



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

CURSO OPCIÓN DE GRADO
Especialización Patología de la Construcción

Estudio Patológico Para Intervención del Edificio L'AVENIDA

Presentado por:

Ing. Anny Cardozo Muñoz

Arq. Andrés Felipe Julio

Arq. Leidy Vanesa Rivera

Asesor:

Ing. Osmar Gamba

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Civil
Especialización en Patología de la Construcción
2025

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	3
ABSTRACT.....	3
1. HISTORIA CLÍNICA.....	4
2. METODOLOGÍA.....	5
3. ANÁLISIS DE DATOS.....	8
4. DIAGNÓSTICO	10
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	12
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	14
8. PRESUPUESTO.....	18
9. RESULTADOS.....	19
10. BIBLIOGRAFÍA	20
11. ANEXOS	21

RESUMEN

El presente estudio analiza el estado patológico del Edificio L'Avenida, ubicado en el barrio Chicó (Bogotá D.C.) y construido en 1985 bajo la norma NSR-84, con el fin de diagnosticar las causas de deterioro estructural y formular una propuesta de intervención acorde con la NSR-10. La edificación, de 5 pisos, semisótano y terraza, se localiza en una zona de amenaza sísmica intermedia ($A_e = 0,13$), sobre suelos de origen lacustre con arcillas de alta plasticidad y baja capacidad portante, tipo G-2 según la NSR-10. Estas condiciones, junto con la falta de continuidad en las vigas de cimentación, han generado asentamientos diferenciales y fisuración vertical en columnas y losas adyacentes.

La metodología comprende revisión documental, inspección visual, ensayos no destructivos y estudios geotécnicos. Los resultados evidencian fisuras en columnas y losas, levantamientos, pérdida de recubrimiento y humedad persistente en la zona noroccidental. Se concluye que el daño proviene principalmente de deficiencias en la cimentación y del comportamiento compresible del suelo.

La propuesta de intervención incluye completar la cimentación perimetral con vigas de amarre e instalar micropilotes tipo PushPile en las zapatas afectadas, además de ejecutar reparaciones en concreto, inyecciones epóxicas y sellado de fisuras, garantizando estabilidad, durabilidad y cumplimiento normativo.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, asentamientos diferenciales, cimentación, patología de la construcción, refuerzos con micropilotes.

ABSTRACT

This study analyzes the pathological condition of the *Edificio L'Avenida*, located in the Chicó neighborhood (Bogotá D.C.) and built in 1985 under the NSR-84 code, with the purpose of diagnosing the causes of structural deterioration and formulating an intervention proposal in accordance with NSR-10. The building, consisting of five stories, a basement, and a terrace, is located in an intermediate seismic hazard zone ($A_e = 0.13$) on lacustrine soils with high-plasticity clays and low bearing capacity, classified as type G-2 according to NSR-10. These conditions, together with the lack of continuity in the foundation beams, have caused differential settlements and vertical cracking in columns and adjacent slabs.

The methodology includes document review, visual inspection, non-destructive testing, and geotechnical studies. The results show cracks in columns and slabs, uplift, loss of concrete cover, and persistent moisture in the northwestern area. It is concluded that the damage stems mainly from deficiencies in the foundation and the compressible behavior of the soil.

The proposed intervention involves completing the perimeter foundation with tie beams and installing PushPile-type micropiles under the affected footings, as well as performing concrete

repairs, epoxy injections, and crack sealing, ensuring structural stability, durability, and regulatory compliance.

Keywords: Seismic vulnerability, differential settlements, foundation, building pathology, micropile reinforcement.

1. HISTORIA CLÍNICA

a. Identificación

El Edificio L'Avenida, ubicado en la Calle 92 #11A-36, barrio Chicó, Bogotá, es una edificación de uso residencial con un área construida de 1.734 m² y una altura aproximada de 17,5 m. Fue construido en 1985 por la firma RIGO LTDA, bajo la dirección del arquitecto Roberto Franco Solado, con licencia de construcción No. 027398.

La estructura cuenta con 5 pisos, un semisótano y un altillo, que alojan 9 unidades de vivienda. Su sistema estructural es aporticado en concreto reforzado de 3000 psi, con losas aligeradas de casetón de 35 cm de espesor, una torta inferior de 3 cm y una superior de 4 cm, reforzadas con malla electrosoldada en acero #2 a 30 cm. Las fachadas están construidas en muros de ladrillo, la mampostería interior como muros no estructurales. Los pisos presentan enchape cerámico en zonas comunes y piso en madera en los apartamentos.

Funcionalmente, cuenta con un punto fijo, ascensor, terrazas en el primer y último nivel (impermeabilizada) y un semisótano destinado a parqueaderos. Se resalta como condición crítica la ausencia de vigas de cimentación continuas en el perímetro noroccidental, lo que compromete la adecuada redistribución de cargas. (ver anexo 1, ficha de información general historia clínica).

b. Antecedentes

Con el propósito de establecer una línea base del comportamiento y la evolución constructiva de la edificación, se llevó a cabo una recopilación y análisis de información fotográfica, documental y técnica.

Dentro de los documentos disponibles se identificaron:

- Plano arquitectónico de Semisótano. (Sociedad Rigo Ltda., 1984).
- Plano de formaleta de cimientos. (Sociedad Rigo Ltda., 1984).
- Plano de formaleta de altillo. (Sociedad Rigo Ltda., 1984).
- Plano planta de primer piso. (Sociedad Rigo Ltda., 1984).
- Planos de ejes cimientos y desagües. (Sociedad Rigo Ltda., 1984).
- Licencia de construcción No. 027398
- Certificados de uso del suelo.
- Documentos que delimitan las responsabilidades técnicas y jurídicas.
- Estudio de asentamientos diferenciales (2017-2019)
- Intervención superficial en 2021

c. Estudios Previos

Entre 2017 y 2019 se efectuó un monitoreo topográfico de asentamientos diferenciales que registró movimientos verticales de 2 a 3 mm mensuales en los costados norte y occidental (puntos 31, 26 y 23), con comportamiento tipo rebote clasificado como no crítico. El informe recomendó una evaluación complementaria de las adiciones estructurales y la cimentación, así como un estudio de suelos preventivo para anticipar posibles riesgos estructurales (ver anexo 2).

d. Intervenciones Realizadas

Se documenta una reparación ejecutada en el año 2021 sobre la losa de contrapiso ubicada en el sótano y piso 1, la cual se implementó en respuesta a manifestaciones patológicas tales como fisuras, grietas, humedades y desprendimiento de la capa de mortero. Las acciones correctivas fueron tratamientos superficiales e impermeabilización localizada; sin embargo, los daños reaparecieron, evidenciando que la intervención no abordó de manera efectiva las causas subyacentes de la patología, limitándose a un tratamiento de carácter cosmético.

e. Inspección Visual

Entre marzo y septiembre de 2025 se identificaron lesiones estructurales activas en distintos sectores del edificio, asociadas a asentamientos diferenciales y deterioro del concreto. En el semisótano se evidenciaron fisuras, grietas, desniveles, humedades y desprendimientos de material por filtraciones desde la terraza. En la terraza del primer nivel (Apto. 102) se observaron grietas de gran magnitud y una inclinación que provoca empozamientos y filtraciones hacia el semisótano. En las fachadas se registraron grietas, desniveles y humedades con desprendimiento de acabados, confirmando la degradación progresiva del material. Se implementó un seguimiento de grietas con plantillas de control y registro fotográfico, verificando su correspondencia con las zonas de mayor movimiento señaladas en estudios previos (ver Anexos 3,4 y 5).

2. METODOLOGÍA**a. Enfoque General**

El desarrollo metodológico se basa en los lineamientos establecidos en la NSR-10 (Títulos A, G y H) y las guías internacionales ACI 562-19 y ACI 308R-19, que orientan los procesos de evaluación, diagnóstico y rehabilitación estructural en edificaciones existentes. El proceso se estructura en cinco fases que integran la inspección visual, la caracterización de materiales, la evaluación geotécnica, el análisis técnico y la formulación de la propuesta de intervención.

b. Fases Metodológicas

Tabla 1. Fases Metodológicas.

Etapas	Descripción	Instrumentos y ensayos utilizados	Resultados esperados
1. Revisión documental	Análisis de planos estructurales, licencias, estudio de asentamientos (2017–2019) e historial de intervenciones.	Planos estructurales, archivos técnicos, informes previos.	Identificar configuración estructural y antecedentes de daño.
2. Inspección visual	Reconocimiento general de lesiones, registro fotográfico y fichas de inspección estandarizadas.	Cámara digital, fisurómetro, plantillas de control.	Clasificación de patologías visibles y determinación de su severidad.
3. Ensayos no destructivos (END)	Evaluación del concreto y del acero sin alterar la estructura.	Esclerómetro, ultrasonido, ferrosacan.	Determinar resistencia, homogeneidad y recubrimiento del acero.
4. Estudio de suelos (Ver punto 4.3)	Determinación de propiedades reales de materiales y condiciones del terreno de fundación.	-Ensayos de caracterización: contenido de humedad natural, límites de Atterberg, granulometría, peso unitario y densidad seca. -Ensayos de resistencia: consolidación unidimensional, compresión confinada, compresión triaxial y corte directo. -Ensayos complementarios: determinación de capacidad portante y módulo de reacción del suelo.	-La capacidad portante efectiva del terreno bajo la cimentación existente. -El comportamiento del suelo ante diferentes condiciones de carga y su influencia en la estructura. -El grado de consolidación actual y la magnitud de los asentamientos diferenciales observados.
5. Análisis técnico e integración de resultados	Correlación de datos estructurales y geotécnicos, diagnóstico y formulación de la intervención.	Matrices de vulnerabilidad, modelación y comparación normativa.	Diagnóstico integral y propuesta de refuerzo según NSR-10 y ACI 562-19.

Fuente: Cardozo, A. Rivera, L. Julio, A. Ficha de Información General (Elaboración propia).

La metodología del estudio se desarrolla conforme a la NSR-10 y al ACI, asegurando que cada fase del diagnóstico se base en criterios técnicos verificables. En la etapa inicial, la recopilación y análisis de información técnica (planos, licencias, informes previos) cumple con el Título A – Requisitos Generales, artículo A.10.2, que exige fundamentar toda intervención en datos comprobados y en la evaluación de la capacidad resistente actual. Según el Capítulo A.10, la inspección visual debe iniciar con un diagnóstico integral que identifique daños visibles y ocultos para orientar la aplicación de ensayos no destructivos (END).

En cuanto a los END, el Título C – Concreto estructural establece en su artículo C.3.4 que la resistencia del concreto debe verificarse mediante ensayos o métodos equivalentes reconocidos, entre los cuales se incluyen los END basados en normas ASTM y NTC: C805–NTC 3913 (esclerometría), C597–NTC 4431 (ultrasonido) y G59–G109 (potenciales de corrosión).

En el Título H de la NSR-10 define en los artículos H.1.1.1 y H.1.2.3 la obligatoriedad y alcance de los estudios geotécnicos, los cuales deben ser realizados por ingenieros civiles con experiencia en geotecnia, incluyendo descripción del sitio, ensayos de campo y laboratorio, capacidad portante y estimación de asentamientos.

Finalmente, la integración de resultados contrasta la información obtenida con los Títulos A (criterios sísmicos) y C (concreto estructural), formulando las propuestas de refuerzo según la ACI 562-19, que garantiza la compatibilidad entre materiales existentes y nuevos, evitando fallas diferenciales.

c. Estudio de Suelos

Se realizará un estudio geotécnico detallado conforme a los requisitos del Título H de la NSR-10, con el propósito de determinar la causa y magnitud de los asentamientos diferenciales identificados en el edificio.

En este caso el Proyecto es de categoría Media puesto que tienen cinco niveles.

Imagen 1.

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Fuente: NSR10 tabla H.3.1-1

Imagen 2.

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Fuente: NSR10 tabla H.3.2-1

El Edificio L'Avenida se clasifica como una construcción de categoría media; por tanto, conforme al Título G de la NSR-10, se proyectan cuatro sondeos de 15 m de profundidad en zonas críticas del semisótano y del costado occidental. Las perforaciones contemplarán la recuperación de muestras inalteradas y el registro de características litológicas, humedad, textura, resistencia y nivel freático. En laboratorio se realizarán ensayos de caracterización, resistencia y complementarios para determinar la capacidad portante y el módulo de reacción.

Los resultados permitirán evaluar la capacidad portante, el comportamiento del suelo ante cargas, y los asentamientos diferenciales y la interacción suelo-estructura, verificando la cimentación existente y definir los parámetros geotécnicos para la intervención estructural mediante vigas de amarre y micropilotes.

3. ANÁLISIS DE DATOS

a. Enfoque General

El análisis de datos integrará la información obtenida en las diferentes etapas del estudio, incluyendo la inspección visual, el levantamiento de daños, los ensayos no destructivos, los ensayos de laboratorio y el estudio de suelos, para correlacionar los resultados y establecer el comportamiento estructural y geotécnico del Edificio L'Avenida. Su objetivo es identificar las causas primarias y secundarias de las patologías, cuantificar los efectos de los asentamientos diferenciales y verificar la respuesta estructural frente a las exigencias de la NSR-10 y del ACI 562-19.

b. Resultados Integrados

Los datos recolectados en campo y los resultados que se obtendrán de los ensayos geotécnicos y estructurales se analizarán comparativamente con los criterios de desempeño estructural establecidos en la NSR-10 (Títulos A, C y G) permitiendo validar las hipótesis iniciales del diagnóstico y cuantificar los parámetros reales del comportamiento del edificio.

Tabla 2. Análisis de datos.

Aspecto analizado	Datos a recopilar	Métodos de análisis	Resultados esperados
Estado general del edificio	Registro fotográfico, fichas de inspección y levantamiento de fisuras.	Análisis comparativo con tipologías estructurales similares (ACI 364R-19).	Identificación de lesiones activas y evaluación de su evolución en el tiempo.
Condiciones ambientales	Temperatura, humedad relativa y exposición a filtraciones.	Observación directa y medición higrométrica.	Determinar zonas críticas por condensación o infiltración.

Aspecto analizado	Datos a recopilar	Métodos de análisis	Resultados esperados
Propiedades del concreto	Ensayos de esclerometría, ultrasonido y extracción de núcleos.	Comparación con ACI 562-19 6.2 y ASTM C805.	Obtener resistencia real, grado de carbonatación y homogeneidad del material.
Cimentación y suelos	Resultados del estudio geotécnico proyectado: perforaciones, ensayos de laboratorio y capacidad portante.	Análisis conforme a NSR-10 Títulos G y H.	Determinar estratigrafía del terreno, grado de consolidación y cuantificación de asentamientos diferenciales.
Cumplimiento normativo	Comparación entre diseño original (NSR-84) y requerimientos actuales (NSR-10).	Evaluación documental y normativa.	Identificar brechas en regularidad estructural, amarres, y desempeño sísmico.

Fuente: Cardozo, A. Rivera, L. Julio, A. Ficha de Información General (Elaboración propia).

c. Interpretación Prevista

Una vez culminadas las etapas de exploración y laboratorio, los resultados permitirán:

- Correlacionar las patologías observadas (fisuración, desniveles, humedad) con los parámetros geotécnicos del suelo, delimitando las zonas con mayor afectación por asentamientos diferenciales.
- Determinar la capacidad portante efectiva del terreno y su grado de consolidación actual, contrastándolo con la carga transmitida por la cimentación existente.
- Verificar el estado mecánico del concreto y del acero de refuerzo, mediante ensayos que permitan valorar la pérdida de adherencia o recubrimiento, conforme a los límites establecidos en el ACI 562-19.
- Evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica del edificio según su configuración estructural, las propiedades reales de los materiales y las condiciones del terreno, conforme al Título A de la NSR-10.
- Fundamentar técnicamente la intervención estructural y geotécnica, definiendo los parámetros de diseño para el refuerzo mediante micropilotes y vigas de amarre.

Los resultados serán la base para definir estrategias de refuerzo y rehabilitación, garantizando que las soluciones como la construcción completa de la cimentación perimetral y la instalación de micropilotes tipo PushPile cumplan con los criterios de seguridad, desempeño sísmico y durabilidad establecidos en la NSR-10 y el ACI 562-19.

4. DIAGNÓSTICO

a. Enfoque General

El diagnóstico constituye la fase final del proceso patológico, en la que se integran los resultados de las inspecciones, registros y estudios técnicos para identificar las causas primarias y secundarias de las lesiones y evaluar su incidencia en la seguridad estructural y funcional del Edificio L'Avenida. Las causas primarias se asocian al comportamiento compresible del suelo y la discontinuidad en la cimentación, mientras que las secundarias corresponden a filtraciones, deficiente mantenimiento y envejecimiento del concreto. El análisis se desarrolla conforme a los criterios de la NSR-10 (Títulos A y G) y las recomendaciones de la ACI 562-19 y ACI 364R-19, que orientan la evaluación y detección de deficiencias en estructuras existentes.

b. Síntesis del Estado Actual

Las inspecciones evidencian patologías activas en elementos estructurales y no estructurales, asociadas a asentamientos diferenciales del terreno, fisuración por esfuerzos de tracción, pérdida de recubrimiento y procesos de humedad persistente. Los daños se concentran en el costado sur occidental del edificio, coincidente con la zona de menor rigidez en la cimentación y mayor variabilidad geotécnica.

c. Diagnóstico por Componentes

Tabla 3. Diagnóstico.

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos preliminares	Recomendaciones técnicas
Columnas y muros estructurales	Elementos portantes de concreto reforzado.	Fisuras longitudinales y transversales visibles en semisótano. Pérdida de recubrimiento y riesgo de corrosión del acero.	Inyección de resinas epóxicas (sikadur 35 Hi-Mod LV), restitución de recubrimiento con mortero estructural(SikaTop122) y refuerzo localizado mediante encamisado o laminado FRP conforme a ACI 562-19.
Losas de contrapiso y entrepiso	Elementos horizontales de concreto con apoyo directo sobre suelo o vigas.	Desniveles y levantamientos localizados; fisuras diagonales y desprendimientos del recubrimiento por movimientos diferenciales.	Demolición en sectores afectados, conformación de subbase granular compactada (Proctor $\geq 97\%$), vaciado de nueva losa $f'c = 28$ MPa con juntas de dilatación de 1cm de ancho y 2–3 cm de profundidad selladas con back-rod y sello elástico tipo sika pavement 401.

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos preliminares	Recomendaciones técnicas
Cimentación y suelos	Zapatas aisladas sin continuidad total hacia muros de contención.	Ausencia de vigas de amarre perimetral; asentamientos diferenciales progresivos confirmados por estudios 2017-2019.	Completar la cimentación con vigas de amarre en el perímetro; ejecutar un sistema de micropilotes PushPile anclados a zapatas afectadas para nivelar la estructura y redistribuir cargas hacia estratos más competentes.
Fachadas, mampostería y condiciones ambientales	Cerramientos no estructurales en ladrillo expuestos a la intemperie.	Fisuras en juntas de mortero, eflorescencias, erosión superficial y desprendimientos localizados; presencia de humedad ascendente en muros del semisótano y filtraciones en terrazas.	Reemboquillado de juntas con mortero de alta adherencia, aplicación de impermeabilizante hidrófugo Sika-10 en fachadas, corrección de pendientes y drenajes en cubiertas y terrazas para evitar empozamientos.
Concreto superficial y acero de refuerzo	Elementos expuestos de concreto armado.	Avance de carbonatación y exposición del acero en zonas húmedas.	Limpieza mecánica, pasivación del acero y recubrimiento con morteros poliméricos de reparación.
Cumplimiento normativo y desempeño sísmico	Evaluación del comportamiento estructural frente a la NSR-10.	Irregularidades en planta y altura; discontinuidad de diafragmas y deficiencia en amarres estructurales.	Realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica mediante matriz cualitativa (NSR-10 Título A).

Fuente: Cardozo, A. Rivera, L. Julio, A. Ficha de Información General (Elaboración propia).

Diagnóstico General

Las patologías observadas no evidencian un riesgo inminente de colapso, pero sí afectan la durabilidad, funcionalidad y capacidad sísmica de la edificación.

La intervención integral recomendada debe enfocarse en:

- Restablecer la uniformidad del apoyo estructural mediante micropilotes y vigas de cimentación complementarias.
- Reparar los elementos verticales y horizontales afectados con inyecciones epóxicas, morteros estructurales.
- Implementar un plan de impermeabilización y mantenimiento preventivo.
- Monitorear periódicamente la evolución de fisuras y asentamientos mediante instrumentación y seguimiento técnico anual.

Con estas acciones, la edificación podrá cumplir con los niveles de seguridad y desempeño estructural exigidos por la NSR-10 y los criterios de rehabilitación del ACI 562-19, garantizando su conservación y prolongando su vida útil.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.

La propuesta de intervención para el Edificio L'Avenida tiene como objetivo restaurar la estabilidad, funcionalidad y durabilidad estructural, abordando las causas primarias de las patologías fundamentalmente los asentamientos diferenciales y la discontinuidad en la cimentación y corrigiendo los daños secundarios derivados de la humedad, fisuración y pérdida de recubrimiento.

Las acciones propuestas se desarrollan bajo los lineamientos de la NSR-10 (Títulos A, C y G) y del ACI 562-19, que establecen los criterios de evaluación y rehabilitación de estructuras existentes. La intervención busca preservar la capacidad resistente original, minimizar las alteraciones al sistema constructivo y garantizar el cumplimiento de los niveles de desempeño sísmico exigidos por la norma vigente.

a. Estrategia General de Intervención

La intervención se plantea en tres niveles complementarios:

- Rehabilitación estructural del sistema de cimentación.
- Reparación y refuerzo de elementos de concreto.
- Control de humedad y mantenimiento preventivo.

Cada fase se ejecutará con base en los resultados definitivos del estudio geotécnico, el cual permitirá ajustar profundidades, resistencias y configuraciones específicas de los elementos de refuerzo.

b. Propuesta Técnica Detallada

Tabla 4. Propuesta técnica detallada

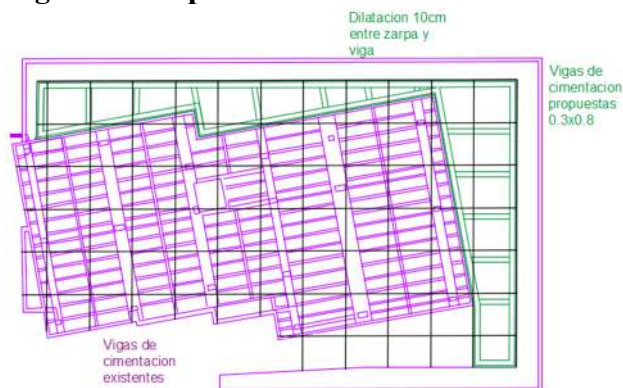
Área / Componente	Intervención propuesta	Objetivo técnico
Cimentación y suelos	Completar la cimentación existente mediante vigas de amarre perimetrales conectadas a las zapatas actuales, reforzadas con acero de refuerzo y concreto $f'_c = 28$ MPa. Instalar un sistema de micropilotes tipo PushPile anclados a las zapatas más afectadas por asentamientos diferenciales, con profundidad ajustada a los estratos competentes. Los micropilotes se fijarán con collarines metálicos y mortero de alta resistencia (ver anexo 6).	Restituir la continuidad estructural de la cimentación, redistribuir las cargas verticales y nivelar las zonas afectadas, reduciendo la posibilidad de asentamientos futuros.

Área / Componente	Intervención propuesta	Objetivo técnico
Columnas y muros estructurales	Limpieza de zonas fisuradas, aplicación de inyecciones epóxicas (Sikadur 35 Hi-Mod LV) en grietas activas, pasivación del acero y reparación de recubrimiento con mortero estructural SikaTop 122 en sectores con pérdida significativa de sección, realizar refuerzo encamisado del elemento, conforme a ACI 562-19 7.	Restaurar la capacidad portante y la integridad de los elementos verticales, garantizando continuidad y ductilidad.
Losas de contrapiso y entrepiso	Demolición controlada de las áreas deformadas; conformación de una subbase granular compactada (Proctor $\geq 97\%$); vaciado de nueva losa de concreto $f'_c = 28$ MPa, con juntas de dilatación cada $2.5\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ (ancho 1cm y profundidad 3 cm) selladas con back-rod y poliuretano elástico tipo sika pavement401. (ver anexo 6)	Eliminar desniveles y deformaciones; permitir movimientos diferenciales controlados sin fisuración del acabado superficial.
Fachadas y muros no estructurales	Reemboquillado de juntas deterioradas con mortero; limpieza mecánica y aplicación de hidrofugo Sika-10 en muros exteriores; reposición de piezas sueltas de ladrillo.	Detener la filtración de agua, proteger los muros y preservar la apariencia estética del edificio.
Cubiertas y terrazas	Retiro de impermeabilización deteriorada; aplicación de nuevo sistema bicapa elastomérico o poliuretano líquido; instalación de drenajes y sumideros para eliminar empozamientos; sellado perimetral con Sikaflex Construction Sealant.	Prevenir ingreso de humedad hacia los niveles inferiores y reducir el deterioro por filtraciones.
Concreto superficial y acero de refuerzo	Limpieza con cepillo metálico, pasivación del acero con imprimante epóxico, aplicación de mortero de reparación y acabado protector con recubrimiento anticarbonatación.	Garantizar la durabilidad del concreto frente a agentes ambientales y prevenir corrosión futura.
Control y seguimiento	Implementar un plan de Monitoreo estructural: implementación de instrumentación (fisurómetros, niveles de precisión, control de humedad) y mantenimiento preventivo periódico, asegurando la eficacia de las intervenciones y la prolongación de la vida útil de la edificación.	Validar la efectividad de las intervenciones y detectar oportunamente nuevas manifestaciones patológicas.

Fuente: Cardozo, A. Rivera, L. Julio, A. Ficha de Información General (Elaboración propia).

Una vez concretado los cimientos, para evitar futuras afectaciones, se propuso una serie de losas con una dilatación, con ello se espera prevenir la subducción de estas, permitiendo ese rango de desplazamiento. a continuación, el detalle de la losa y la planta de la intervención.

Figura 1. Propuesta de Intervención dilatación en losa de cimentación.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Las intervenciones planteadas buscan restaurar la estabilidad estructural y mitigar los asentamientos diferenciales del Edificio L'Avenida, conforme a la NSR-10 y la ACI 562-19. Se incluye el rediseño de los muros de contención, buscando su separación funcional respecto a la estructura portante, la incorporación de zapatas corridas y juntas de dilatación, así como la sustitución parcial de losas por pasarelas estructurales independientes en las terrazas, para mejorar el comportamiento global del edificio y reducir los efectos de los movimientos diferenciales del terreno.

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.

El Edificio L'Avenida, diseñado bajo la NSR-84, presenta condiciones geotécnicas y constructivas que aumentan su vulnerabilidad ante acciones sísmicas y asentamientos diferenciales. El suelo arcilloso compresible, junto con deficiencias en amarres y confinamiento, afecta el comportamiento dinámico del sistema aporticado, generando amplificación de desplazamientos e irregular distribución de esfuerzos. Estas condiciones justifican la necesidad de un análisis detallado de la interacción suelo-estructura conforme al Título C de la NSR-10, para definir estrategias adecuadas de refuerzo y rehabilitación estructural.

Tabla 5. Análisis de vulnerabilidad sísmica

Ubicación	Calle 92 # 11A-36, barrio Chicó, Bogotá D.C. Zona clasificada con amenaza sísmica intermedia según la NSR-10.
-----------	---

descripción geológica	Depósitos finos lacustres con arcillas de alta plasticidad y compresibilidad, susceptibilidad a consolidación lenta; presencia de nivel freático relativamente somero. Implican baja rigidez dinámica y amplificación de aceleraciones (NSR-10, Tít. G – suelos compresibles).
Histórico de sismos	Sismicidad intermedia; influencia de fuentes corticales andinas y de subducción; eventos sentidos frecuentes en Bogotá. Diseño y verificación deben considerar espectros NSR-10 zona de amenaza intermedia (Título. C) Bogotá ha sido afectada por eventos moderados, La microzonificación sísmica (IDIGER) confirma un nivel de peligro intermedio para la zona de Chicó.
vecinos colindantes	El edificio se encuentra rodeado de edificaciones aledañas de similar altura
sistema constructivo	Estructura aporticada de concreto reforzado (vigas y columnas con losas macizas), diseñada bajo NSR-84. Presenta irregularidades en la disposición de ejes y deficiencias en amarres.
Materiales	-Concreto reforzado en columnas, vigas y losas. -Acero de refuerzo embebido en concreto (estado afectado por carbonatación y riesgo de corrosión en zonas húmedas). -Mampostería no estructural en muros divisorios interiores y fachadas de ladrillo, con lesiones de fisuración y desprendimiento de recubrimientos.
Cimentación	Zapatas apoyadas sobre arcillas de baja capacidad portante. Evidencia de asentamientos diferenciales documentados entre 2017–2019 y en la inspección actual.
sistema estructural	Edificio con sistema Aporticado de 5 pisos, terraza y semisótano, con irregularidades en planta y altura, conformado por pórticos de concreto reforzado que aportan la resistencia sísmica principal. cuenta con muros no estructurales en bloque de arcilla (divisiones internas) y ladrillo de fachada (cerramientos), los cuales no participan directamente en la resistencia sísmica, pero pueden influir en el desempeño global si no tienen juntas ni detalles de independencia adecuados. Diafragmas horizontales a verificar según NSR-10 (rígidos o semirrígidos). Vulnerabilidad incrementada por la falta de continuidad en amarres y deficiencias de confinamiento.

Fuente: Cardozo, A. Rivera, L. Julio, A. Ficha de Información General (Elaboración propia).

a. Matriz Análisis de Vulnerabilidad Sísmica
Tabla 6. Matriz análisis de vulnerabilidad sísmica.

MATRIZ DE VULNERABILIDAD SISMICA CUALITATIVA			
FACTORES ESTRUCTURALES			
Criterio	Evaluación (Alta / Media / Baja)	Normativa de referencia	Observaciones
Configuración en planta (regularidad, simetría)	Media	NSR-10 Tít. A (regularidad); ACI 562-19	Planta esencialmente ortogonal, pero con irregularidades locales y discontinuidades de ejes.
Configuración en altura (discontinuidades, masa)	Media	NSR-10 Tít. A; ACI 562-19 5	Cambios de rigidez asociados a semisótano y terraza; posibles concentraciones de derivas.
Sistema resistente (pórticos, muros, dual)	Media	NSR-10 Tít. C; ACI 318	Sistema aporticado puro; no hay muros estructurales que aporten rigidez adicional.
Detalles sismorresistentes (armaduras, anclajes, confinamiento)	Alta	NSR-10 Tít. C (detalle actual vs. NSR-84); ACI 562-19 -7	Probable detallado deficiente respecto a requisitos modernos (ganchos/longitudes/confinamiento).
Daños preexistentes (fisuras, deformaciones)	Alta	ACI 364R-19; ACI 562-19 -6	Fisuras en columnas y losas vinculadas a asentamientos; pérdida de recubrimiento en zonas húmedas.
FACTORES NO ESTRUCTURALES			
Criterio	Evaluación	Normativa de referencia	Observaciones
Elementos no estructurales (fachadas, tabiques)	Alta	NSR-10 Tít. A (interacción); ACI 562-19	Grietas en muros, reemboquillado requerido; riesgo de interacción no deseada pórtico-mampostería.
Equipos críticos (anclajes, sistemas mecánicos)	Media	NSR-10 Tít. A (anclajes no estructurales)	No se observan equipos masivos

CIMENTACION Y SUELO			
Criterio	Evaluación	Normativa de referencia	Observaciones
Tipo de cimentación (zapatas, pilotes)	Alta	NSR-10 Tít. G; Tít. H (exploración)	Zapatas aisladas con falta de continuidad de vigas de amarre hacia muros; sensibilidad a deformaciones diferenciales.
Condiciones del suelo (asentamientos, consolidación, licuación)	Alta	NSR-10 Tít. G-H	Suelo arcilloso compresible (lacustre). Asentamientos diferenciales documentados; se confirmarán parámetros con laboratorio.

Fuente: Cardozo, A. Rivera, L. Julio, A. Ficha de Información General (Elaboración propia).

b. Clasificación Global de Vulnerabilidad

Índice cualitativo global: Alta (tendencia a Alta)

Justificación técnica (síntesis):

- Cimentación y suelo (Alta + Alta): condición controlante por asentamientos diferenciales y falta de vigas de amarre perimetral.
- Detalles sismorresistentes (Alta): probables brechas respecto a NSR-10 por antigüedad (NSR-84).
- Daños preexistentes (Alta): fisuras activas en elementos verticales/horizontales y pérdida de recubrimiento en zonas húmedas.
- No estructurales (Media–Alta): fisuras en cerramientos que pueden interactuar negativamente en sismo.

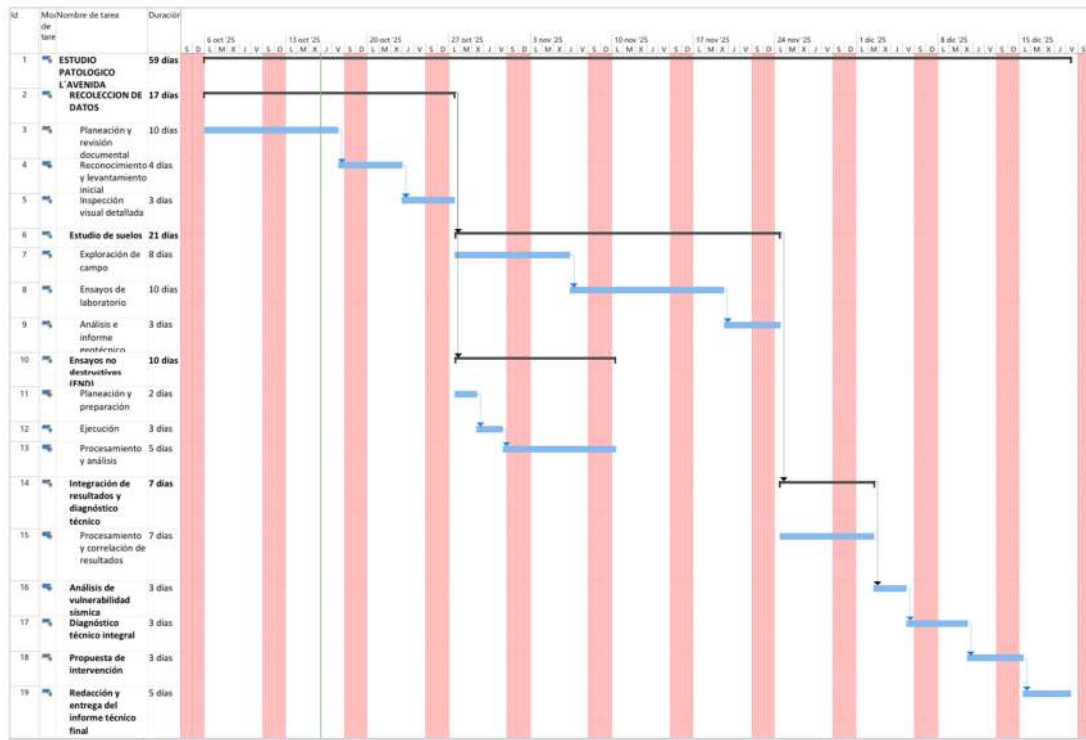
Acciones recomendadas:

- Refuerzo urgente de la cimentación: completar vigas de amarre perimetral y ejecutar micropilotes tipo PushPile anclados a zapatas en la zona NO para nivelar y redistribuir cargas.
- Reparación/Refuerzo de elementos: inyección epóxica, pasivación y FRP/encamisado donde aplique (ACI 562-19).
- Control de elementos no estructurales: reemboquillado, hidrofugado y detalles de independencia mampostería-pórticos.
- Evaluación detallada complementaria: matriz actualizada con resultados de suelos (Tít. H NSR-10) y END.

7. CRONOGRAMA

El cronograma corresponde al proceso integral de diagnóstico e intervención, incluye actividades de campo, ensayos estructurales y geotécnicos, análisis de laboratorio, interpretación de resultados, modelación estructural y formulación de medidas de rehabilitación.

Imagen 3.



Fuente: Cardozo, A. Rivera, L. Julio, A. Ficha de Información General (Elaboración propia)

8. PRESUPUESTO

El presupuesto corresponde a la ejecución del Estudio Patológico del Edificio L'Avenida, incluyendo actividades de campo, ensayos no destructivos (END), estudio de suelos, análisis de laboratorio, modelación estructural, diagnóstico y elaboración del informe técnico final.

Los costos incluyen mano de obra calificada, equipos, materiales, transporte, análisis de laboratorio y redacción técnica.

Tabla 7.
Presupuesto

	DESCRIPCION	UND	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	Revisión documental, Inspección visual y levantamiento de fichas patológicas	gl	1.00	\$ 3,500,000.00	\$ 3,500,000.00
2	Ensayos no destructivos (END), esclerometría, ultrasonido y ferroscon en 30 puntos estructurales; incluye calibración y análisis de resultados.	gl	1.00	\$ 5,000,000.00	\$ 5,000,000.00
3	Estudio de suelos	gl	1.00	\$ 10,616,000.00	\$ 10,616,000.00
3.1	Dirección y supervisión de los trabajos, (incluye perforación y realización del informe final	und	1.00	\$ 600,000.00	\$ 600,000.00
3.2	Exploración del terreno mediante perforación Mecánica, 4 sondeos de 15 metros	ml	60.00	\$ 80,000.00	\$ 4,800,000.00
3.3	Ensayos de suelos				
3.4.1	Contenido de Humedad	und	21.00	\$ 8,000.00	\$ 168,000.00
3.4.2	límites de plasticidad de Atterberg	und	10.00	\$ 50,000.00	\$ 500,000.00
3.4.3	Granulometría por tamizado con lavado T200	und	11.00	\$ 40,000.00	\$ 440,000.00
3.4.4	Corte directo en suelos	und	1.00	\$ 308,000.00	\$ 308,000.00
3.4.5	Compresión Inconfinada	und	18.00	\$ 50,000.00	\$ 900,000.00
3.4.6	Consolidación con evaluación de la expansión	und	4.00	\$ 300,000.00	\$ 1,200,000.00
3.4.7	Triaxial consolidado no drenado CU	und	1.00	\$ 650,000.00	\$ 650,000.00
3.4.8	Triaxial no consolidado no drenado UU	und	5.00	\$ 210,000.00	\$ 1,050,000.00
4	Procesamiento, correlación de resultados, Propuesta de intervención Y Elaboración del informe técnico final	und	1.00	\$ 6,000,000.00	\$ 6,000,000.00
5	Transporte, equipos y gastos logísticos	und	1.00	\$ 1,700,000.00	\$ 1,700,000.00
				Subtotal	\$ 26,816,000
			AIU	30%	\$ 8,044,800
				TOTAL	\$ 34,860,800

Fuente: Cardozo, A. Rivera, L. Julio, A. Ficha de Información General (Elaboración propia)

9. RESULTADOS.

El estudio patológico del Edificio L'Avenida permitirá determinar el comportamiento real de la estructura y del suelo de fundación, identificando la interacción entre los asentamientos diferenciales y las deficiencias del diseño original bajo la NSR-84, para definir estrategias de refuerzo que aseguren el cumplimiento de los niveles de seguridad, estabilidad y desempeño estructural establecidos en la NSR-10 y el ACI 562-19.

a. Causas y Efectos Identificados

- **Causa primaria:** comportamiento compresible del suelo de fundación, perteneciente al grupo G-2 según la NSR-10, agravado por la falta de vigas de cimentación continuas.
- **Causas secundarias:** filtraciones superficiales, deficiente mantenimiento preventivo y envejecimiento del concreto.
- **Efectos estructurales:** fisuración en columnas y losas, deformaciones diferenciales, pérdida de rigidez lateral y riesgo de propagación de corrosión en el acero de refuerzo.

- **Efectos funcionales:** desniveles en pisos, humedades visibles, deterioro de acabados y pérdida de estanqueidad en cubiertas y fachadas.

b. Recomendaciones de mantenimiento

Se prevé que las fisuras en elementos portantes, el deterioro en muros de contención y los desniveles en losas incidan directamente en la funcionalidad y desempeño estructural, incrementando el nivel de vulnerabilidad del edificio. Las condiciones geotécnicas lacustres, clasificadas como tipo A, amplifican la respuesta sísmica y aumentan la probabilidad de asentamientos diferenciales, evidenciados en la deformación de las losas. En consecuencia, se proyecta que el edificio presenta actualmente una vulnerabilidad sísmica moderada con tendencia a alta, con afectaciones en elementos estructurales clave y una antigüedad que demanda intervención técnica urgente.

c. Resultados técnicos esperados.

Los resultados técnicos esperados incluyen la determinación de la resistencia real del concreto y del acero, el grado de deterioro y homogeneidad de los elementos estructurales, y la caracterización geotécnica del suelo para evaluar su capacidad portante y consolidación. Se busca correlacionar los daños estructurales con las condiciones del terreno, validar la eficacia del refuerzo mediante vigas de amarre y micropilotes tipo PushPile, y restablecer la continuidad y capacidad resistente de la cimentación. Con estas acciones se pretende reducir la vulnerabilidad sísmica de moderada a baja, mejorar la rigidez y durabilidad del sistema, e implementar un plan de monitoreo estructural continuo que asegure la sostenibilidad a largo plazo de la intervención.

En conjunto, se espera que el estudio y las medidas implementadas constituyan un modelo técnico de diagnóstico e intervención aplicable a edificaciones existentes en suelos compresibles de Bogotá, aportando al fortalecimiento de la práctica profesional en patología estructural y a la conservación del patrimonio construido conforme a las exigencias actuales de la NSR-10.

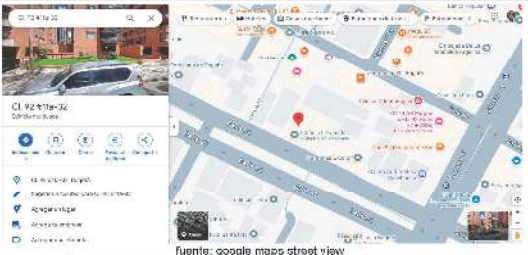
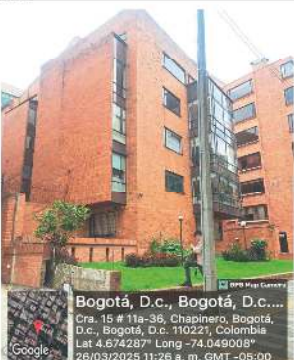
10. BIBLIOGRAFÍA

- Sociedad Rigo Ltda. (1985). Plano arquitectónico primer piso. Archivo técnico del edificio L'avenida.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. Editorial AIS.
- República de Colombia. (2010). Decreto 523 de 2010, por el cual se adopta el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Diario Oficial No. 47.918.
- Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER). (Año). Microzonificación sísmica de Bogotá. IDIGER.
- Sika Colombia. (2025). Ficha técnica de productos Sika Colombia. (Sika 10, Sikadur-35 Hi-Mod LV, SikaTop 122, Sika CarboDur S512, Sika pavement 401

11. ANEXOS

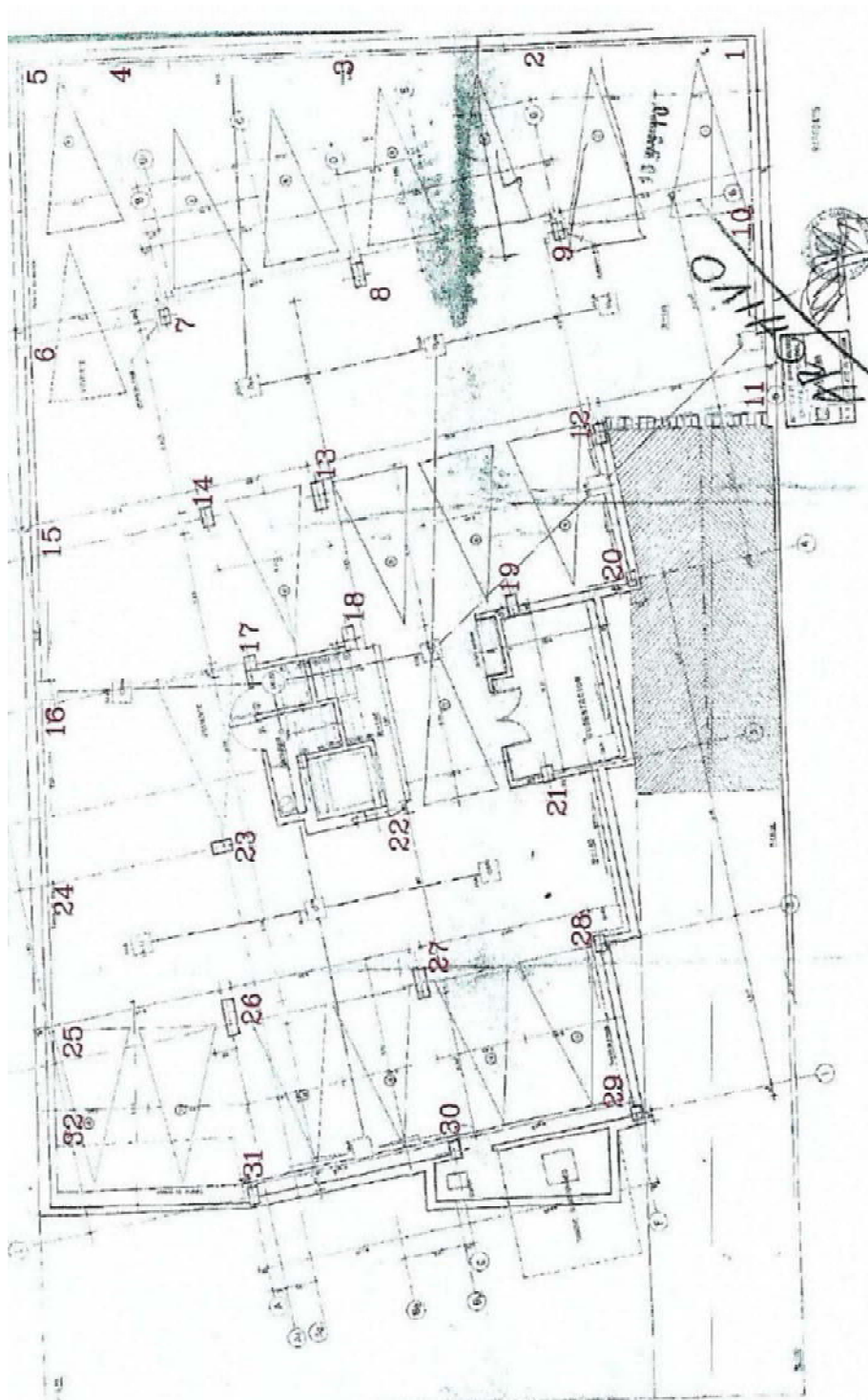
Anexo 1.

Ficha de información general historia clínica.

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN				UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA		
FICHA DE INFORMACION GENERAL						
INFORMACIÓN GENERAL						
	DEPARTAMENTO	Cundinamarca				
	MUNICIPIO	Bogotá				
	BARRIO	Chiaa				
	GRUPO PATRIMONIAL	N/A				
	USO ORIGINAL	Vivienda				
	USO ACTUAL	Vivienda				
	NOMBRE DEL EDIFICIO	L'AVENIDA				
	DIRECCIÓN	CLL 92 #11A-36				
	AREA	1734,295				
	ALTURA	17.5				
	PISOS	5 pisos, semisotano y ático				
	UNIDADES DE VIVIENDA	9				
	SISTEMA CONSTRUCTIVO	Sistema constructivo aporticado de concreto armado de 2006 pel con losas aligeradas de casetón de 35 cm, una torta inferior de 3 cm con malla electrosoldada hecha en acero #2 en cuadrículas de 30 cm, y una torta superior de 4 cm usando la misma distribución del acero, la mampostería de fachada es ladrillo con enchape de ladrillo en las vigas de fachada, se uso mampostería para la división de los espacios de los apartamentos, el acabado de los pisos es en enchape para los puntos fijos y en los apartamentos un piso en madera				
	AÑO DE CONSTRUCCION	1985				
LICENCIA	027398					
PROPIETARIO	SOCIEDAD RIGO LTDA					
CONSTRUCTOR RESPONSABLE	Arq Roberto Franco Solado					
ANTECEDENTES:	Este edificio fue construido por la firma RIGO LTDA en el año 1985 al ser entregado a la comunidad fue organizado por los copropietarios como una institución de utilidad común, de derecho privado, sin ánimo de lucro y un numero de propietarios de 9 apartamentos.					
AREAS Y USOS	El edificio cuenta con 9 apartamentos residenciales, un punto fijo, un ascensor, una terraza a nivel de piso 1, una terraza en el ultimo apartamento la cual se encuentra impermeabilizada, un semisotano con parqueaderos					
		nombres		cedula	grupos	ficha
		Ing Anny Cardozo Muñoz		1070603380	2	
		ELABORÓ: Arq. Andrés Felipe Julio		1013677540	1	Nº 1
		Arq. Leidy Vanesa Rivera		1002600180	1	

Cardozo, A. Rivera, L. Julio, A. Ficha de Información General (Elaboración propia).

Anexo 2.



Fuente: Sociedad Rigo Ltda, 1984.

Anexo 3.

Ficha de clasificación de lesiones sótano.

[illegible]

Anexo 4.
Ficha de clasificación de lesiones exterior.

Especialización en Patología de la Construcción																
Ficha Técnica de Clasificación Proceso Patológico																
PACIENTE:		INFORMACIÓN GENERAL														
LOCALIZACIÓN:		EDIFICIO LAVENDA		ELEMENTO AFECTADO:		MANIFESTACIÓN										
UBICACIÓN:		ACCESO Y FACHADA		MATERIAL AFECTADO:		APORTICADO • MANIFESTACIÓN CONFIRMADA										
						SISTEMA CONSTRUCTIVO:										
						CUADRO DE LESIONES										
						CAUSA										
						EFFECTO										
						DAMNO ELEMENTO										
						ESTRUCTURAL										
						NO ESTRUCTURAL										
Muros	CONCRETO	ALTA	SEVERIDAD	FISCA	QUÍMICA	MECÁNICA	DIRECTA	INDIRECTA	SEGURIDAD	FUNCIONAL	ASPECTO	ESTRUCTURAL	DAMNO ELEMENTO			
	MAJOS/TEJA															
	MAJOS/TEJA	X														
	TEJA PISUA															
	DRYWALL															
	SUPERFICIE															
	MADERA															
	MORTERO															
	OTRO															
	CONCRETO															
Pisos	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
Cielo Raso	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
Acabados	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
Fachadas	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															
	CONCRETO															

FECHA: 27/3/2023

REGISTRO FOTOGRÁFICO








OBSERVACIONES

Se relacionan varios elementos de la fachada del edificio. 1. el muro del jardín se encuentra en mal estado, se debe hacer la demolición de los 2 muros, posterior a eso, hacer los arcos para dovelas y construir los muros. 2. 3 y 4 se encuentran en mal estado, se debe hacer la demolición de los 2 muros, posterior a eso, hacer los arcos para dovelas y construir los muros. 5. Avance de fachada, remodelación, cambio de piezas, implementación de fachada tipo sala o similar. 6. creación de galerías en la fachada y cambio de semillas de drywall.

Anexo 5.

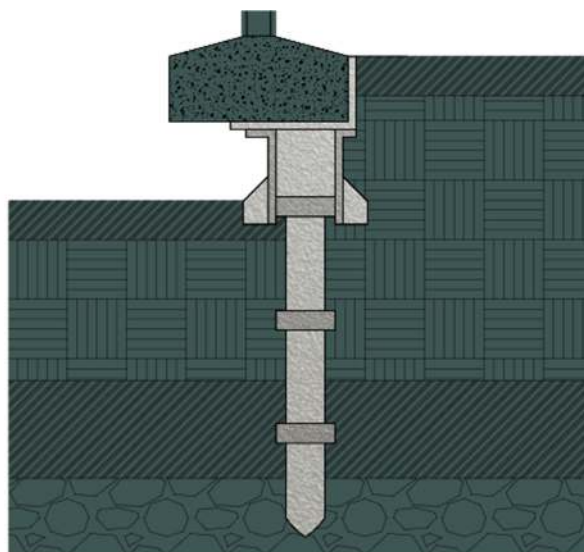
Fichas de clasificación de lesiones terraza primer nivel.

[illegible]

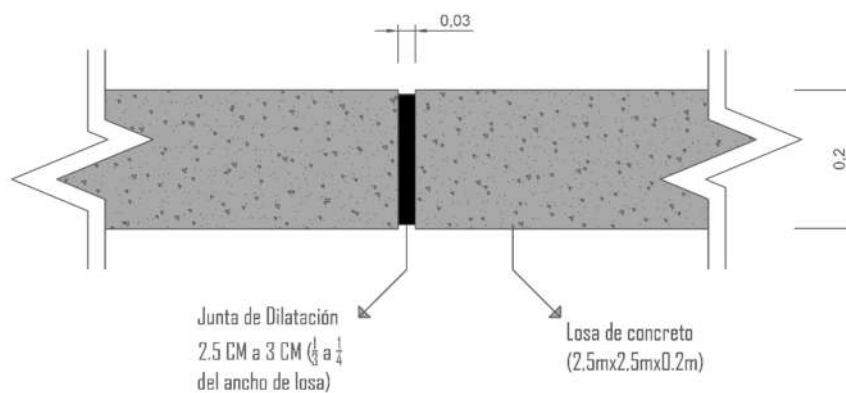
Anexo 6.

Propuesta de intervención.

Propuesta de intervención 1.



Propuesta de intervención 2.



Fuente: Elaboración Propia, 2025.