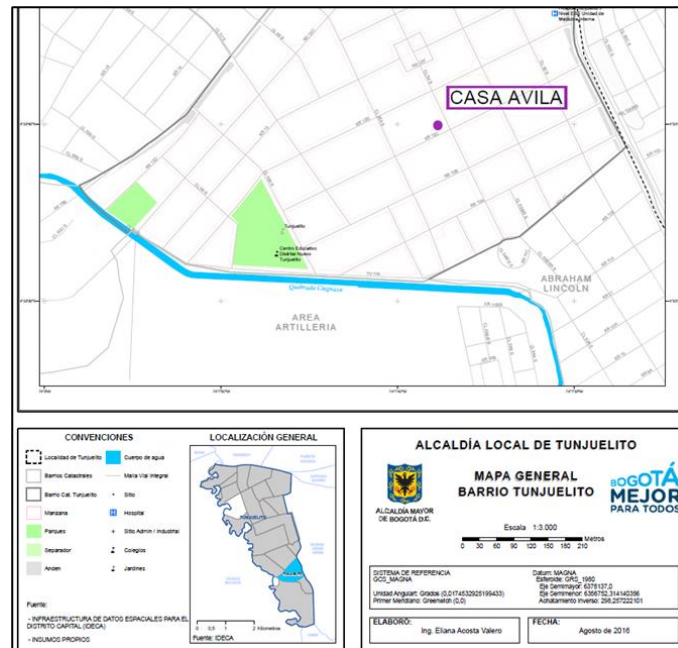
Figura 2.

Fachada de la casa Ávila.



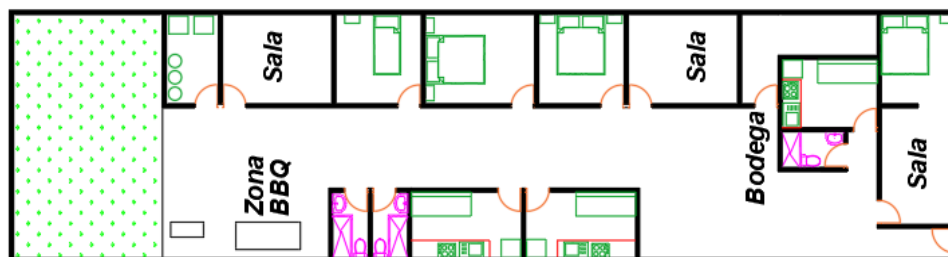
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.
Localización de la casa Ávila.



Fuente Tomado de <http://www.tunjuelito.gov.co/mi-localidad/mapas>

Figura 4.
Plano planta - distribución casa Ávila.



Fuente: Elaboración propia.

5.2. PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Para iniciar el estudio del caso patológico en la Casa Ávila, se requiere preparar la documentación de construcción y realizar una investigación exhaustiva de antecedentes.

Esto involucra una inspección preliminar y la recopilación de la información necesaria para llevar a cabo el estudio.

5.2.1. Inspección preliminar del paciente.

Con la autorización de los propietarios de la casa, se llevó a cabo una visita técnica de inspección. Durante esta visita, se registraron fotografías de las lesiones, se analizó el tipo de daño y se identificó la ubicación de los elementos afectados. Además, se realizó un diagnóstico visual de posibles fallas, así como la ubicación y entorno de la construcción.

5.2.2. Recopilación de información necesaria para el estudio.

La construcción no cuenta con planos, por lo que se elaboraron planos de planta y cortes en base al levantamiento estructural y arquitectónico e información de la construcción por parte de los propietarios, se tomó un registro fotográfico general y de daños, con este se elaboraron las fichas de inspección visual y patologías.

5.2.3. Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.

Se obtuvo autorización previa de los propietarios de la Casa Ávila, quienes permitieron el acceso a la edificación para realizar el estudio e investigación correspondiente. Sin embargo, no autorizan la ejecución de ensayos destructivos de gran magnitud.

5.2.4. Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.

Las profesiones requeridas para la realización de este trabajo se enfocan en personas idóneas en el campo de la construcción (Ingenieros Civiles y/o Arquitectos) con conocimiento relacionado a las patologías de construcción.



5.2.5. Cronograma de la propuesta de intervención.

El estudio se desarrollará de acuerdo con las etapas definidas por la metodología, es importante destacar que el cronograma está sujeto a cambios y ajustes según las necesidades y condiciones específicas del proyecto durante el desarrollo del estudio.

Además, se acordará con los propietarios hitos para presentación de informes preliminares y finales, así como para la entrega final del proyecto de intervención.

- a. Visita de inspección: toma de datos básicos e inspección visual del inmueble, **2 días.**
- b. Levantamiento del inmueble: Levantamiento arquitectónico y levantamiento de lesiones, **5 días.**
- c. Recopilación de información: Investigación histórica, técnica e información relevante del inmueble, **5 días.**
- d. Historia clínica: Registro de lesiones en fichas, **6 días.**
- e. Ensayos no destructivos: Realización de ensayos y análisis de materiales, **3 días**
- f. Elaboración de la propuesta de intervención: incluye recomendaciones de mantenimiento. **4 días.**

Teniendo en cuenta que al momento se desconoce la complejidad del caso y aproximando en base a nuestra vasta experiencia, se plantea una duración aproximada de **25 a 30 días.**



5.2.6. Costo y forma de pago de la propuesta.

Los costos asociados incluirán: Documentos técnicos e informes detallados, Resultados de ensayos, consultorías especializadas, Honorarios profesionales del equipo de trabajo y propuesta de intervención.

Tabla 2

Costos de propuesta de intervención

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Estudios Técnicos				
1,1	Levantamiento Arquitectónico	m2	255,64	\$ 900,00	\$ 230.076,00
2	Ensayos				
2,1	Resistencia a la compresión	und	4	\$ 51.696,00	\$ 206.784,00
2,2	Limites de atterberg	und	1	\$ 129.184,00	\$ 129.184,00
2,3	Granulometría	und	1	\$ 101.214,00	\$ 101.214,00
2,4	Absorción	und	4	\$ 63.000,00	\$ 252.000,00
3	Informe Final				
3,1	Propuesta de Intervención	Gbl	1	\$ 3.500.000,00	\$ 3.500.000,00
				SUBTOTAL	\$ 4.419.258,00
				IVA 19%	\$ 839.659,02
				TOTAL	\$ 5.258.917,02

Fuente: Elaboración Propia.

El valor de la propuesta del objeto de la referencia, con los alcances propuestos anteriormente es de **\$5.191.749** pesos colombianos. La forma de pago propuesto es la siguiente: **50%** de anticipo al inicio del estudio, **40%** en actas parciales de avance y **10%** al entregar el estudio.

La validez de la oferta será de **15 días** calendario, contados a partir del día de entrega de esta propuesta.



5.2.7. Definición de los medios para realizar la exploración.

Para la determinación del estado de los elementos encontrados y de acuerdo con las condiciones propias de los materiales de la casa objeto de estudio se proponen los siguientes ensayos:

- I. **Ensayo de Resistencia a la compresión:** Este es un ensayo de tipo destructivo que nos permite determinar la resistencia de las unidades de mampostería que componen los muros del paciente. Las unidades de mampostería deben cumplir con la resistencia mínima a la compresión especificada en la *tabla 3*. Requisitos de resistencia a la compresión, absorción de agua y clasificación del peso de la norma NTC 4026.
- II. **Absorción:** Este ensayo nos permite determinar el porcentaje de agua que absorbe la mampostería, este ensayo es no destructivo y de acuerdo con la NTC 4026 las unidades de mampostería, ensayadas deben cumplir con los requisitos de absorción de agua dada en la *tabla 3*. Requisitos de resistencia a la compresión, absorción de agua y clasificación del peso de la norma NTC 4026.

Tabla 3

Requisitos de resistencia a la compresión, absorción de agua y clasificación del peso

Resistencia a la compresión a los 28 d (R_{c28}) ^B , evaluada sobre el área neta promedio (A_{np})			Absorción de agua (Aa) % según el peso (densidad) del concreto secado en horno, kg/m^3		
Mínimo ^B , MPa			Promedio de 3 unidades, máximo, %		
Clase	Promedio de 3 unidades	Individual	Peso liviano, menos de 1 680 kg/m^3	Peso mediano, de 1 680 kg/m^3 hasta menos de 2 000 kg/m^3	Peso normal, 2 000 kg/m^3 o más
Alta	13	11	15 %	12 %	9 %
Baja	8	7	18 %	15 %	12 %

Fuente: Tomada de norma NTC 4026

- III. **Límites de Atterberg:** Este ensayo permite identificar el contenido de humedad con que una muestra de suelo cambia de una consistencia a otra, se realiza de acuerdo con los parámetros de la norma I.N.V. E - 125 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS y la norma I.N.V. E - 126 LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.
- IV. **Granulometría:** Este ensayo permite conocer la distribución por tamaños de las partículas y así determinar qué suelos se encuentran en la zona, se realiza de acuerdo con lo establecido en la norma I.N.V. E - 123 DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS.

6. HISTORIA CLÍNICA

Para llevar a cabo un buen análisis de las patologías presentes en la Casa Ávila, se inicia con la apertura de una "historia clínica" que permita conocer detalladamente la construcción y su estado actual. Este enfoque nos brinda la oportunidad de identificar cualquier novedad significativa en el proceso de diagnóstico y pronóstico.

6.1. Responsables del estudio.

Los responsables de este trabajo son los profesionales:

- I. Jessica Jiménez Celis, Ingeniera Civil de la Universidad Antonio Nariño de Bogotá, Topógrafa de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y actual estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción.
- II. Christian Chow Neira, Ingeniero Civil de la Universidad de La Salle de Bogotá y actual estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción.

6.2. Fecha de realización del estudio

El estudio inició en el mes de mayo de 2023 y finalizó en diciembre de 2023, abarcando diversas etapas que incluyeron la investigación, localización del paciente, inicio de la historia clínica, inspección visual, determinación de las lesiones, análisis de las causas, diagnóstico patológico y formulación de propuestas de intervención.

6.3. Edificaciones u obras vecinas

La casa se encuentra ubicada en un barrio residencial, tanto por el costado izquierdo como el derecho, colinda con casas de 3 pisos construidas en mampostería estructural, las cuales se construyeron hacia la misma época y no representaron ninguna lesión al paciente, frente a la casa se encuentra la calle 54 sur, la cual ha tenido intervenciones por parte de la alcaldía local en cuanto a rehabilitación por presencia de baches y piel de cocodrilo, esto hacia el año 1998.

En la zona aledaña al paciente, se encuentran en su mayoría casas y apartamentos, al recorrer varias cuadras se encuentra el comercio y la plaza de mercado, de acuerdo con el POT el 36,64% del uso del suelo es residencial y se evidencia que en esta zona está concentrada así, las casas no han presentado mayor intervención y ninguna supera los 4 pisos cumpliendo así con la altura vigente en la localidad que está determinada por su Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ).

6.4. Clima

Según el Idiger (Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio climático), la localidad de Tunjuelito cuenta con las siguientes características climáticas:

Temperatura: entre 14 y 15°C promedio anual

- Humedad relativa: Seca
- Meses lluviosos: 55 al 56% media anual
- Meses secos: 48 al 51% media anual
- Precipitación total: 600 a 800 mm anuales
- Sector sur de la localidad: 550 - 600 mm anuales
- Periodo más lluvioso: Abril a junio y octubre a noviembre
- Periodos más secos: Diciembre a marzo y julio a septiembre

La localidad presenta un clima agradable con una temperatura promedio anual entre 14 y 15°C. El territorio se caracteriza por ser una zona seca en su totalidad, con pequeñas variaciones debido a los periodos de lluvia. Durante los periodos de lluvia, la humedad relativa alcanza valores máximos entre el 55% y 56%, mientras que en los periodos secos los valores mínimos se sitúan entre el 48% y 51%.

Se identifican dos periodos de lluvias en el año: abril a junio con un 34 a 36% de humedad relativa, y octubre a noviembre con 27%. El periodo más seco se registra entre diciembre y marzo, con tan solo entre el 18 y 24% de las lluvias. La precipitación media anual en la mayoría del territorio se encuentra en el rango de 600 a 800 milímetros.

Se destacan dos zonas con variaciones ambientales: el valle del río Tunjuelito y sus laderas bajas, donde la precipitación anual no supera los 600 milímetros, lo que la convierte en una de las zonas más secas del distrito. Además, una pequeña porción del territorio en el costado suroriental registra niveles de precipitación superiores a 800 milímetros.

7. SUELOS Y CIMENTACIONES.

Tunjuelito es la sexta localidad de Bogotá D.C, toma su nombre de la figura antropomorfa de oro el “tunjo”. Está conectada al norte con las localidades de Bosa, Kennedy y Puente Aranda, al sur con Usme, al este con las localidades de Rafael Uribe, Uribe y Usme y al oeste con Ciudad Bolívar.

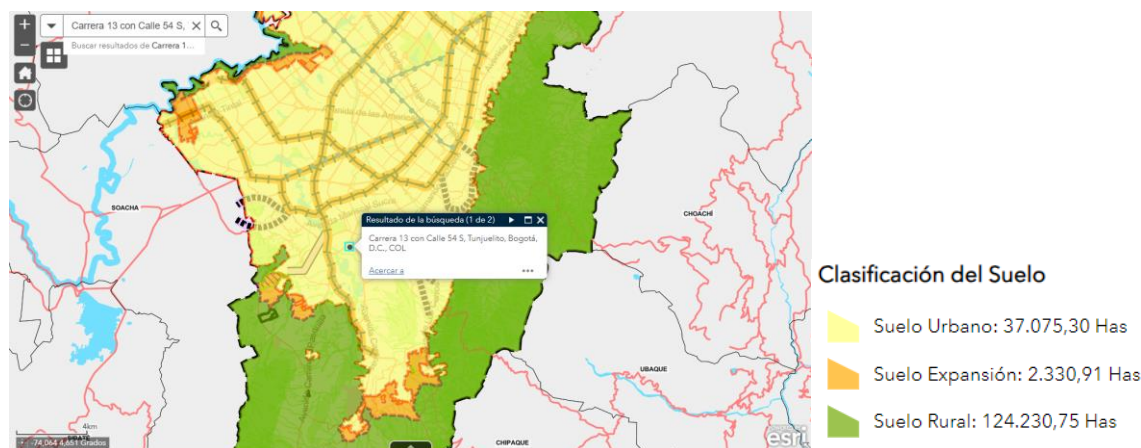
Tunjuelito tiene una superficie de 1.062,33 hectáreas y predomina el estrato 2. Su terreno es mayormente plano, aunque existen algunas zonas quebradas en el sur donde se ubican los barrios de San Benito, Tunjuelito y Abraham Lincoln, cuenta con una población aproximada de 225.511 de acuerdo con el censo de 2005. (IDIGER, 2018).

El paciente denominado Casa Ávila, nombrada de esta manera por el propietario, se encuentra en Bogotá, en la carrera 13 con 54 sur en la localidad de Tunjuelito en el barrio que lleva su mismo nombre, con una tipología de vivienda familiar y en zona con uso de suelo residencial.

En la Figura 5, se presenta la ubicación de la zona de estudio sobre el mapa de clasificación del suelo en el POT vigente para la ciudad de Bogotá (Decreto 555 de 2021). Es importante destacar que la representación en el mapa indica que la ubicación de la casa se encuentra dentro de la categoría de suelo urbano según el POT. Esto implica que la vivienda está situada en una zona designada para uso y desarrollo urbano de acuerdo con la planificación oficial de la ciudad.

Figura 5.

Ubicación de la zona de estudio según mapa de clasificación del suelo en el POT.

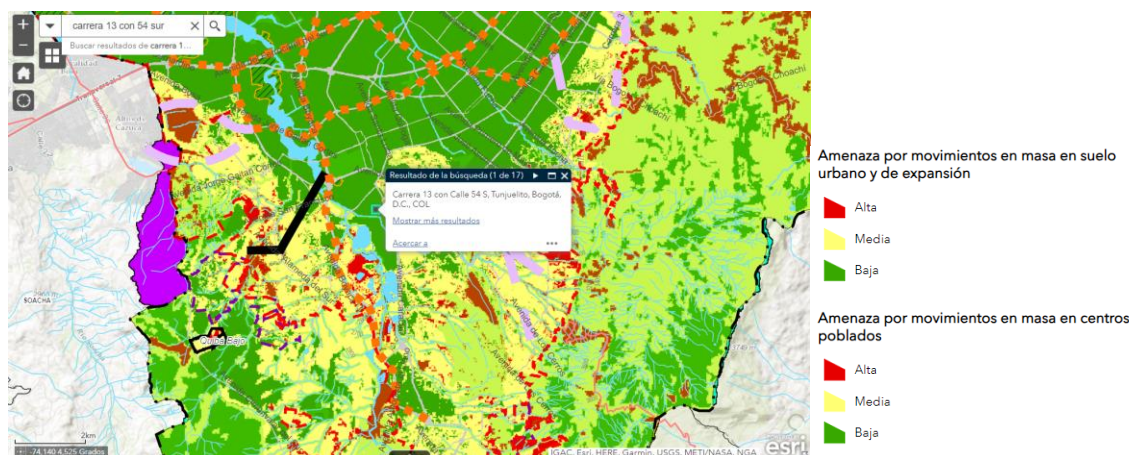


Fuente: Tomado del Decreto 555 de 2021.

En la Figura 6, se exhibe el mapa de clasificación de Amenazas y Riesgos correspondiente a la zona en cuestión, tal como lo establece el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) mencionado. Se evidencia que, según la evaluación realizada en el POT, esta zona se cataloga como de baja amenaza ante eventos como movimientos en masa, desbordamiento de cuerpos de agua e inundaciones por crecida de ríos. Esto significa que, desde la perspectiva oficial, la probabilidad de que ocurran estos eventos en la zona es considerada como reducida, lo que puede tener implicaciones significativas en términos de seguridad y planificación urbana para esa área.

Figura 6.

Ubicación de la zona de estudio según mapa de Amenazas y Riesgos en el POT



Fuente: Tomado del Decreto 555 de 2021

7.1. Aspectos Geológicos

El municipio de Tunjuelito en la ciudad de Bogotá, Colombia, se encuentra ubicado en una región con importantes características geológicas y geográficas que influyen en su desarrollo urbano y la vida cotidiana de sus habitantes. A continuación, se describen algunos aspectos geológicos relevantes de Tunjuelito:

7.1.1. Geología de la Región

Tunjuelito forma parte de la Sabana de Bogotá, una extensa planicie que se caracteriza por su origen lacustre. La ciudad de Bogotá se encuentra en una cuenca sedimentaria rodeada de montañas. La geología local está marcada por la presencia de sedimentos lacustres, arcillas y rocas sedimentarias.

7.1.2. Suelos

Los suelos de la mayoría del territorio se encuentran conformados por arcillas expansivas y limos poco permeables de aproximadamente un metro de espesor, por lo cual conviene removerlos antes de urbanizar. Por otra parte, el sector sur presenta riesgos por erosión superficial, ocasionados por los relieves pronunciados del sector, aconsejando su no urbanización. En el sector suroriental de la localidad cambia un poco la conformación del suelo, presentando algunos conos aluviales de pendiente suave, constituida por gravas y arenas.

7.1.3. Recursos Hídricos

La localidad cuenta con las cuencas hidrográficas del río Fucha y del río Tunjuelito, pertenecientes al sistema hidrográfico natural del distrito capital, se considera la segunda de ellas como su principal fuente hídrica, recibiendo en su recorrido varios afluentes de los cuales se destaca la quebrada Chiguaza o Pichosa, la cual presenta altos grados de contaminación. Dentro de la red construida, se encuentran los embalses Tunjuelo i y ii (localidades de Tunjuelito y Bosa), construidos por la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, con el fin de amortiguar el río en la parte baja de su cauce. Existen también los canales san Carlos, san Vicente i y ii los cuales conforman la red de alcantarillado de aguas lluvias.

7.1.4. Sismicidad

En cuanto a la sismicidad de Bogotá, es importante destacar que la ciudad se encuentra en una zona de transición entre la Cordillera Oriental y la Sabana de Bogotá, lo que la hace más vulnerable a movimientos sísmicos. Además, la ciudad cuenta con una gran cantidad de edificaciones antiguas que no cumplen con las normas sismorresistentes actuales, lo que aumenta el riesgo de daños en caso de un terremoto.

7.2. Estudio de vulnerabilidad sísmica

Teniendo en cuenta que este paciente se construyó antes que la norma NSR-10 entrará en vigor, se realiza una evaluación del paciente de acuerdo con el título A.10 el cual establece parámetros de evaluación de vulnerabilidad sísmica, con los que se determinan criterios para modificar un sistema estructural en caso de ser requerido, con el fin de que el paciente sea capaz de resistir eventos telúricos sin presentar daños significativos.

Así mismo, se describen las características del paciente en cuanto a arquitectura y estructura, y con base en estos se da una clasificación de acuerdo con su diseño y su estado.

7.2.1. Historia de sismos en la zona de estudio.

El paciente no cuenta con un estudio de vulnerabilidad sísmico debido a que la Casa Ávila fue construida años antes que la normativa sismorresistente existiera, por lo que para determinar el riesgo sísmico que pueda tener la Casa Ávila, se ha llevado a cabo la investigación del histórico de sismos ocurridos en la zona. El propósito de esta revisión es proporcionar una visión general de la actividad sísmica previa en la región y evaluar la amenaza sísmica para el proyecto de estudio en cuestión.

En el Anexo 1. Tabla de historia sísmica Bogotá D.C, Se presentan los sismos registrados tomados de la página del servicio geológico colombiano que han tenido incidencia en la ciudad, con datos como la fecha, hora, magnitud, epicentro entre otros.

Según la nota de Andrés Marín para la Red, “han pasado 106 años desde que un terremoto, que no tuvo epicentro en Bogotá, causó la mayor destrucción de la capital colombiana en la historia.”. El 31 de agosto de 1917, ese terremoto sacudió el centro de Colombia, afectando principalmente a las poblaciones de Meta y Cundinamarca. Bogotá y Villavicencio sufrieron graves daños.

En Villavicencio, la mayoría de las construcciones resultaron dañadas o colapsaron, y se consideró la posibilidad de reconstruir la ciudad en otro lugar. San Martín, Meta, también sufrió daños significativos en viviendas, al igual que Cuquea. En Bogotá, más de 300 edificios resultaron gravemente dañados y 40 quedaron destruidos, lo que convierte a este terremoto en el evento más destructivo registrado en la capital colombiana, a pesar de que su epicentro no se ubicó en Bogotá.

La magnitud de este sismo de 1917 destacó la importancia de monitorear la actividad sísmica en Colombia, y en 1923 se puso en funcionamiento el primer sismógrafo del país, ubicado en el Colegio Mayor de San Bartolomé en el centro de Bogotá.

Uno de los sismos que afectó a la localidad de Tunjuelito, para ese entonces denominado pueblo de Tunjuelo de la Real Corona en Bogotá, fue el Sismo del 16 de marzo de 1644, que tuvo una magnitud estimada de 5.5, tuvo un impacto significativo en la región. El evento sísmico causó daños importantes, incluida la demolición de la iglesia local y daños a muchas casas y estructuras rurales. Trágicamente, cinco vidas se perdieron debido al terremoto. En Bogotá también se reportaron daños a casas e iglesias. Además de los efectos directos del terremoto, en la región se produjeron dos deslizamientos de tierra: uno en el Salto de Tequendama, que bloqueó por unos días el curso del río Bogotá, y otro que bloqueó la Quebrada La Honda en Usme.

En Colombia, por causa de su localización geográfica, presenta un número elevado de movimientos telúricos con hasta 2.500 temblores por mes. El nido sísmico de Bucaramanga, ubicado en el departamento de Santander, reporta el 60% de la actividad sísmica del país y los sismos se sienten a diario.



El Servicio Geológico Colombiano (SGC) supervisa continuamente la actividad sísmica en Colombia mediante su Red Sismológica Nacional, compuesta por más de 200 estaciones distribuidas en todo el territorio. Esta labor constante permite mantener informada a la población y a las autoridades responsables de gestionar el riesgo y reducir los impactos de estos eventos.

A lo largo de 30 años de monitoreo, esta red ha registrado aproximadamente 300,000 eventos sísmicos en el país, lo que subraya la importancia de un seguimiento constante de la actividad sísmica en Colombia. Revisando el histórico de sismos, se evidencia que hay 53 que no han tenido epicentro en Bogotá, pero sí se han sentido en la ciudad el reporte está desde el año 1644 hasta 2016., los cuales están entre 5 y 8.4 de magnitud de momento, los sismos de mayor magnitud de momento se presentaron en su mayoría en la costa pacífica y por su intensidad se sintieron en Bogotá.

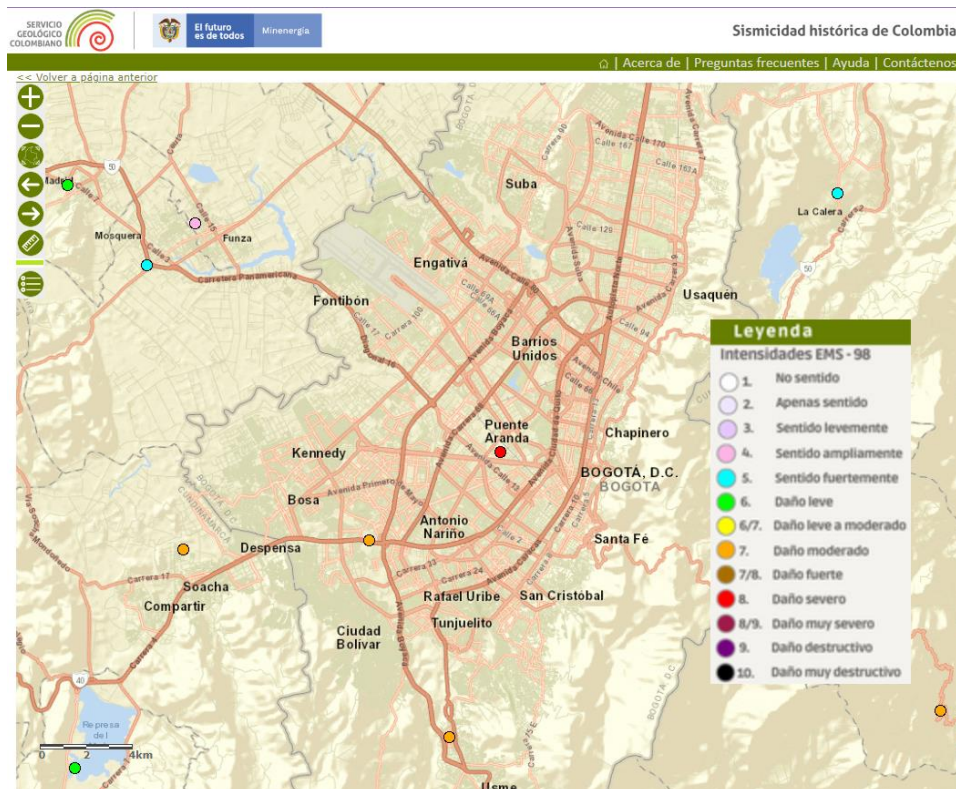
Tabla 4.
Historia sísmica de Bogotá D.C.

 Historia sísmica de Bogotá D.C.										
Fecha del sismo	Hora local	Magnitud	Tipo magnitud	Profundidad (km)	Centro poblado	Int. Sitio (EMS-98)	Intensidad Máxima EMS-98	Int. Sitio (MM)	Intensidad Máxima MM	Área epicentral
31/01/1906	10:36	8,4	MW	20	Bogotá	5	10	5	10	Costa Pacífica, Pacífico
12/12/1979	02:59	8,1	MW	23,6	Bogotá	4	10	4	10	Costa Pacífica, Pacífico
11/07/1976	15:41	7,3	MW	17,5	Bogotá	3	8	4	9	Panamá
23/11/1979	18:40	7,2	MW	110	Bogotá	5	8	5	9	Eje Cafetero, Colombia
19/11/1991	17:28	7,2	MW	20	Bogotá	2	8	2	8	Costa Pacífica, Pacífico

Fuente: Tomada de la página del servicio geológico colombiano.

Asimismo se realizó la consulta en la página del servicio geológico colombiano, donde se muestra la ubicación de los sismos con su intensidad de acuerdo con la escala EMS-98, para Bogotá, en donde se evidencia que en la ciudad han habido 3 sismos, 1 con daño severo en la localidad de Puente Aranda, otro en la localidad Antonio Nariño y por último uno hacia la localidad de Usme con un daño moderado, sin embargo, se puede apreciar que en la localidad de Tunjuelito no han habido eventos telúricos que puedan generar afectación a las edificaciones de la zona.

Figura 6.
Sismicidad histórica de Colombia.



Fuente: Tomada de la página del servicio geológico colombiano.

Por otro lado, los últimos sismos presentados en la ciudad no han generado afectación a la localidad de Tunjuelito, ni al paciente, ni a las viviendas y construcciones aledañas, de hecho, en la manzana donde se encuentra ubicado el paciente la mayoría de las casas son de 1 hasta 3 pisos, y de acuerdo con la información dada por la comunidad, estos sismos se sintieron de manera leve, de hecho, se ha evidenciado que las afectaciones de la Casa Ávila obedecen a un tema de humedad y falta del adecuado mantenimiento y no a afectaciones sísmicas.

8. ARQUITECTURA

El paciente es una construcción de vivienda de un piso estilo de construcción colonial, se caracteriza por su diseño clásico y división simétrica.

La fachada de la casa presenta elementos longitudinales decorativos distintivos, dos puertas a los lados y una ventana en el centro.

El diseño interior se basa en una planta abierta. Las habitaciones se distribuyen alrededor de un corredor central. Las habitaciones son altas para proporcionar una sensación de amplitud.

Una característica distintiva de las casas tipo coloniales es el patio central o jardín interno, que suele ser un espacio al aire libre rodeado por las habitaciones principales. Este patio puede tener una fuente o un área de descanso, y se convierte en un espacio de reunión y relajación.

9. ESTRUCTURA

A partir de la información obtenida en la visita y la proporcionada por los propietarios, se realiza una descripción general del paciente en cuanto a su estructura; su construcción es de tipo colonial, en mampostería con ladrillo de arcilla recocida dándole un acabado rústico en la zona externa, en el interior de las habitaciones los muros se encuentran pañetados y pintados, en cuanto a la cocina y baños, estos se encuentran enchapados con baldosa de cerámica antideslizante de 30 cm x 30 cm, a simple vista no se visualizan bloques por lo que no habría presencia de acero de refuerzo tipo dovela, sin embargo, al parecer si hay refuerzos horizontales entre las hiladas.

En una exploración del suelo por medio de apiques, se determinó que la cimentación es de tipo ciclópea la cual es apropiada para construcciones de un nivel ya que es una carga ligera, los pisos fueron enchapados con baldosa en cerámica de 60 cm X 60 cm.

La placa superior, está construida en concreto aligerado con casetón y tiene cubierta en teja de asbesto-cemento.

El patio tiene un acabado de placa ligera en concreto pobre, en cuanto a la zona del jardín hay presencia de plantas y capa vegetal tipo pasto, no se evidencia filtros ni ningún tipo estructura que contenga la humedad del jardín hacia la casa.

Para comprender cómo una estructura interactuará y responderá a diferentes eventos a lo largo de su vida útil, es esencial realizar un análisis detenido de los factores geológicos y naturales que pueden influir en ella. Estos factores pueden incluir aspectos como la proximidad o lejanía de fallas geológicas y su profundidad, la relación del terreno con cuerpos de agua que puedan dar lugar a inundaciones o niveles freáticos elevados, la influencia de las corrientes de viento y la amplificación de las aceleraciones del terreno en comparación con las condiciones de roca (Molina y Osorio, 2004).

9.1. Análisis de diseño y construcción (A.10.2.2.1 - NSR10)

Con base en la revisión visual, las lesiones evidenciadas no obedecen a temas estructurales, aunque el diseño es regular debido a que no cuenta con columnas suficientes, lo que podría afectar la capacidad portante de la estructura, por otro lado, de acuerdo con lo indicado en la misma norma se debe tener en cuenta el lugar donde está ubicada la casa para la obtención del nivel de amenaza sísmica y los valores de Aa y Av.



Los parámetros A_a , aceleración pico efectiva, y A_v , velocidad pico efectiva, se utilizan para determinar el espectro de diseño de los movimientos sísmicos y se definen para una probabilidad del diez por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años.

Bogotá se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia de acuerdo con la NSR 10 - A.2.3-2, es decir que los parámetros A_a y A_v son menores a 0.20 y mayores a 0.10, por consiguiente la casa avila tiene esa amenaza por estar en la ciudad.

Tabla 5.

Valor de A_a y de A_v para las ciudades capitales de departamento.

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta
Florencia	0.20	0.15	Intermedia
Ibagué	0.20	0.20	Intermedia
Leticia	0.05	0.05	Baja
Manizales	0.25	0.25	Alta
Medellín	0.15	0.20	Intermedia
Mitú	0.05	0.05	Baja
Mocoa	0.30	0.25	Alta
Montería	0.10	0.15	Intermedia
Neiva	0.25	0.25	Alta
Pasto	0.25	0.25	Alta
Pereira	0.25	0.25	Alta
Popayán	0.25	0.20	Alta
Puerto Carreño	0.05	0.05	Baja
Puerto Inírida	0.05	0.05	Baja
Quibdó	0.35	0.35	Alta
Riohacha	0.10	0.15	Intermedia
San Andrés, Isla	0.10	0.10	Baja
Santa Marta	0.15	0.10	Intermedia
San José del Guaviare	0.05	0.05	Baja
Sincelejo	0.10	0.15	Intermedia
Tunja	0.20	0.20	Intermedia
Valledupar	0.10	0.10	Baja
Villavicencio	0.35	0.30	Alta
Yopal	0.30	0.20	Alta

Fuente: Tomada de la NSR-10; A.2.3-2.

Por otro lado, a simple vista se evidencia que el mortero de pega tiene gran cantidad de arena, por lo que no cumple con lo especificado en la NTC 3329 lo que genera porosidad, fisuras y una resistencia más baja en el material. además, que se reduce la adhesión entre los elementos lo que provoca que se desprenda fácilmente

9.2. Estado de la estructura (A. 10.2.2.1 - NSR10).

El estado de la estructura se califica como regular, debido a que se presentan lesiones como humedades extremas y fisuras, estas presentan una gran afectación de acuerdo con lo evidenciado en la visita se determina que es por causa de envejecimiento de los materiales los cuales no han sido cambiado no se les ha realizado el adecuado mantenimiento.

9.3. Por diseño y construcción (A.10.2.2.1-NSR 10)

La casa fue construida antes de la entrada en vigor de la norma NSR 10, sin embargo, con base en la revisión inicial, las lesiones evidenciadas no obedecen a temas estructurales. El diseño es regular debido a que no cuenta con columnas suficientes, lo que podría afectar la capacidad portante de la estructura, por otro lado, de acuerdo con lo indicado en la misma norma se tuvo en cuenta el lugar donde está ubicada la casa para la obtención del nivel de amenaza sísmica y los valores de Aa y Av.

Así mismo se evidencia porosidad en el mortero de pega, que puede darse, por alta cantidad de arena en la mezcla incumpliendo relación agua cemento adecuada.

10. DESCRIPCIÓN GENERAL

10.1. Datos Generales del Paciente

La casa Ávila se eligió como paciente teniendo en cuenta que esta presenta lesiones que abarcan diferentes materiales y tipologías, así mismo sus características son las apropiadas para la elaboración de un estudio patológico, a continuación, se presentan los datos particulares de la construcción:

- Paciente geriátrico.
- Presencia de lesiones por envejecimiento.
- Evidencia de diferentes patologías tanto físicas, químicas y mecánicas.
- Construcción habitada.



En la siguiente tabla se presentan los datos relevantes del paciente:

Tabla 6.

Datos generales casa Ávila.

Datos del paciente	
Nombre	Denominada Casa Ávila, en honor a la familia propietaria.
Localización	Carrera 13 # 54 - 15 sur, barrio Tunjuelito - Bogotá D.C.
Uso	Residencial.
Niveles	1
Medidas	31.56 m de fondo, 8.10 m de frente y altura de 2,10 m.
Área	255.64 m ²
Sistema constructivo	Muros de mampostería, placas de concreto aligeradas con casetón de guadua y cubierta en tejas de asbesto-cemento.
Fecha de construcción:	Año 1966.
Normativa aplicada en la construcción	No se aplicó ninguna, debido a que en el año de construcción de esta casa no existía norma sismorresistente.
Importancia	Según la Norma Colombiana Sismo Resistente NSR-10, la casa Ávila se encuentra en el grupo I debido a que, no es una edificación indispensable, ni de atención a la comunidad y no alberga más de 200 personas en un mismo salón. Sin embargo, la casa tiene una importancia para la historia del barrio debido a que esta ha pertenecido a la familia Ávila quienes son muy reconocidos en la zona por su compromiso con la comunidad.

Fuente: Elaboración propia.

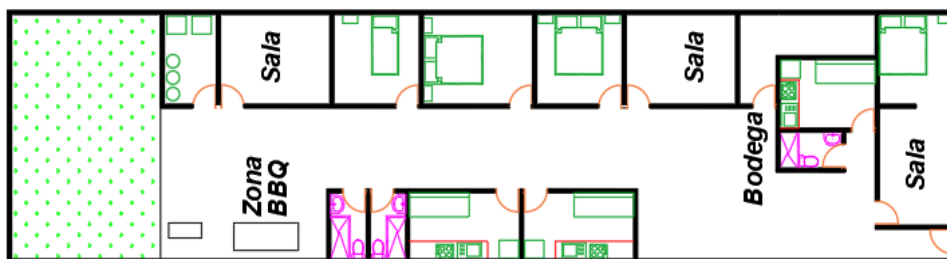
10.2. Planos arquitectónicos y estructurales

Debido a que la casa Ávila fue construida en el año 1966, no se conoce el proceso constructivo, además la casa no cuenta con planos, por lo que se tomó registro fotográfico general y de daños y se realizó levantamiento arquitectónico (ver **Anexo 2**) y estructural (ver **Anexo 3**) para la elaboración de los planos requeridos.

La casa Ávila cuenta con una planta dividida en tres apartamentos, 3 baños, 3 cocinas, patio y jardín. La construcción es con muros de mampostería y placas de concreto aligeradas con casetón de guadua.

Figura 7.

Plano planta - distribución casa Ávila.



Fuente: Elaboración propia.

11. DATOS DE LAS LESIONES

La inspección visual se realizó por medio de visitas a la casa, donde se identificaron diferentes patologías, para esto se elaboraron fichas de tipificación y clasificación de lesiones, en las cuales se registra la información general de la casa objeto de estudio, también la información respecto a la lesión, así como su causa, ubicación y clasificación, así mismo queda el registro fotográfico y la descripción de la lesión específica.

Figura 8.

Ficha de tipificación y clasificación de lesiones.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD MULTICAMPUS		ESTUDIO DE PATOLOGÍA PARA LA CASA ÁVILA DE UN PISO, CON SISTEMA ESTRUCTURAL DE MUROS EN MAMPOSTERÍA, LOCALIZADA EN EL BARRIO TUNJUELITO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ																																							
INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN NOMBRE: CASA ÁVILA LOCALIZACIÓN: BARRIO TUNJUELITO		ESTUDIO REALIZADO POR: Ing. Jessica Jimenez Celis - Ing. Christian Chow Neira.																																							
FICHA DE TIPIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LESIONES																																									
USO: RESIDENCIAL FECHA DEL ESTUDIO: AÑO 2023		FICHA No. 00																																							
ELEMENTO AFECTADO:		TIPOLOGÍA DE LA LESIÓN ☐ FÍSICO ☐ QUÍMICO ☐ MECÁNICO ☐ BIOLÓGICO																																							
LOCALIZACIÓN ESPECÍFICA: 		CAUSA DE LA LESIÓN <table border="1"> <tr> <th colspan="4">DIRECTA</th> </tr> <tr> <th>FÍSICO</th> <th>QUÍMICO</th> <th>MECÁNICO</th> <th>BIOLÓGICO</th> </tr> <tr> <td>Humedad</td> <td>Efflorescencia</td> <td>Fisura</td> <td>Animal</td> </tr> <tr> <td>Suciedad</td> <td>Carbonatación</td> <td>Grieta</td> <td>Vegetal</td> </tr> <tr> <td>Erosión</td> <td>Corrosión</td> <td>Fractura</td> <td>Mugo</td> </tr> <tr> <td>Ambiente</td> <td>Manchas</td> <td>Desprendimiento</td> <td>Hongo</td> </tr> <tr> <td>Ataque Fuego</td> <td>Manch. Orgánica</td> <td>Pérdida Elemento</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Abrasión</td> <td></td> <td>Aven. Suelo</td> <td></td> </tr> </table> INDIRECTA <table border="1"> <tr> <td>Diseño</td> <td>☒ Materiales</td> <td>Mal Uso</td> </tr> <tr> <td>Construcción</td> <td>Mantenimiento</td> <td></td> </tr> </table>		DIRECTA				FÍSICO	QUÍMICO	MECÁNICO	BIOLÓGICO	Humedad	Efflorescencia	Fisura	Animal	Suciedad	Carbonatación	Grieta	Vegetal	Erosión	Corrosión	Fractura	Mugo	Ambiente	Manchas	Desprendimiento	Hongo	Ataque Fuego	Manch. Orgánica	Pérdida Elemento		Abrasión		Aven. Suelo		Diseño	☒ Materiales	Mal Uso	Construcción	Mantenimiento	
DIRECTA																																									
FÍSICO	QUÍMICO	MECÁNICO	BIOLÓGICO																																						
Humedad	Efflorescencia	Fisura	Animal																																						
Suciedad	Carbonatación	Grieta	Vegetal																																						
Erosión	Corrosión	Fractura	Mugo																																						
Ambiente	Manchas	Desprendimiento	Hongo																																						
Ataque Fuego	Manch. Orgánica	Pérdida Elemento																																							
Abrasión		Aven. Suelo																																							
Diseño	☒ Materiales	Mal Uso																																							
Construcción	Mantenimiento																																								
AGENTES CONTAMINANTES:		CLASIFICACIÓN <table border="1"> <tr> <th rowspan="3">DIMENSIONES DE LA LESIÓN</th> <th>Alto:</th> <th>LEVE</th> </tr> <tr> <th>Largo:</th> <th>MEDIO</th> </tr> <tr> <th>Área:</th> <th>GRAVE</th> </tr> </table>		DIMENSIONES DE LA LESIÓN	Alto:	LEVE	Largo:	MEDIO	Área:	GRAVE																															
DIMENSIONES DE LA LESIÓN	Alto:	LEVE																																							
	Largo:	MEDIO																																							
	Área:	GRAVE																																							
DESCRIPCIÓN Y/O OBSERVACIONES:		REGISTRO FOTOGRÁFICO:																																							

Fuente: Elaboración propia.

En la casa objeto de estudio se encontraron lesiones de todos los tipos; mecánicas, químicas, físicas y biológicas, aunque se identificaron mayormente de tipo físico que son fallas causadas por la acción de agentes físicos externos como agua, en este caso humedades, que al hacer a la revisión se identificó que es por condensación y capilaridad, estas afectaciones se encuentran en un nivel de riesgo secundario debido a que los daños afectan a la funcionalidad y salubridad de la edificación, aunque no afectan a la estabilidad de la estructura.



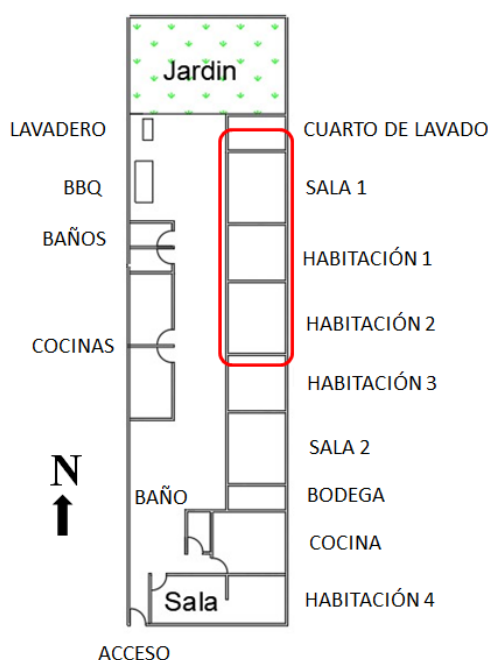
La causa directa es debido a que las habitaciones se encuentran muy cercanas a la zona del jardín donde el terreno es natural compuesto por material orgánico y vegetación, también puede ser porque el centro de la casa es patio sin cubierta lo que genera humedad a la hora de presentarse lluvias, ahora como causa indirecta, posiblemente es generado por la elección del material que es ladrillo con bastante absorción, también una causa indirecta puede ser el proceso constructivo, debido a que esta casa fue construida hace más de 50 años y en esa época no se contaba con normativa requerida para regular la construcción.

11.1. Localización y levantamiento de daños

Todas las labores de inspección, levantamiento de daños y demás de la casa Ávila, se centraron en la zona norte de la vivienda.

Figura 9.

Localización general de las lesiones.



Fuente: Elaboración propia.



11.2. Evaluación física y mecánica, composición y estructura.

Tipo de lesión	física	Registro fotográfico Muro 1. 
Calificación	Leve	
Observaciones Generales	Muro construido en mampostería recocida tipo ladrillo, con mortero de pega, terminado de pañete y pintura. Se evidencia bastante humedad capilar, las piezas en general no presentan erosión.	

Tipo de lesión	física - mecánica	Registro fotográfico Placa. 
Calificación	Medio	
Observaciones Generales	Placa construida en concreto aligerado con casetón de guadua y cubierta de tejas de asbesto-cemento. Se evidencia fisuración, humedad por condensación por lo que se evidencia zonas con abombamiento y manchas.	



Tipo de lesión	física - química - mecánica - biológica	Registro fotográfico Muro 2. 
Calificación	Medio	
Observaciones Generales	Muro construido en mampostería recocida tipo ladrillo, con mortero de pega, terminado de pañete y pintura. Se evidencia bastante humedad por capilar así mismo se percibe al tacto, presencia de hongo y desprendimiento de la parte superficial del muro.	

Tipo de lesión	física - química - mecánica	Registro fotográfico Muro 2. 
Calificación	Medio	
Observaciones Generales	Muro construido en mampostería recocida tipo ladrillo, con mortero de pega, terminado de pañete y pintura. Se evidencia humedad por condensación fuerte, hay pérdida de elementos, también se evidencia suciedad y presencia de hongos.	



Tipo de lesión	física - química - mecánica - biológica	Registro fotográfico Columna 1. 
Calificación	Medio	
Observaciones Generales	Columna construida en mampostería recocida tipo ladrillo, con mortero de pega y terminado de pañete y pintura. Se evidencia pérdida de elemento por humedad causada por capilaridad, hay presencia de hongos.	

11.3. Descripción de la patología más relevante en el paciente

Dentro de evaluación patológica de la casa Ávila, la principal corresponde a la humedad como lesión primaria que desencadena las demás lesiones que se encuentran.

Las malas prácticas en los procesos constructivos, la falta de mantenimiento de la casa, el constante contacto con la lluvia y los agentes atmosféricos ocasionó que la estructura presentará fisuras, ensuciamientos, erosión y presencia de hongos en los elementos.

12. MARCO CONCEPTUAL

12.1. Patología de Construcción

En base a (Alejos, D.) la Patología de construcción es el estudio de los problemas constructivos que aparecen en un edificio o en alguna de sus unidades con posterioridad a su ejecución. La palabra patología proviene de las raíces griegas pathos y logos, y se define como el estudio de las enfermedades. La empresa “IPE Control”, menciona que la patología preventiva consiste en considerar la funcionalidad constructiva de los elementos y unidades que componen un edificio, su durabilidad e integridad. Por otro lado, Echeverri Montes Arquitectos. (2021), nos indica que, para afrontar un problema constructivo, es necesario conocer su proceso, origen, causas, evolución, síntomas y estado. La rehabilitación de un edificio implica la recuperación de sus funciones principales por medio de distintas actuaciones sobre sus elementos que han perdido su función constructiva, sufrido un deterioro en su integridad o aspecto. Para actuar sobre estos elementos constructivos, además de los estudios históricos previos, será fundamental considerar al edificio en cuestión como un objeto físico, compuesto por elementos con unas características geométricas, mecánicas, físicas y químicas determinadas y que pueden sufrir lesiones o patológicas.

12.2. Categorías de lesión

Existen varias categorías de lesiones constructivas que pueden manifestarse en una construcción, especialmente debido a la amplia variedad de materiales y elementos constructivos en la industria.

Se pueden distinguir tres grandes categorías según la naturaleza del proceso patológico: físicas, mecánicas y químicas. Estas categorías proporcionan información relevante y sirven como base para el diagnóstico de los procesos patológicos.

- **Lesiones físicas:** Esta categoría engloba todas las lesiones de naturaleza física, es decir, aquellas en las que la problemática patológica se basa en fenómenos físicos como la presencia de partículas congeladas o condensación, entre otros. Normalmente, la causa subyacente del proceso también es física, y su evolución depende de procesos físicos, sin que implique cambios químicos en los materiales afectados o en sus moléculas. Sin embargo, puede haber cambios en la forma, el color o el estado de humedad de los materiales. Las lesiones físicas incluyen la presencia de humedad, erosión atmosférica y suciedad.

- **Lesiones mecánicas:** Esta categoría abarca diversos tipos de lesiones que varían según las condiciones particulares de cada caso, relacionadas con el material, el elemento constructivo, el uso, entre otros factores. Las lesiones mecánicas comprenden deformaciones, grietas, fisuras, desprendimientos y erosiones mecánicas.

- **Lesiones químicas:** Esta categoría engloba todas las lesiones constructivas que tienen un origen patológico de naturaleza química, generalmente asociado a la presencia de ácidos o álcalis que reaccionan químicamente y terminan provocando la descomposición del material afectado, lo que a largo plazo puede comprometer su integridad y durabilidad. Las lesiones químicas incluyen la formación de eflorescencias, oxidaciones, corrosiones, presencia de organismos y erosiones químicas.



12.3. Tipos de Patologías

12.3.1. Humedades

Los cambios en la humedad se producen cuando se detecta un contenido de agua superior al nivel considerado normal en un material o elemento constructivo. La presencia de humedad puede causar alteraciones en las propiedades físicas de dicho material. Dependiendo de su origen, podemos identificar varios tipos de humedad:

- **Humedad durante la construcción:** Se genera durante el proceso constructivo cuando no se permite una adecuada evaporación mediante una barrera adecuada.

- **Humedad capilar:** Se refiere al agua que proviene del suelo y asciende por los elementos verticales.

- **Infiltración de humedad:** Se trata del agua que proviene del exterior y penetra en el interior del edificio a través de las fachadas o cubiertas.

- **Condensación de humedad:** Ocurre cuando el vapor de agua se condensa desde ambientes con mayor presión de vapor, como los interiores, hacia los ambientes con menor presión, como los exteriores.

- **Condensación higroscópica:** Se produce dentro de la estructura porosa del material que contiene sales que facilitan la condensación del vapor de agua del ambiente.

- **Humedad accidental:** Se produce por roturas en las tuberías y suele generar puntos de humedad localizados.

- **Erosión atmosférica.** Es el resultado de la acción física de los agentes atmosféricos. Generalmente, se refiere a la meteorización de materiales pétreos causada por la absorción de agua de lluvia, que puede ocasionar daños en la superficie del material constructivo cuando se produce la congelación y expansión subsiguiente de esta agua.

12.3.2. Ensuciamiento

La suciedad se trata de la acumulación de partículas suspendidas en la superficie de las fachadas. En algunos casos, estas partículas pueden penetrar incluso en los poros superficiales de dichas fachadas. Podemos distinguir dos tipos de suciedad:

- **Ensuciamiento por deposición:** se produce por la simple acción de la gravedad sobre las partículas suspendidas en la atmósfera.

- **Ensuciamiento por lavado diferencial:** ocurre cuando partículas contaminantes penetran en los poros superficiales del material debido a la acción del agua de lluvia. Como consecuencia, se pueden observar manchas verticales en las fachadas urbanas.



12.3.3. Deformaciones

Las deformaciones son cualquier cambio en la forma de un material, ya sea en elementos estructurales o de cerramiento, que resulta de esfuerzos mecánicos generados durante la ejecución de una unidad o cuando ésta está sometida a carga. Dentro de este grupo, se pueden distinguir cuatro subgrupos que, a su vez, pueden provocar lesiones secundarias como fisuras, grietas y desprendimientos:

- **Flechas:** Son el resultado directo de la flexión de elementos horizontales debido a cargas verticales excesivas o transmitidas desde otros elementos a los que están unidos mediante empotramiento.

- **Pandeos:** Se producen cuando un elemento vertical se deforma debido a esfuerzos de compresión que superan su capacidad de deformación.

- **Desplomes:** Se refieren a la inclinación o caída de elementos verticales debido a empujes horizontales ejercidos sobre su parte superior.

- **Alabeos:** Son la resultante de la rotación de elementos, generalmente causada por esfuerzos horizontales.

12.3.4. Fisuras

Las fisuras son aberturas longitudinales que atraviesan todo el espesor de un elemento constructivo, ya sea estructural o de cerramiento. Es importante destacar que las aberturas que solo afectan la superficie o el acabado superficial de un elemento no se consideran fisuras, sino más bien fisuras. Las fisuras se pueden clasificar en dos grupos, dependiendo de los esfuerzos mecánicos que las originen:

- **Fisuras por sobrecarga:** son aquellas que afectan a elementos estructurales o de cerramiento cuando se someten a cargas para las cuales no fueron diseñados. En general, este tipo de fisuras requiere refuerzos para mantener la integridad de la unidad constructiva.

- **Fisuras por dilatación y contracción:** son fisuras que afectan principalmente a los elementos de cerramiento de fachadas o cubiertas, pero también pueden afectar a las estructuras cuando no se prevén juntas de dilatación adecuadas.

12.3.5. Eflorescencias

Se trata de un proceso patológico que generalmente se produce como consecuencia de la aparición de humedad. Los materiales contienen sales solubles que son arrastradas por el agua hacia la superficie durante su evaporación y cristalizan en la superficie del material. Estas cristalizaciones suelen tener formas geométricas que recuerdan a flores y pueden variar según el tipo de cristal. Se distinguen dos variantes de eflorescencias:

Eflorescencias de sales que no provienen del propio material donde se encuentran, sino de otros materiales ubicados detrás o adyacentes a él. Este tipo de eflorescencia es común en muros protegidos o unidos por ladrillos, de los cuales provienen las sales.

Eflorescencias de sales cristalizadas debajo de la superficie del material, en oquedades, que eventualmente se desprenden. Estas eflorescencias se conocen como cripto eflorescencias.

Es importante tener en cuenta estas diversas patologías en la construcción, ya que pueden afectar la integridad, la estética y la seguridad de las estructuras y elementos constructivos.

13. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Las leyes y normas consultadas como información técnica para el desarrollo del trabajo profesional integrado son las siguientes:

- I. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10): Esta norma colombiana vigente establece los requisitos para la resistencia sísmica en las construcciones. Es fundamental para garantizar la seguridad estructural frente a los efectos de los sismos.
- II. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010: Este decreto establece los requisitos técnicos y científicos para construcciones sismo resistentes, basados en la actualización de la NSR-10. Su objetivo principal es salvaguardar la vida de las personas y, como efecto indirecto, proteger las edificaciones.

Por otra parte, en caso de identificar responsabilidades legales por los problemas o defectos encontrados en una construcción, las posibles consecuencias son las siguientes:

- I. Responsabilidad civil: Si se determina que hay responsabilidad por parte de los agentes implicados en la construcción (como el arquitecto, constructor, entre otros), podrían enfrentar demandas por daños y perjuicios. Esto implica la obligación de compensar económicamente a los afectados por los problemas constructivos.
- II. Responsabilidad contractual: Si existen contratos entre las partes involucradas en la construcción (propietarios, contratistas, subcontratistas, etc.), se podrían presentar reclamaciones por incumplimiento de contrato, exigiendo el cumplimiento de las obligaciones pactadas o solicitando indemnizaciones por los daños sufridos.
- III. Responsabilidad penal: En algunos casos graves de negligencia o incumplimiento de normas legales, podría haber consecuencias penales para los responsables. Esto puede incluir sanciones penales, multas e incluso penas privativas de libertad.

14. MARCO HISTÓRICO

Tunjuelito es la sexta localidad de Bogotá D.C, toma su nombre de la figura antropomorfa de oro el "tunjo". Está conectada al norte con las localidades de Bosa, Kennedy y Puente Aranda, al sur con Usme, al este con las localidades de Rafael Uribe, Uribe y Usme y al oeste con Ciudad Bolívar.

Tunjuelito tiene una superficie de 1.062,33 hectáreas y predomina el estrato 2. Su terreno es mayormente plano, aunque existen algunas zonas quebradas en el sur donde se ubican los barrios de San Benito, Tunjuelito y Abraham Lincoln, cuenta con una población aproximada de 225.511 de acuerdo con el censo de 2005. (IDIGER, 2018).

El paciente denominado Casa Ávila, nombrada de esta manera por el propietario, se encuentra en Bogotá, en la carrera 13 con 54 sur en la localidad de Tunjuelito en el barrio que lleva su mismo nombre, con una tipología de vivienda familiar y en zona con uso de suelo residencial.

De acuerdo con la información suministrada por la familia propietaria, esta casa fue construida en el año 1966, la casa cuenta con una planta dividida en tres apartamentos, 3 baños, 3 cocinas, patio y jardín.

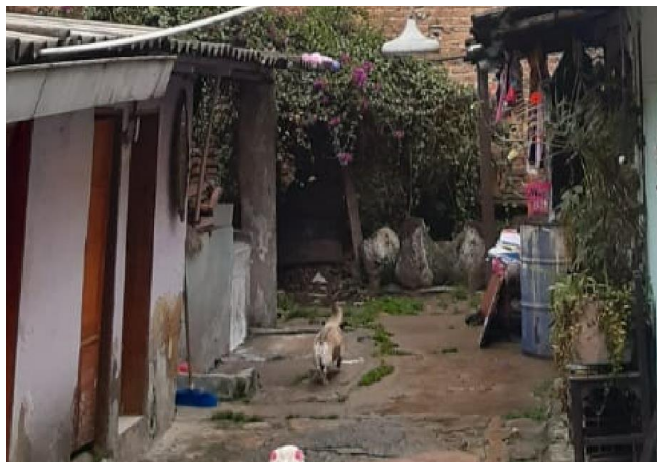
Se debe tener en cuenta que la estructura de la casa no cumple con los requisitos mínimos de resistencia sísmica establecidos en la Norma NSR-10, la cual es aplicable al proyecto. Además, no cuenta con las garantías establecidas en la Ley 1796 del 13 de julio de 2016, conocida como la Ley de Vivienda Segura.

Conforme a lo informado por los propietarios actuales, la casa inició construcción en el año 1966, por un maestro contratado por la familia quien participó en las labores, inicialmente se construyó la parte interna de la casa que está junto a la zona del jardín, compuesta por el lavadero, baño, cocina y dos habitaciones en donde vivía la familia compuesta por el abuelo, abuela y tres hijos, en el jardín había un árbol de la higuera el cual, de acuerdo con investigación no crece en zonas pantanosas, de acuerdo con Jorge A. Bernal E. y Cipriano A. Díaz D, las temperaturas óptimas para mantener esta planta se sitúan en los rangos de 16 a 24°C, con una temperatura óptima de 18°C, las temperaturas inferiores a los 12°C causan caída de flores y superiores a 28°C provocan disminución en la formación de las brevas, lo que indica que, aunque las habitaciones están cerca de la zona del jardín este no genera una humedad excesiva que pueda causar las lesiones encontradas en la casa. El árbol fue talado hacia el año 2005 debido a que en él se alojaban insectos que no eran del agrado de los nuevos habitantes de la casa.



Figura 10.

Corredor y patio de la casa Ávila



Fuente: Fotografía propia.

Figura 11.

Jardín donde se evidencia la base antiguo árbol.



Fuente: Fotografía propia.



Los muros son de carga en ladrillo macizo recocido y mortero, el cual, a simple vista esta muy poroso y débil por lo que se evidencia que no cumple con la relación arena cemento, las placas se construyeron en concreto aligeradas con casetón de guadua, la cubierta es en tejas de asbesto-cemento. En el año 1969 se continuó con la construcción de la casa, al ir creciendo la familia, debió a que, para ese entonces ya había cuatro hijos más.

Teniendo en cuenta el área del lote y que el abuelo quería dar espacio para los juegos de sus hijos y algunos animales que criaba como gallinas, se dispuso un diseño de tipo colonial rustico, donde la construcción se tornó a un patio, y se construyó el segundo apartamento, la primera cocina construida se trasladó unos metros al sur del lote y se construyó un segundo baño, quedando dos juntos y también una cocina adicional, las tuberías usadas en la red sanitaria son de asbesto de acuerdo con revisión realizada a los sifones ubicados en el patio y con la información suministrada, la red de acueducto fue cambiada en el año 1990 a PVC.

Figura 12.

Muros construidos en ladrillo y mortero de pega



Fuente: Fotografía propia.



Figura 13.

Placa construida con casetón de guadua y cubierta con tejas de asbesto-cemento



Fuente: Fotografía propia.

Las construcciones aledañas, son casas de 3 pisos cada una, estas han tenido mejoras con el paso del tiempo sin causar afectación al paciente, se realiza visita al primer piso de la casa vecina ubicada al este, debido que es en esta zona donde se concentran las lesiones, esta está construida en mampostería estructural y presenta una mejor técnica constructiva, no se evidenciaron lesiones similares a las encontradas en la casa Ávila, por lo que se puede concluir que la causa de las lesiones es por las condiciones internas y propias del paciente.

Hacia el año 1975, se terminó la construcción de la casa, se dispuso de 3 cocinas, 3 baños y 3 apartamentos, patio y zona de ropas. En el año 2000 se construyó una zona BBQ para mayor aprovechamiento de las zonas libres, que es como se encuentra actualmente.



Figura 14.

Distribución actual de la casa Ávila.



Fuente: Fotografía propia.

15. COMPONENTE EXPERIMENTAL

Para la elaboración de los ensayos necesarios para analizar las lesiones del paciente, se procedió a extraer unidades de mampostería con el propósito de llevar a cabo evaluaciones de resistencia y humedad. Estas pruebas se llevaron a cabo siguiendo las pautas establecidas en la norma NTC 4017, titulada "Método para el muestreo y ensayo de unidades de mampostería y otros productos de arcilla".

Figura 15.
Muestras extraídas.



Fuente: Fotografía propia.

15.1. Unidades extraídas

Para llevar a cabo los ensayos de mampostería, se procede a la extracción de unidades, tomando en consideración la autorización suministrada por los propietarios, la cual es bastante limitada. Lamentablemente, debido a estas restricciones, no fue posible obtener muestras representativas que permitieran analizar los elementos, como ladrillo y mortero, en su conjunto.

En consecuencia, se optó por analizar unidades de mampostería individualmente, siguiendo las directrices establecidas en la norma NTC 4017. En esta normativa, las unidades de mampostería maciza se designan como tipo "M", y se proporcionan los parámetros mínimos de resistencia y absorción, los cuales se detallan en la tabla 2.



Tabla 7.
Dimensiones de las muestras

Tipo	Dimensiones (m)		
	alto	largo	ancho
Unidad M1	6,2	18,7	9,1
Unidad M2	6,5	19	8,9
Unidad M3	6,3	18,8	9,3
Unidad M4	6,4	18,5	9,1
promedio	6,35	18,75	9,1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16.
Toma de medidas



Fuente: Fotografía propia.

15.2. Ensayo de resistencia a la compresión

Figura 17.

Ensayo de Resistencia a la compresión



Fuente: Fotografía propia.

Tabla 8.

Resultados de resistencia a la compresión.

Tipo	Resistencia a la Compresion (MPa) NTC 4017
Unidad M1	13,30
Unidad M2	13,80
Unidad M3	14,20
Unidad M4	14,20
promedio	13,88

Fuente: Elaboración propia.

Según las especificaciones detalladas en la *Tabla 3*, que aborda los requisitos de resistencia a la compresión, absorción de agua y clasificación del peso, se establece que la resistencia mínima promedio para las muestras macizas debe ser de **13 MPa**. Al evaluar los resultados obtenidos, se constata que el promedio es de **13.88 MPa**. De este modo, se puede concluir con certeza que las unidades han superado satisfactoriamente el ensayo de resistencia a la compresión. (Consultar el Anexo 5 para obtener información detallada en los Informes de Ensayos).

15.3. Ensayo de absorción

Las unidades de mampostería presentan de manera evidente manchas orgánicas y eflorescencias, incluso antes de la realización del ensayo. Este fenómeno sugiere una absorción considerable en las unidades de mampostería, indicando la necesidad imperativa de llevar a cabo un mantenimiento correctivo en los muros y aplicar un tratamiento con productos hidrofugantes. Además, se procedió a realizar el ensayo correspondiente según la NORMA NTC 4026 para determinar el porcentaje de absorción.

Figura 18.

Muestra para ensayo de absorción



Fuente: Fotografía propia.

Tabla 9.

Datos de peso seco y peso húmedo.

Tipo	Peso seco (g)	Peso final (g)
Unidad M1	4034	4139
Unidad M2	3990	4095
Unidad M3	4026	4131
Unidad M4	4012	4117
promedio	4015,5	4120,5

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 10.

Datos de porcentaje de absorción

Referencia del Adoquin	Localización	Fecha del Ensayo	Peso Seco	Peso SSS	% de absorción
1	UNIDAD M1	18-nov-23	4034.0	4139.0	2.6
2	UNIDAD M2	18-nov-23	3990.0	4095.0	2.6
3	UNIDAD M3	18-nov-23	4026.0	4131.0	2.6
4	UNIDAD M4	18-nov-23	4012.0	4117.0	2.6

Fuente: Informe de Laboratorio.

La absorción de agua en las muestras de mampostería es un parámetro importante que puede influir en varias propiedades del material, como la resistencia, durabilidad y comportamiento frente a cambios climáticos. El resultado de tu ensayo de laboratorio, con un porcentaje de absorción del **2.6%**, indica que la mampostería de arcilla tiene una capacidad relativamente baja para absorber agua, lo que es una muy buena señal a la hora de pensar en métodos de intervención estética de los muros.

15.4. Caracterización del suelo

Por medio del ensayo de penetración estándar SPT bajo la NORMA INV E – 111 – 13, se extrajeron 3 muestras de suelo para poder realizar la caracterización, se realizaron 3 apiques manuales a una profundidad promedio de 5,6 m, donde se observó que la resistencia de los suelos tiene una tendencia ascendente, sin embargo, no se alcanzó el nivel de rechazo en la prueba de SPT (Ver ANEXO 5. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS).

No obstante, al complementar esta primera exploración con los ensayos de laboratorio, como humedad, límites de atterberg, granulometría realizados bajo las NORMAS I.N.V. E - 125 / E - 126/ E-123 (Ver ANEXO 6. ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN), se encontraron que las propiedades gravimétricas y mecánicas de los estratos encontrados son óptimos para la construcción de viviendas de no más de 3 pisos, a causa de que la arena arcillosa está a profundidades no mayores a los 2 metros y también el contenido de humedad está en unos rangos aceptables.

16. DIAGNÓSTICO

De acuerdo con las visitas al predio, ensayos y análisis de las lesiones observadas, se concluye que estas derivan de un diseño inadecuado en el manejo de aguas. La cimentación en ciclópeo de la casa, junto con un extenso patio y jardín de terreno natural, combinados con muros de carga en mampostería de ladrillo en arcilla recocida, sin protección hidrofugante, exponen la estructura a diversos factores atmosféricos y ambientales.

La construcción, realizada por personal empírico, carece de elementos esenciales como filtros, bajantes y canaletas para gestionar adecuadamente el agua lluvia. Esto ha provocado lesiones mecánicas como fisuras y desprendimientos, químicas como eflorescencias y hongos, y físicas como humedad, erosión y suciedad.

Dichas lesiones han causado un deterioro progresivo desde la construcción en 1966, agravado por mantenimientos poco efectivos en los últimos 15 años. A pesar de intervenciones superficiales como el retiro y reemplazo del material con aplicación de estuco plástico, no se aborda la raíz del problema: la gestión inadecuada y control del agua.

Es relevante destacar que, debido a la antigüedad de la construcción y la falta de conformidad con la normativa sismorresistente, los materiales y el diseño original no cumplen con los estándares actuales. Mitigar eficazmente la causa subyacente y abordar las lesiones requiere intervenciones específicas. Además, es esencial implementar mantenimientos preventivos periódicos para asegurar la durabilidad del predio y su habitabilidad.

17. ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN

Para la intervención y reparación de la causa directa que genera las lesiones evidenciadas se determinan las siguientes alternativas;

- I. Instalación de Sistema de canales: Implementar un sistema completo de canales, bajantes y rejillas de piso para el adecuado manejo de aguas lluvias.
- II. Revestimiento Hidrofugante: Aplicar un revestimiento hidrofugante en los muros exteriores para protegerlos de la humedad y mejorar su resistencia a factores atmosféricos.
- III. Mejora en la pendiente del terreno: Modificar la pendiente del corredor interno de la casa para facilitar el drenaje natural de aguas hasta los puntos de desagüe hacia el alcantarillado.

17.1. Intervención Detallada

La Alternativa Seleccionada es la instalación de un sistema de canales, esta alternativa se considera la más viable y eficaz para abordar la causa primaria de las lesiones. Se propone la instalación de un sistema que incluye rejillas en los desagües de agua, bajantes estratégicamente ubicados y canales teniendo en cuenta las áreas, pendientes y longitudes de las cubiertas

Aunque hemos optado por esta alternativa como la solución principal para abordar la causa primaria, se sugiere la implementación de las otras dos opciones de manera complementaria. Esta estrategia integral tiene como objetivo mejorar tanto la raíz del problema como los aspectos físicos afectados. Es imperativo considerar el tratamiento de las lesiones químicas, como los hongos generados a raíz de la humedad, con el fin de realizar una reparación completa que incluya el resane y pintura de los muros afectados. Esta aproximación holística garantizará una intervención completa y duradera en la Casa Ávila.

La intervención se llevará a cabo en las siguientes fases:

I. Diseño Detallado

- Elaboración de planos detallados con la ubicación precisa de las rejillas de piso, bajantes y canales.
- Especificación de los materiales escogidos.

II. Preparación del Sitio

- Retiro de cualquier material existente en mal estado.
- Preparación del terreno para la instalación de los nuevos elementos.

III. Instalación del Sistema de canales

- Colocación de rejillas en puntos estratégicos para evitar obstrucciones.
- Instalación de canales y bajantes con pendientes adecuadas para garantizar el flujo eficiente del agua.

IV. Pruebas y Ajustes

- Realización de pruebas para verificar la eficacia del nuevo sistema.
- Ajustes finos para asegurar una evacuación óptima.

18. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La Casa Ávila, con su rica historia desde su construcción en 1966, ha sido testigo del paso del tiempo y las inclemencias atmosféricas, experimentando un deterioro progresivo debido a lesiones estructurales causadas por un manejo inadecuado de aguas pluviales. Esta propuesta de intervención surge como respuesta a la necesidad imperante de su preservación, enfrentando de manera integral la raíz de sus problemas.

Detectadas fisuras, humedad, y desprendimientos, nos embarcamos en un análisis exhaustivo, identificando en nuestro diagnóstico la carencia crucial de un sistema de drenaje eficiente. La ausencia de elementos básicos como rejilla, bajantes y canaletas ha permitido que las aguas lluvias influyan de manera directa en la integridad estructural, generando consecuencias que afectan no solo la estética, sino también la estabilidad y durabilidad de los materiales de la vivienda.

En esta propuesta, presentamos un enfoque estratégico para la intervención, priorizando la instalación de un sistema de canales integral como solución óptima. Se ofrecen alternativas, pero nuestra recomendación se centra en la instalación precisa de canales, bajantes y rejillas, diseñados a medida para mitigar los impactos negativos del agua en la estructura. A continuación, detallaremos esta intervención, proporcionando un plan completo que aborda no solo la causa primaria, sino que sienta las bases para la revitalización y preservación a largo plazo de la Casa Ávila.

18.1. Causa Primaria Identificada en el Diagnóstico

La principal causa de las lesiones en la Casa Ávila se atribuye a la falta de un diseño adecuado para el manejo de las aguas. Este problema ha provocado daños mecánicos, químicos y físicos, contribuyendo al deterioro progresivo de la vivienda.

18.2. Propuesta de Intervención

En esta intervención destinada a abordar la causa primaria, hemos seleccionado canales del tipo Amazonas como material principal. Esta elección se basa en la necesidad de gestionar tramos de longitud considerable, lo cual demanda canales y bajantes que sean capaces de cumplir con los requisitos de capacidad necesarios para garantizar un eficiente manejo del agua. Además, se tiene en cuenta la utilización de tubería sanitaria de PVC de 4", respaldada por rejillas de piso de 15x15 en acero inoxidable y cajas de inspección con filtro en cada punto. La elección de estos materiales busca prevenir obstrucciones y asegurar un sistema de drenaje eficiente. Se incorporarán todos los accesorios necesarios para garantizar la funcionalidad y durabilidad a largo plazo de la Casa Ávila.

Figura 19.
Canal Amazonas



Fuente: Tomado de la ficha técnica de PAVCO.

En relación con la elección de materiales, se diseñó el siguiente plano (*Anexo 8*), que detalla las pendientes de las cubiertas de la Casa Ávila, la ubicación de canales y bajantes, además de los puntos de desagüe que se conectan con la red de alcantarillado público.

Las bajantes se extienden por debajo del nivel del suelo, y se llevará a cabo una excavación manual para conectarlas a los desagües mediante el uso de tubería de PVC de 4".

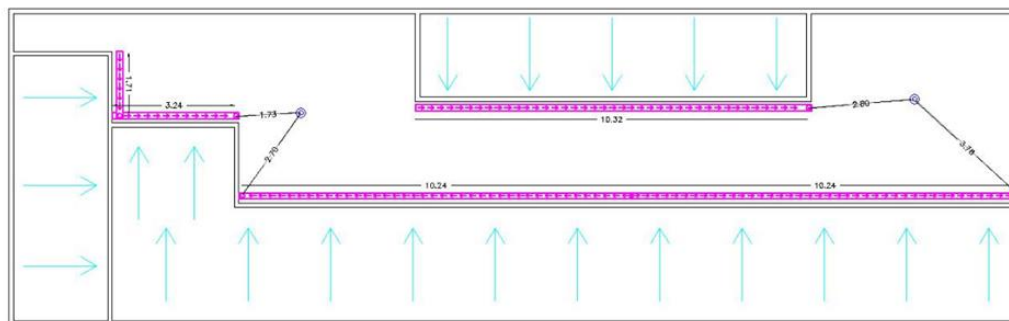
Teniendo en cuenta el manual técnico de canales y bajantes de PAVCO, este presenta que los canales tipo Amazonas son eficientes para una superficie de 90 m² de cubierta por cada bajante. Aunque las áreas de cubiertas en la Casa Ávila no excedan los 90 m², hemos tomado la decisión de dividir la longitud más extensa en dos secciones, instalando un bajante en cada extremo. Esta elección se fundamenta en evitar pendientes superiores al 2%, siguiendo así las mejores prácticas para asegurar una óptima conducción del agua, aun cuando el área no requiere múltiples bajantes.

Este diseño garantiza una integración eficiente y duradera del sistema de drenaje, optimizando la conducción de aguas lluvias hacia el alcantarillado.



Figura 20.

Ubicación del sistema de canales



	CANAL TIPO AMAZONAS
	CAMBIO DE PENDIENTE (CANAL)
	BAJANTE DE CANAL
	PUNTO DE CONEXIÓN A ALCANTARILLADO
	PENDIENTE DE LA CUBIERTA

Fuente: Elaboración propia.



Figura 21.

I. Representación gráfica de la propuesta.



Fuente: Fotografía propia.

Figura 22.

II. Representación gráfica de la propuesta.



Fuente: Fotografía propia.

18.3. Costos y Presupuesto de la Intervención

Teniendo en cuenta la propuesta anteriormente mencionada, presentamos el siguiente presupuesto de intervención.

Es crucial destacar que las cantidades, Precios unitarios y totales son estimados y, por ende, sujetos a variaciones dependiendo de las condiciones específicas del sitio de intervención. Es importante tener en cuenta que, durante la ejecución, podrían surgir costos adicionales no contemplados en este presupuesto inicial.

Estamos comprometidos a mantener una comunicación transparente y colaborativa para abordar cualquier ajuste necesario y garantizar una ejecución exitosa del proyecto.

Tabla 11.

Presupuesto de intervención

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	PRELIMINARES				
1,1	Excavacion manual	m³	0,5	\$ 200.000,00	\$ 100.000,00
1,2	Retiro de madera en mal estado	m	23	\$ 5.800,00	\$ 133.400,00
2	INTERVENCION				
2,1	Canales (incluye accesorios)	m	36	\$ 38.200,00	\$ 1.375.200,00
2,2	Bajante (incluye accesorios)	m	12	\$ 33.115,00	\$ 397.380,00
2,3	Tuberia PVC 4" (incluye accesorios)	m	12	\$ 37.500,00	\$ 450.000,00
2,4	Relleno en concreto	m³	0,5	\$ 680.100,00	\$ 340.050,00
2,5	Remplazo de madera para soportes	m	23	\$ 16.600,00	\$ 381.800,00
2,7	Caja de Inspeccion con Filtro 30*30	Und	2	\$ 263.455,00	\$ 526.910,00
2,8	Rejila desague 15*15 Acero Inox	Und	2	\$ 148.950,00	\$ 297.900,00
Nota:				SUBTOTAL	\$ 3.487.440,00
Precio de materiales tomados de home center.				IVA 19%	\$ 662.613,60
Precios incluyen mano de Obra.				TOTAL	\$ 4.150.053,60

Fuente: Elaboración Propia.

Adicionalmente, se incorporó la elaboración de una ficha de mantenimiento (*Anexo 6*) como parte integral de la estrategia para garantizar la longevidad y la óptima condición de la Casa Ávila. Esta ficha desempeñará un papel fundamental al facilitar visitas periódicas de verificación y control, permitiendo una evaluación sistemática de las condiciones estructurales y estéticas de la vivienda.

Cabe destacar la importancia de incorporar la participación de los residentes en este proceso, promoviendo la sensibilización sobre la importancia del mantenimiento preventivo y fomentando una cultura de cuidado y responsabilidad compartida. De esta manera, la ficha de mantenimiento no solo será una herramienta técnica, sino también un instrumento educativo que involucre a los habitantes en el cuidado a largo plazo de su hogar.

19. CONCLUSIONES

En el transcurso de esta investigación centrada en la Casa Ávila en Bogotá, se han destacado observaciones fundamentales que ejercen una influencia directa en la calidad de vida y la salud de sus habitantes. La detección de lesiones significativas en la estructura de la vivienda ha revelado un diseño inadecuado del manejo del agua, marcado por la carencia de elementos esenciales como filtros, bajantes y canaletas para el manejo apropiado del agua de lluvia.

Es esencial subrayar que estas lesiones no solo son consecuencia de un diseño deficiente, sino que también han evolucionado de manera progresiva desde la construcción en 1966. A lo largo de los últimos 15 años, las prácticas de mantenimiento poco efectivas han agravado aún más el deterioro, generando una serie de problemas estructurales y estéticos que requieren una atención inmediata.

El núcleo del problema reside claramente en la gestión inadecuada y en el control deficiente del agua. Para abordar eficazmente la causa y corregir las lesiones existentes, se impone una acción prioritaria en esta área. Implementar intervenciones específicas como una necesidad imperativa para garantizar la seguridad y el funcionamiento adecuado de la Casa Ávila.

De acuerdo con los ensayos de estratificación del suelo se determinó que este es apto para la construcción de la casa avila ya que el material encontrado es óptimo para viviendas de no más de 3 pisos, por lo que las intervenciones recomendadas no afectarán la cimentación.

La restauración de su integridad arquitectónica no solo será una respuesta a los problemas evidentes, sino también una medida crucial para preservar su habitabilidad a largo plazo.

Además, es necesario reconocer que la gestión del agua no solo impacta la estructura física de la vivienda, sino que también tiene consecuencias directas en la salud y el bienestar de los residentes. La presencia de filtraciones y humedad puede propiciar la proliferación de mohos y otros agentes patógenos, afectando la calidad del aire interior y contribuyendo a problemas respiratorios.

En este sentido, la intervención y corrección de la gestión del agua no solo son acciones de mantenimiento estructural, sino medidas esenciales para salvaguardar la salud de quienes residen en la Casa Ávila.

20. RECOMENDACIONES

Se propone la implementación de una intervención integral, abarcando diversas facetas para asegurar la efectividad y sostenibilidad a largo plazo de la Casa Ávila en Bogotá. En primer lugar, se sugiere la instalación de sistemas eficientes de bajantes y canaletas, diseñados para gestionar de manera adecuada el agua de lluvia y prevenir problemas futuros asociados con su acumulación y filtración. Esta medida no sólo abordaría la causa principal de las lesiones identificadas, sino que también contribuiría a mantener la integridad arquitectónica del edificio.

Además, se plantea abordar de manera específica las lesiones ya identificadas, tales como fisuras, desprendimientos, eflorescencias, hongos, humedad, erosión y suciedad. Se recomienda la realización de reparaciones focalizadas, llevadas a cabo por profesionales especializados en la restauración de estructuras arquitectónicas. Estas acciones no sólo buscarían corregir los problemas existentes, sino también prevenir la progresión de estos, asegurando la estabilidad y seguridad del inmueble.

Para garantizar la durabilidad del predio y su habitabilidad, se propone la implementación de un programa de mantenimientos preventivos periódicos. Este enfoque proactivo permitirá detectar y abordar cualquier signo de deterioro de manera temprana, antes de que se convierta en un problema mayor. Estos mantenimientos periódicos no solo contribuirán a preservar la inversión realizada en la intervención, sino que también asegurará la longevidad y funcionalidad continua de la Casa Ávila.

Es esencial destacar la importancia de establecer una comunicación transparente y colaborativa entre todos los involucrados en el proyecto. Esto implica fomentar la retroalimentación continua, abordar cualquier ajuste necesario de manera consensuada y garantizar la alineación de objetivos entre los diferentes actores. Además, se advierte sobre la naturaleza estimativa de las cantidades, precios unitarios y totales proporcionados en el presupuesto, subrayando su susceptibilidad a variaciones dependiendo de las condiciones específicas del sitio de intervención.

En este contexto, se destaca la necesidad de considerar posibles costos adicionales que puedan surgir durante la ejecución y que no hayan sido contemplados en el presupuesto inicial, asegurando así una gestión financiera eficiente y sin contratiempos.

21. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Echeverri Montes Arquitectos. (2021). ¿Qué es una patología en la construcción? Tomado el 22 de mayo de 2023, de <https://www.echeverrimontes.com/blog/que-es-patologia-construccion>

Higiene y Seguridad Laboral. (s.f.). PATOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN. Tomado el 22 de mayo de 2023, de https://higieneyseguridadlaboralcvs.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf

IPE Control. (s.f.). Patología Constructiva - Pruebas y Control de Estructuras. Tomado el 22 de mayo de 2023, de <https://ipecontrol.com/patologia-constructiva/>

Alejos, D. (s.f.). Patologías Constructivas. Tomado el 22 de mayo de 2023, de https://www.academia.edu/10834697/Patolog%C3%ADas_Constructivas

IDIGER, Alcaldía mayor, Instituto distrital de gestión de riesgos y cambio climático, Caracterización General de Escenarios de Riesgo, Localidad de Tunjuelito, Mayo de 2018. Tomado de: <https://www.idiger.gov.co/documents/220605/303218/Identificacion+y+priorizacion.pdf/376d045d-a3d9-46b5-9c62-a5f433fd631a>

Martins, J. (2021). El origen del ciclo PHVA.

Jorge A. Bernal E, Cipriano A. Díaz D, Tecnología para el cultivo de breva - generalidades del cultivo. Tomado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17260/41609_41579.pdf

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, normas sismo resistentes colombianas, Titulo A, Titulo E, Titulo G, NSR10, 2010.

Norma tecnica colombiana, Concretos. Especificaciones del mortero para unidades de mampostería, NTC 3329, julio 2004.

Sociedad colombiana de Geotecnia, Microzonificación sísmica de Bogotá D.C., febrero 2011, Tomado de: <https://sish.sgc.gov.co/>

Sociedad colombiana de Geotecnia, sismicidad histórica de colombia., febrero 2011, Tomado de: https://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Amenaza_Sismica/

IDIGER, Alcaldía mayor, Instituto distrital de gestión de riesgos y cambio climático, Caracterización General de Escenarios de Riesgo, Localidad de Tunjuelito, Mayo de 2018. Tomado de: <https://www.idiger.gov.co/documents/220605/303218/Identificacion+y+priorizacion.pdf/376d045d-a3d9-46b5-9c62-a5f433fd631a>

Ramos Q., Julio. “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO CENTRAL BLOQUE NORTE DE LA UNIVERSIDAD DE CALDAS”, 2003



Bonett, Ricardo. Universidad Politécnica de Cataluña. “Vulnerabilidad Y Riesgo Sísmico De Edificios. Aplicación A Entornos Urbanos En Zonas De Amenaza Alta Y Moderada”. Tesis Doctoral, 2003

Molina V. Juan Camilo Y Osorio N. “Estudio De La Vulnerabilidad Sísmica Del Bloque M1”. Facultad De Minas, Universidad Nacional De Colombia Sede Medellín, 2004

David Mendieta. (2018). IDIGER en el Censo 2018. Alcaldía de Bogotá, Tomado de: <https://bibliotecadigital.sire.gov.co/handle/idiger/65163>

Decreto 555 de 2021, Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C, Tomado de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=119582>

Redmas, (2023), Bogotá volvería a experimentar sismos potentes por lo que ha ocurrido en dos zonas que la rodean, Tomado de: <https://redmas.com.co/colombia/Bogota-volveria-a-experimentar-sismos-potentes-por-lo-que-ha-ocurrido-en-dos-zonas-que-la-rodean-20230831-0037.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4017 “MÉTODOS PARA MUESTREO Y ENSAYOS DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA Y OTROS PRODUCTOS DE ARCILLA”, 2005.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4026 “INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA. UNIDADES (BLOQUES Y LADRILLOS) DE CONCRETO, PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL”, 1997.

Instituto Nacional de Vías INVIAS, INV E – 111 – 13 “ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO”, 2013.

Instituto Nacional de Vías INVIAS, INV E – 125 – 13 “DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS”, 2023.

Instituto Nacional de Vías INVIAS, I.N.V. E - 126 “LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS”, 2013.

American Society for Testing and Materials, ASTM C 426-22 “Método de prueba estándar para la contracción por secado lineal de unidades de mampostería de concreto”

Instituto Nacional de Vías INVIAS, I.N.V. E - 123 DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS, 2013.



22. ANEXOS

1. TABLA DE HISTORIA SÍSMICA BOGOTÁ D.C.
2. PLANO ARQUITECTÓNICO PACIENTE CASA AVILA
3. PLANO Y DETALLES ESTRUCTURALES PACIENTE CASA AVILA
4. FICHAS DE TIPIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LESIONES
5. INFORMES DE LABORATORIO
6. FICHA DE MANTENIMIENTO
7. PLANO DE PROPUESTA DE INTERVENCIÓN