



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

CURSO OPCIÓN DE GRADO
Especialización Patología de la Construcción

Estudio patológico para intervención del Centro Comercial Floresta Outlet

Presentado por:
Angie Lizeth Moreno Hernández
Miguel Velásquez Ospina

Asesor:
Ing. Osmar Albert Gamba Gómez

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

Tabla de Contenido

Resumen.....	3
Abstract	3
1. Historia Clínica.....	3
2. Metodología.....	4
3. Análisis De Datos	5
4. Diagnóstico	8
5. Propuesta De Intervención.....	10
6. Análisis De Vulnerabilidad Sísmica	11
7. Cronograma	14
8. Presupuesto	15
9. Resultados.....	17
10. Bibliografía	18
11. Anexos.....	19

Resumen

El Centro Comercial y Empresarial Floresta Outlet experimentó una ampliación en 2009, pasando de cinco a siete pisos. Esta modificación generó un deterioro estructural significativo debido a la sobrecarga adicional sin refuerzo estructural adecuado. La situación compromete la estabilidad del edificio y la seguridad de sus ocupantes, lo que hace indispensable una intervención correctiva y preventiva.

La metodología empleada consistió en una inspección cualitativa detallada, acompañada de ensayos no destructivos (inspección visual, registro fotográfico, levantamiento de fisuras y deformaciones) y análisis documental (planos, estudios de suelos, memorias de cálculo y normatividad aplicable NSR-98 y NSR-10).

Los principales hallazgos evidencian asentamientos diferenciales, fisuras en elementos estructurales, filtraciones de agua, corrosión de refuerzos metálicos y desprendimientos en fachadas, lo que confirma la insuficiencia de la cimentación para soportar la carga actual. Se concluye que el inmueble presenta un riesgo estructural y funcional, por lo cual se recomienda un proceso de recalce de cimentaciones, reforzamiento estructural y establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo.

Palabras clave: Floresta Outlet, patología estructural, recalce de cimentación, NSR-10.

Abstract

The Floresta Outlet Shopping and Business Center underwent an expansion in 2009, increasing from five to seven floors. This modification generated significant structural deterioration due to the overload introduced without adequate structural reinforcement, compromising the stability of the building and the safety of its occupants.

The methodology included a detailed qualitative inspection combined with non-destructive tests (visual inspection, photographic survey, crack measurement, geometric deformation control) and documentary analysis of structural drawings, soil studies, and calculation reports. Technical standards such as NSR-98 and NSR-10 were considered.

The main findings revealed differential settlements up to 36 cm, cracks in structural elements, water infiltration, corrosion of reinforcements, and façade detachment, which confirm that the foundation capacity is insufficient for the current load. The study concludes that the building presents a critical structural risk and recommends foundation underpinning, structural strengthening, and a preventive maintenance program.

Keywords: Floresta Outlet, structural pathology, foundation underpinning, Colombian seismic code NSR-10.

1. Historia Clínica

La historia clínica corresponde al levantamiento sistemático del estado actual del Centro Comercial y Empresarial Floresta Outlet, en el cual se registraron sus antecedentes constructivos, características estructurales y las patologías identificadas durante la inspección de campo. El inmueble fue diseñado originalmente en 2005 bajo la NSR-98 para cuatro niveles.

Posteriormente, en los años 2008 y 2009, se ejecutó una ampliación a siete pisos sin el correspondiente refuerzo estructural ni la actualización normativa exigida. Actualmente, la edificación cuenta con aproximadamente 20 años de antigüedad, con un sistema estructural de pórticos de concreto reforzado y cimentación profunda conformada por pilotes de 60 cm de diámetro, con profundidades entre 20 y 25 m.

Las inspecciones realizadas permitieron identificar un conjunto de lesiones estructurales y no estructurales que reflejan el impacto de los asentamientos diferenciales, la sobrecarga estructural, la humedad ambiental y la falta de mantenimiento preventivo. Dichas patologías se clasificaron por niveles de la edificación y se presenta en el **Anexo 1**.

La historia clínica evidencia que el deterioro de la edificación es progresivo y generalizado, con mayor impacto en los primeros niveles, donde se concentran los efectos de los asentamientos diferenciales y la sobrecarga.

Las patologías críticas incluyen:

- Asentamientos diferenciales de gran magnitud, que han provocado fisuras severas y hundimiento en elementos estructurales y no estructurales.
- Humedades persistentes, responsables de eflorescencias, moho y corrosión incipiente.
- Sobrecarga por usos no previstos (parqueaderos en pisos superiores).
- Deficiencias constructivas en la ampliación (ausencia de juntas, irregularidad en vigas y losas).

En conclusión, la historia clínica confirma que la edificación presenta riesgo estructural y funcional si no se ejecutan medidas de refuerzo y recalce de cimentación de manera prioritaria.

2. Metodología

La metodología aplicada en este estudio se fundamenta en un enfoque observacional y diagnóstico, orientado a identificar, clasificar y analizar las patologías presentes en la edificación. El procedimiento se desarrolló en fases sucesivas que incluyeron recolección de información documental, inspección visual, registro fotográfico, clasificación de daños, análisis de causas y formulación de propuestas de intervención.

Cada fase fue ejecutada bajo los lineamientos establecidos en la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y referencias técnicas internacionales en diagnóstico estructural. Se emplearon herramientas como cámara fotográfica, fisurómetros, niveles, y equipos de inspección no destructiva.

La Tabla 1 presenta la metodología empleada en el diagnóstico patológico de la edificación, organizada en etapas secuenciales que integran la revisión documental, la inspección en campo, el registro gráfico, la clasificación de daños y el análisis de causas. En cada fase se especifican las herramientas utilizadas y los resultados esperados, lo que permite establecer un proceso sistemático y trazable para la identificación de patologías y la formulación de la propuesta de intervención.

Tabla 1
Ensayos Propuestos

Etapas	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
1. Recolección de información	Revisión de planos estructurales, memorias de cálculo, estudios de suelos y reportes de vulnerabilidad sísmica.	Recolección de planos, memorias de cálculo, estudios de suelos, informes técnicos y normatividad aplicable (NSR-98, NSR-10).	Recolección de planos, memorias, estudios de suelos e informes técnicos para comprender la historia y las intervenciones del inmueble.
2. Inspección visual	Observación directa de la edificación, identificación de fisuras, humedades, desprendimientos y deformaciones.	Linterna, cinta métrica, flexómetro, lupa de inspección, nivel de burbuja.	Inspección visual para identificar daños preliminares (fisuras, humedades, desprendimientos, deformaciones) y su ubicación.
3. Registro fotográfico	Documentación gráfica de las patologías para análisis comparativo y evidencia del estado actual	Cámara digital, dron para cubiertas y fachadas, software de gestión fotográfica.	Obtener fotos claras y ordenadas para documentar y respaldar el diagnóstico de los daños.
4. Clasificación de daños	Categorización de patología según su naturaleza (fisuras, humedad, corrosión, asentamientos) y severidad	Fichas técnicas de registro, escalímetro, tablas de severidad de fisuras.	Organizar las patologías detectadas según su tipo y severidad, facilitando la priorización de intervenciones.

Nota: Esta tabla resume las etapas metodológicas aplicadas en el diagnóstico patológico de la edificación, incluyendo la revisión documental, la inspección en campo, el registro gráfico, la clasificación de daños y el análisis de causas, conforme a la NSR-10 y referencias técnicas internacionales.

3. Análisis De Datos

El análisis de datos constituye la etapa en la que se integran los registros documentales, resultados de inspección visual y evidencias fotográficas con el fin de establecer un diagnóstico estructural sustentado en criterios técnicos y normativos. En esta fase, las patologías observadas (fisuras, asentamientos diferenciales, humedades, corrosión y desprendimientos) se correlacionan

con los factores causales identificados —sobrecargas no previstas, deficiencias constructivas y condiciones ambientales adversas— y se contrastan con los parámetros de desempeño establecidos en la NSR-10 (títulos C, F y H).

De este modo, el análisis no solo permite identificar la magnitud y criticidad de los daños, sino también evaluar el grado de incumplimiento respecto a los límites admisibles de deformación, capacidad portante y durabilidad del concreto, garantizando que la interpretación de los resultados constituya una base objetiva para la formulación de medidas de intervención estructural y de conservación.

- Los asentamientos diferenciales medidos (medidos aproximadamente en campo de 36 cm) superan los límites aceptables para cimentaciones profundas según la NSR-10, Título H (Geotecnia), lo que explica la aparición de fisuras verticales y diagonales en muros de mampostería y fachadas.
- Las fisuras estructurales en vigas y columnas están directamente relacionadas con los esfuerzos de tracción y flexión inducidos por la sobrecarga generada tras la ampliación sin refuerzo. Este tipo de daño compromete la resistencia a flexión y corte exigida en el Capítulo C.10 (Concreto reforzado) de la NSR-10.
- Las filtraciones y humedades persistentes han generado eflorescencias, moho y corrosión incipiente en el acero de refuerzo. Según el Título F (Durabilidad del concreto) de la NSR-10, la presencia de agentes agresivos acelera el deterioro del concreto, reduciendo su vida útil.
- Los desprendimientos de recubrimientos y acabados en fachadas y muros internos constituyen manifestaciones secundarias de los problemas estructurales, pero también afectan la seguridad no estructural y el confort de los ocupantes.
- El contraste entre el diseño original bajo NSR-98 para 4 niveles y la ampliación a 7 niveles sin actualización normativa ni refuerzo estructural confirma que la edificación actualmente no cumple con las disposiciones mínimas de seguridad estructural establecidas en la NSR-10, lo que representa una condición crítica de riesgo.

La Tabla 2 Análisis de datos del Centro Comercial Floresta Outlet organiza la información recopilada durante el proceso de inspección y diagnóstico, clasificando los aspectos analizados, los datos obtenidos, los métodos aplicados y los resultados derivados. Su propósito es establecer un marco comparativo que permita relacionar las patologías observadas con los factores estructurales, constructivos y ambientales que las originan. De este modo, la tabla facilita la interpretación técnica y normativa de los hallazgos, sirviendo como base para el diagnóstico y las propuestas de intervención de la edificación conforme a los lineamientos de la NSR-10.

Tabla 2
Análisis De Datos del Centro Comercial Floresta Outlet

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
Evaluación integral del Centro Comercial Floresta Outlet según su estado actual de conservación.	Información documental: planos (2005), memorias de ampliación (2008–2011), estudios de suelos (2004, 2008, 2020) y vulnerabilidad sísmica (2024).	Ensayos no destructivos: inspección visual, registro fotográfico, medición de fisuras, revisión geométrica y análisis normativo.	Identificación de asentamientos diferenciales como principal causa de deterioro, consecuencia de la ampliación sin refuerzo estructural adecuado.
Condiciones ambientales de Bogotá: alta humedad, variaciones térmicas y contaminación que aceleran el deterioro de materiales.	Registro fotográfico de fisuras, desprendimientos, deformaciones y humedades. Inspección visual detallada de elementos estructurales y no estructurales.	Ensayos destructivos: no se reportan en este estudio, aunque se recomienda para fases posteriores pruebas de extracción de núcleos de concreto y caracterización mecánica.	Determinación de patologías críticas: fisuras en elementos estructurales, filtraciones de agua, corrosión de refuerzos, desprendimientos en fachadas y deformaciones en pisos.
Patologías estructurales: fisuras en elementos, asentamientos de hasta 36 cm, desprendimientos, filtraciones y corrosión de refuerzos.	Medición de asentamientos reportados (36 cm hasta la fecha, con proyección de 17 cm adicionales).	Registro fotográfico: documentación sistemática de daños en fachadas, cubiertas, muros y elementos estructurales para evidenciar la magnitud y evolución de las patologías.	Confirmación de que la capacidad portante de la cimentación es insuficiente para la carga actual.
Cumplimiento normativo: diseñada con NSR-98 para 4	Evidencia de intervenciones previas y estado de		Riesgo estructural y funcional que compromete la

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
pisos y ampliada a 7 sin refuerzo ni actualización a NSR-10, generando riesgo estructural.	conservación de acabados.		seguridad de usuarios y la durabilidad del inmueble, requiriendo una intervención correctiva urgente

Nota: La tabla presenta el análisis patológico de la edificación según los aspectos evaluados, los datos recopilados, los métodos de análisis aplicados y los resultados obtenidos, conforme a la NSR-10 y criterios técnicos de diagnóstico estructural.

En conclusión, los datos recopilados confirman que el asentamiento diferencial es la patología principal y la causa raíz de las demás afectaciones observadas. La correlación entre fisuras, deformaciones y deficiencia en la capacidad portante de la cimentación evidencia un riesgo estructural y funcional significativo, que compromete la seguridad de los usuarios. La interpretación normativa y técnica de los hallazgos justifica la necesidad de una intervención correctiva inmediata, priorizando el recalce de cimentaciones, el refuerzo de elementos estructurales críticos y la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

4. Diagnóstico

El diagnóstico constituye la etapa final del proceso de estudio patológico, en la cual se integran los datos obtenidos durante la inspección visual, el registro fotográfico y el análisis documental con las disposiciones técnicas de la NSR-10. Su propósito es establecer de manera clara las causas raíz de las patologías observadas, los efectos generados en la edificación y los riesgos que representan para la seguridad estructural, la funcionalidad y la durabilidad del inmueble. La Tabla 3 Diagnóstico del Centro Comercial Floresta Outlet sintetiza los aspectos analizados, sus hallazgos más relevantes y las recomendaciones técnicas de intervención, organizadas para facilitar la priorización de medidas correctivas y preventivas.

Tabla 3
Diagnóstico Del Centro Comercial Floresta Outlet

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
Condición general	El edificio presenta deterioro por asentamientos diferenciales asociados a la ampliación de dos pisos sin refuerzo estructural.	Se observan fisuras en muros y losas, presencia de humedad e indicios de inestabilidad estructural.	Recalce de cimentaciones con micropilotes o pilotes de acero para redistribuir cargas y estabilizar el sistema estructural.

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
Causas principales	Los daños provienen de sobrecarga por ampliación de cinco a siete pisos sin refuerzo adecuado.	Se registraron asentamientos de hasta 36 cm, superando límites de la NSR-10 (Título H), ausencia de juntas de dilatación y filtraciones que aceleran la corrosión del acero.	Reforzar cimentaciones, incorporar juntas de dilatación y mejorar drenajes e impermeabilización.
Efectos observados	Las fallas afectan la continuidad estructural y la durabilidad del concreto.	Fisuras diagonales en muros y columnas, deformaciones en vigas y losas que reducen resistencia a flexión y corte, además de desprendimientos en fachadas.	Reforzar elementos afectados, reparar recubrimientos y aplicar sistemas impermeables de protección.
Riesgos para la seguridad y funcionalidad	Los daños comprometen la estabilidad, durabilidad y seguridad del edificio.	Riesgo de falla progresiva de cimentación, reducción de vida útil por corrosión y desprendimientos que amenazan a usuarios y transeúntes.	Intervención estructural inmediata y seguimiento técnico periódico mediante plan de mantenimiento preventivo.
Interpretación normativa	La estructura no cumple los requisitos actuales de la NSR-10.	El diseño original bajo NSR-98 para 4 niveles es insuficiente para los 7 pisos actuales, y los asentamientos exceden los parámetros admisibles.	Aplicar refuerzos estructurales conforme a NSR-10 y realizar evaluación de vulnerabilidad estructural.

Nota: La tabla resume los principales aspectos analizados en el diagnóstico estructural y las recomendaciones de intervención, conforme a los lineamientos de la NSR-10 y criterios técnicos de evaluación patológica.

5. Propuesta De Intervención

El diagnóstico patológico realizado en el Centro Comercial Floresta Outlet evidenció que el asentamiento diferencial constituye la causa principal de las patologías observadas, generando fisuras en elementos estructurales, deformaciones en losas, filtraciones y desprendimientos en muros y fachadas. Estos hallazgos confirman que la cimentación existente no presenta la capacidad portante necesaria para soportar la carga actual de la edificación, lo que representa un riesgo para la seguridad estructural y la funcionalidad del inmueble.

Con base en los resultados del diagnóstico patológico y considerando la naturaleza del daño identificado, se formula la siguiente propuesta de intervención, orientada a corregir las deficiencias estructurales y geotécnicas que afectan la edificación. En la tabla siguiente se describen las áreas o componentes intervenidos, las acciones propuestas y los objetivos específicos de cada intervención, con el propósito de restablecer la funcionalidad, capacidad estructural y durabilidad del Centro Comercial Floresta Outlet.

Tabla 4
Propuesta De Intervención

Área/ componente	Propuesta de intervención	Objetivo
Cimentación y suelos de fundación	Implementar un programa de mejoramiento de suelos mediante inyecciones de lechada a presión controlada (compaction grouting), a profundidades cercanas a 20 m, siguiendo los lineamientos de la ASCE - Compaction Grouting Consensus Guide y la NSR-10, Título H (Geotecnia).	Incrementar la capacidad portante del terreno, corregir asentamientos diferenciales y garantizar la estabilidad estructural global.
Elementos estructurales afectados (losas, vigas, muros portantes)	Reforzamiento localizado mediante inyección de fisuras, sellado de grietas y reparación con morteros estructurales de alta resistencia, una vez estabilizada la cimentación.	Restaurar la continuidad estructural y recuperar la capacidad resistente de los elementos.
Elementos no Estructurales (muros, fachadas, acabados)	Reparación y reposición parcial de revestimientos, sellado de juntas, restitución de recubrimientos y corrección de desprendimientos.	Restablecer la funcionalidad, estanqueidad y apariencia del inmueble.
Sistema de drenaje y control de filtraciones	Mejoramiento del drenaje perimetral y sellado de puntos de infiltración para evitar afectaciones futuras en el terreno de fundación.	Controlar la humedad y prevenir la recurrencia de filtraciones que puedan comprometer la cimentación

Nota: La tabla presenta las propuestas de intervención estructural y no estructural planteadas, junto con sus objetivos, orientadas a garantizar la estabilidad, funcionalidad y durabilidad de la edificación conforme a la NSR-10.

6. Análisis De Vulnerabilidad Sísmica

El análisis de vulnerabilidad sísmica del Centro Comercial Floresta Outlet tiene como objetivo determinar la capacidad de la estructura para resistir acciones sísmicas, considerando sus condiciones geotécnicas y características constructivas. La edificación, ubicada en la Carrera 69 # 98A-11 de Bogotá, se encuentra sobre depósitos fluvio-lacustres de terraza alta (Qta) y cuenta con un sistema estructural aporticado en concreto reforzado con cimentación profunda por pilotes.

A continuación, se presenta la tabla No.5 correspondiente al análisis de vulnerabilidad sísmica del Centro Comercial Floresta Outlet, en la cual se resumen las condiciones geotécnicas, estructurales y constructivas que influyen en su comportamiento ante eventos sísmicos.

Tabla 5
Análisis De Vulnerabilidad

Ubicación	Bogotá, Cra. 69 #98A - 11
Descripción geológica	El proyecto se encuentra ubicado en los depósitos fluvio lacustres de terraza alta (Qta), estos depósitos están conformados por arcillas, con intercalaciones importantes de bancos de arena y gravas, ocasionalmente se detectan delgadas capas de ceniza y turba.
Histórico de sismos	De acuerdo con las investigaciones realizadas, la edificación no se ha visto afectada por fenómenos naturales como sismos de gran magnitud, incendios o explosiones, aun así, se debe tener en cuenta que la localización de la edificación corresponde a una zona de amenaza sísmica intermedia y por lo tanto pueden presentarse sismos de magnitud moderada de forma frecuente.
Vecinos colindantes	El Centro Comercial Floresta Outlet se encuentra ubicado en la Carrera 69 # 98A-11, en el sector La Floresta de la localidad de Suba, Bogotá. Colinda al norte con establecimientos comerciales, al sur con viviendas de uso mixto, al oriente con la Carrera 69 y al occidente con otros locales y bodegas del mismo sector.
Sistema constructivo	Sistema constructivo aporticado con mampostería
Materiales	La edificación está conformada por un sistema estructural de pórticos en dos direcciones de concreto reforzado y entrepisos de concreto aligerados con viguetas de concreto en los pisos 2 al 5 y viguetas tipo celosía en los pisos 6 y 7. Los muros de fachada están compuestos por muros de mampostería a la

	vista, internamente se tienen muros divisorios en mampostería pañetados.
Cimentación	La cimentación: es de tipo profundo, conformada por pilotes de 60 cm de diámetro a profundidades variables entre 20 a 25 m.
Sistema estructural	Pórticos en concreto reforzados resistentes a momentos.

Nota: La tabla sintetiza los resultados del análisis comparativo de daños y su evolución, destacando las zonas críticas y la necesidad de intervención prioritaria conforme a la NSR-10.

El análisis de vulnerabilidad sísmica permite identificar las debilidades estructurales y no estructurales de la edificación frente a la acción sísmica, evaluando su capacidad de respuesta en relación con la normativa vigente (NSR-10). Para ello se emplea una matriz de vulnerabilidad cualitativa, que integra criterios asociados a configuración estructural, detalles constructivos, condición de cimentación, estado del suelo y presencia de daños preexistentes, asignando un nivel de vulnerabilidad (bajo, medio o alto). Esta calificación constituye una herramienta diagnóstica fundamental para determinar el riesgo sísmico del paciente, en este caso el Centro Comercial Floresta Outlet permitiendo así la toma de decisiones técnicas de intervención y refuerzo.

La Tabla 6 Matriz De Vulnerabilidad Sísmica Cualitativa del Centro Comercial Floresta Outlet presenta la matriz de vulnerabilidad sísmica cualitativa aplicada al Centro Comercial, en la cual se valoraron criterios estructurales, no estructurales y de cimentación-suelo, con base en la normativa NSR-10 y guías internacionales (ASCE, FEMA). Cada ítem fue evaluado según su nivel de afectación (bajo, medio o alto), considerando la configuración geométrica, el sistema resistente, el estado de los elementos y las condiciones del terreno, lo que permite establecer un diagnóstico integral del riesgo sísmico de la edificación.

Tabla 6

Matriz De Vulnerabilidad Sísmica Cualitativa del Centro Comercial Floresta Outlet

MATRIZ DE VULNERABILIDAD SÍSMICA CUALITATIVA			
1. FACTORES ESTRUCTURALES			
Criterio	Evaluación	Normativa de referencia	Observaciones
Configuración en planta (Regularidad, simetría)	Media	NSR-10, Título A	Planta relativamente regular, pero con áreas abiertas de circulación que generan irregularidades locales.
Configuración en altura	Media	NSR-10, Título A	Presenta discontinuidades por doubles alturas y

MATRIZ DE VULNERABILIDAD SÍSMICA CUALITATIVA

1. FACTORES ESTRUCTURALES

Criterio	Evaluación	Normativa de referencia	Observaciones
(Discontinuidades, masa)			variaciones de masa en zonas de carga concentrada.
Sistema resistente (Pórticos, muros, dual)	Media	NSR-10, Título C	Pórticos de concreto reforzado adecuados, pero con rigidez limitada en ciertas zonas de fachada.
Detalles sismorresistentes (Armaduras, conexiones)	Baja	NSR-10, Título C	Cumple con detalles constructivos básicos, sin deficiencias críticas en refuerzo.
Daños preexistentes (Fisuras, deformaciones)	Alta	NSR-10, Título F	Presencia de fisuras por asentamiento diferencial y deformaciones visibles en muros y acabados.

2. FACTORES NO ESTRUCTURALES

Elementos no estructurales (Fachadas, tabiques)	Alta	NSR-10, Título J	Fachadas y tabiques afectados por fisuras y desprendimientos.
Equipos críticos (Anclajes, sistemas mecánicos)	Media	NFPA 5000, NSR-10	Algunos equipos sin anclaje adecuado; riesgo moderado en instalaciones mecánicas.

3. CIMENTACIÓN Y SUELO

Tipo de cimentación (Zapatas, pilotes)	Media	NSR-10, Título H	Cimentación superficial mediante zapatas corridas, vulnerables a asentamientos diferenciales.
--	-------	------------------	---

MATRIZ DE VULNERABILIDAD SÍSMICA CUALITATIVA			
1. FACTORES ESTRUCTURALES			
Criterio	Evaluación	Normativa de referencia	Observaciones
Condiciones del suelo (Licuación, asentamientos)	Alta	NSR-10, Título H, ASCE Grouting Guide	Suelo con baja capacidad portante y asentamiento diferencial confirmado.

Nota: La tabla presenta la matriz de vulnerabilidad sísmica cualitativa de la edificación, evaluando factores estructurales, no estructurales y de cimentación conforme a los criterios y títulos de la NSR-10 y guías técnicas complementarias.

La calificación global obtenida en la matriz refleja un nivel de vulnerabilidad sísmica alto, asociado principalmente al asentamiento diferencial de la cimentación, las deficiencias en elementos no estructurales y la baja capacidad portante del suelo. Este resultado confirma la necesidad de una intervención correctiva inmediata, orientada al mejoramiento del terreno mediante compaction grouting y a la reparación de los daños estructurales y no estructurales, a fin de restituir las condiciones de seguridad, servicio y cumplimiento normativo exigidas por la NSR-10.

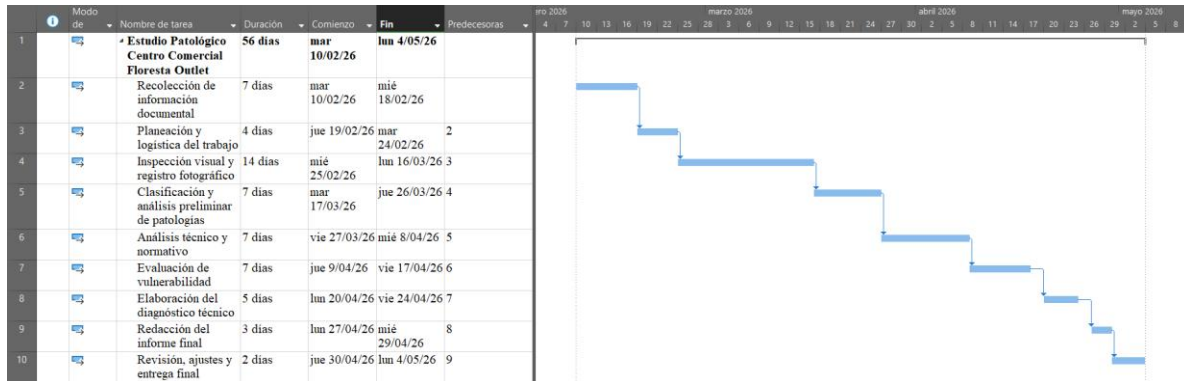
7. Cronograma

El cronograma de actividades presentado corresponde al desarrollo integral del estudio patológico del Centro Comercial Floresta Outlet, contemplando únicamente las etapas asociadas al diagnóstico y análisis estructural. Su planificación se basa en una secuencia metodológica que integra la recopilación de información documental, la inspección visual sistemática, la aplicación de ensayos no destructivos, la clasificación y análisis de patologías, y la elaboración del informe técnico final. La estructuración temporal de las actividades se fundamenta en los lineamientos de la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), el ACI 224R-07 y las guías de la ASCE para evaluación de estructuras existentes, garantizando trazabilidad, control técnico y coherencia entre las fases de estudio.

Como se muestra en la Figura 1, el cronograma contempla un total de nueve (9) tareas principales que integran las fases de desarrollo del estudio patológico. El tiempo total estimado para la realización del estudio es de ocho (8) semanas, distribuidas entre labores de campo, análisis técnico y consolidación de resultados conforme a los lineamientos de la NSR-10 y las prácticas recomendadas por el ACI y la ASCE.

Figura 1

Cronograma Estudio Patológico Para Intervención del Centro Comercial Floresta Outlet



Nota: El cronograma resume las fases metodológicas del estudio patológico, organizadas en nueve tareas consecutivas que garantizan la trazabilidad y control del proceso diagnóstico. Su ejecución, con una duración total estimada de ocho (8) semanas, asegura el cumplimiento técnico y normativo conforme a la NSR-10 y las guías internacionales de evaluación estructural.

8. Presupuesto

El presupuesto del estudio patológico del Centro Comercial Floresta Outlet se elaboró a partir de precios unitarios referenciales vigentes en el mercado colombiano para el año 2025, con base en fuentes como el Sistema de Información de Precios de la Construcción (Camacol), el SICEP de la Cámara Colombiana de la Infraestructura, y tarifas promedio aplicadas en estudios técnicos de diagnóstico estructural. Los valores considerados incluyen costos directos asociados a actividades de inspección, levantamiento de información, análisis técnico y elaboración del informe, así como costos indirectos correspondientes a planeación, desplazamientos, y gastos administrativos. De esta manera, el presupuesto refleja un rango realista y técnicamente sustentado de la inversión requerida para la ejecución del estudio patológico, en concordancia con los lineamientos de la NSR-10, el ACI 224R-07 y las guías técnicas de la ASCE para evaluación de estructuras existentes.

La Tabla No. 7 del Centro Comercial Floresta Outlet presenta la distribución de costos estimados, organizados por fases de desarrollo del estudio: revisión documental, inspección visual, análisis normativo y redacción del informe técnico.

La estructura de ítems evidencia la mayor participación de las actividades de inspección y análisis técnico, que concentran los costos principales del estudio, mientras que los componentes de planeación y revisión final garantizan la trazabilidad y el control de calidad del proceso diagnóstico.

Tabla 7
Presupuesto del Centro Comercial Floresta Outlet

FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRESUPUESTO OFICIAL-ESTUDIO PATOLÓGICO CENTRO COMERCIAL FLORESTA OUTLET					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR/UNI	VR PARCIAL
1	Revisión documental (planos, memorias, estudios previos).	GLB	1	\$4.000.000	\$4.000.000
2	Planeación y logística del trabajo de campo.	GLB	1	\$2.000.000	\$2.000.000
3	Inspección visual y registro fotográfico.	GLB	1	\$8.000.000	\$8.000.000
4	Clasificación y análisis preliminar de patologías.	GLB	1	\$3.000.000	\$3.000.000
5	Análisis técnico y normativo (incluye revisión de normativas como NSR-10, American Concrete Institute).	GLB	1	\$4.000.000	\$4.000.000
6	Evaluación de vulnerabilidad sísmica.	GLB	1	\$3.500.000	\$3.500.000
7	Elaboración del diagnóstico técnica.	GLB	1	\$2.500.000	\$2.500.000
8	Redacción del informe final y presentación.	GLB	1	\$2.000.000	\$2.000.000
9	Revisión, ajustes y entrega oficial del informe.	GLB	1	\$1.000.000	\$1.000.000
	VALOR TOTAL =				\$ 30.000.000
	ADMINISTRACIÓN =		10%		\$ 3.000.000
	IMPREVISTOS=		10%		\$ 3.000.000
	UTILIDAD =		10%		\$ 3.000.000
	COSTO TOTAL OBRAS INC. ADMINISTRACIÓN UTILIDAD E IVA=				\$39.000.000

Nota: El presupuesto resume los costos asociados al desarrollo del estudio patológico, considerando las actividades de inspección, análisis técnico y elaboración del informe. Su valor total estimado de \$39.000.000 COP refleja una proyección realista basada en precios referenciales del mercado colombiano para 2025.

9. Resultados

Los resultados obtenidos durante el desarrollo del estudio patológico del Centro Comercial y Empresarial Floresta Outlet reflejan el estado real de conservación, desempeño estructural y nivel de riesgo de la edificación tras la ampliación ejecutada en 2009. A partir de los datos recolectados en campo, los registros fotográficos, los análisis documentales y la correlación normativa con la NSR-10, se presentan los hallazgos más relevantes clasificados según su naturaleza estructural, geotécnica y constructiva.

Resultados Generales Del Diagnóstico Estructural

- Asentamientos diferenciales: Se registraron desplazamientos verticales de hasta 36 cm, superando los límites de servicio establecidos por la NSR-10, Título H (Geotecnia). Este fenómeno constituye la patología principal, generando fisuras diagonales y verticales en muros portantes, pérdida de nivel en losas y desalineación de elementos estructurales.
- Fisuración estructural: Se evidenció fisuración activa en columnas, vigas y muros de mampostería, con anchos superiores a 1.5 mm, atribuibles a la sobrecarga no prevista durante la ampliación de cinco a siete niveles. El comportamiento observado compromete la capacidad a flexión y corte exigida por el Capítulo C.10 de la NSR-10.
- Corrosión del refuerzo: Se identificaron signos de corrosión incipiente en armaduras expuestas, consecuencia de filtraciones persistentes y recubrimientos insuficientes. Este daño disminuye la durabilidad y resistencia del concreto, contraviniendo los requisitos del Título F (Durabilidad) de la norma.
- Daños no estructurales: Los desprendimientos en fachadas y fisuras en revestimientos evidencian la transmisión de deformaciones estructurales hacia los acabados. Tales lesiones representan riesgos de desprendimiento superficial y afectan la seguridad no estructural y la habitabilidad.

Resultados Del Análisis De Vulnerabilidad Sísmica

- La aplicación de la matriz de vulnerabilidad sísmica cualitativa evidenció una calificación global alta, atribuida principalmente a:
- Asentamientos diferenciales activos.
- Irregularidades en altura y variaciones de masa.
- Baja capacidad portante del suelo de fundación.
- En consecuencia, la estructura presenta alto riesgo ante sollicitaciones sísmicas moderadas, situación que requiere la implementación inmediata de medidas de recalce de cimentación y refuerzo estructural.

Resultados De La Propuesta De Intervención

El modelo de intervención formulado contempla:

- Recalce de cimentaciones mediante compaction grouting a 20 m de profundidad, con control de presiones y volúmenes de inyección.

- Refuerzo localizado de vigas y columnas mediante inyección de fisuras y uso de morteros estructurales y fibras de carbono.
- Rehabilitación de fachadas y drenajes, orientada al control de filtraciones y protección superficial del concreto.
- Implementación de instrumentación geotécnica (inclinómetros, piezómetros y fisurómetros) para el seguimiento de desplazamientos postintervención.
- La ejecución de estas medidas permitirá restituir la capacidad portante del terreno, reducir deformaciones estructurales y garantizar el cumplimiento normativo de la NSR-10 y la ASCE Compaction Grouting Consensus Guide.

10. Bibliografía

- Elguero, A. M. (2004). *Patologías elementales*. Editorial Nobuko.
- AVe Consultoria y Construcción S.A.S. (2024). *Estudio de vulnerabilidad estructural del Centro Comercial y Empresarial Floresta Outlet*. Bogotá, Colombia.
- Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10. (2010). Disponible en: <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>. ACI Committee 224. (2007). *Control of Cracking in Concrete Structures (ACI 224R-07)*. American Concrete Institute.
- Castañó, A. (2019). *Diagnóstico y rehabilitación de estructuras de concreto*. Universidad Nacional de Colombia.
- ASCE. (2015). *Compaction Grouting Consensus Guide*. American Society of Civil Engineers.
- Rojas, E. & Martínez, J. (2021). *Patología, mantenimiento y reparación de estructuras de concreto*. Editorial Alfaomega.
- Flores, C., & Ramírez, J. (2021). *Patología, mantenimiento y reparación de estructuras de concreto*. Alfaomega.

11. Anexos

Anexo 1

Registro de lesiones y causas asociadas

Nivel	Lesiones principales	Causas asociadas	Evidencia Fotográfica
Piso 1	-Fisuras en fachadas este y oeste. -Eflorescencias. -Desprendimientos de mampostería. Humedad con moho. Hundimiento en andén (~4,5 cm).	-Asentamientos diferenciales. -Filtraciones. -Erosión por agentes atmosféricos.	  



Nivel	Lesiones principales	Causas asociadas	Evidencia Fotográfica
Piso 2	-Fisuras en columnas y vigas. -Humedad por filtración. -Desprendimiento de acabados. -Corrosión.	-Sobrecarga estructural. -Deficiencia en juntas de dilatación.	
Piso 3	- Modificación irregular en vigas. - Fisuras en apoyos. - Eflorescencias y manchas de humedad.	- Deficiencias constructivas. -Filtraciones.	
Piso 4	-Fisuras en losas y muros. -Desprendimientos. - Eflorescencias con organismos.	- Falta de juntas. - Curado deficiente del concreto.	

Nivel	Lesiones principales	Causas asociadas	Evidencia Fotográfica
Piso 5	-Sobrecarga por parqueo. -Suciedad y manchas por lavado diferencial. -Moho en muros.	-Sobrecarga no prevista. -Deficiente evacuación de aguas.	
Pisos 6 y 7	- Fisuras en muros de mampostería. - Inspección parcial por arrendamiento de espacios.	-Asentamientos diferenciales. - Limitación en el acceso.	

Nota: En la tabla se presenta el registro fotográfico de las patologías identificadas en los diferentes niveles, evidenciando fisuras, desprendimientos, eflorescencias, humedades y moho, asociados principalmente a filtraciones, asentamientos diferenciales, deficiencias constructivas y sobrecargas estructurales. Las imágenes constituyen soporte técnico para la evaluación del estado actual y la definición de acciones de intervención.