

Estudio Patológico de la Fachada del Edificio Multifamiliar Atlantis

Jesús Omar Contreras González

Juan Pablo Leon Lozano

Edinson Alirio Useda Martínez

Especialización en Patología de Construcción

Universidad Santo Tomás

Trabajo Profesional Integrado

Director de Trabajo de Grado:

IC. Olga Lucia Vanegas Alfonso

2022

Tabla de Contenido

1. Introducción.....	9
2. Planteamiento del problema.....	10
3. Justificación.....	12
4. Objetivos.....	13
4.1. Objetivo general.....	13
4.2. Objetivos específicos.....	13
5. Antecedentes.....	14
6. Marco referencial.....	16
6.1. Marco geográfico.....	16
6.2. Marco legal.....	19
6.3. Marco teórico.....	21
6.4. Marco histórico.....	25
7. Alcances y limitaciones.....	28
8. Metodología.....	29
8.1. Descripción de la selección del paciente.....	31
8.2. Preparación y planteamiento del estudio.....	31
8.2.1. Inspección preliminar del paciente.....	31
8.2.2. Recopilación de información necesaria para el estudio.....	32
8.2.3. Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.....	33
8.2.4. Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.....	33
8.2.5. Definición de los medios para realizar la exploración.....	34

8.3.Historia clínica.....	34
8.3.1. Responsables del estudio.....	34
8.3.2. Fecha de realización del estudio.....	35
8.3.3. Datos generales del paciente.....	35
8.3.4. En la edificación y/o construcción civil.....	36
8.3.5. Aplicación patológica.....	38
8.3.6. Datos específicos de las lesiones.....	38
8.3.7. Descripción de la patología más relevante en el paciente.....	39
8.3.8. Clasificación y origen de la patología.....	39
8.3.9. Datos generales del entorno.....	40
8.3.10. Arquitectura.....	40
8.3.11. Estructura.....	41
8.3.12. Suelos y cimentaciones.....	41
8.4. Diagnostico.....	42
8.4.1. Lesiones.....	42
8.4.2. Ensayos destructivos y no destructivos.....	44
9. Estudio de vulnerabilidad sísmica.....	49
9.1. Ubicación del paciente en la microzonificación sísmica.....	50
9.2. Determinación de la zona sísmica, el valor de Aa y Av ó Ad.....	54
9.3. Análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente.....	57
9.3.1. Estudio de vulnerabilidad.....	57
9.3.2. Análisis de riesgos estructurales.....	58
9.3.3. Normatividad.....	59

9.3.4. Matriz de vulnerabilidad.....	63
9.3.5. Patología de los mecanismos de falla estructural.....	64
10. Propuestas de intervención.....	68
11. Diseño metodológico.....	70
11.1. Enfoque metodológico.....	70
11.2. Tipo de investigación.....	70
11.3. Fases.....	70
12. Presupuesto.....	71
12.1. Propuesta 1.....	71
12.2. Propuesta 2.....	72
13. Programación.....	73
13.1. Propuesta 1.....	73
14.1. Propuesta 2.....	74
14. Análisis de resultados.....	75
15. Conclusiones y recomendaciones.....	79
16. Bibliografía.....	81
17. Anexos.....	83

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Árbol de problema.....	11
Ilustración 2. Mapa de Colombia – Mapa de Santander	17
Ilustración 3. Bucaramanga– Cabecera del llano	18

Ilustración 4. Bucaramanga – Cabecera del llano – Edificio Multifamiliar Atlantis.....	25
Ilustración 5. Estudio geotécnico 4417.....	25
Ilustración 6. Desprendimiento de unidades de fachaleta.....	26
Ilustración 7. Lesiones en interior de muro de fachada apartamento 702.....	27
Ilustración 8. Diagrama de clasificación.....	39
Ilustración 9. Plano de cimentación.....	42
Ilustración 10. Núcleos extraídos.....	45
Ilustración 11. Esclerómetro.....	46
Ilustración 12. Ensayo in-situ de absorción con pipeta de Karsten.....	47
Ilustración 13. Medición de fisuras y grietas.....	48
Ilustración 14. Mapa geológico.....	53
Ilustración 15. Sismicidad histórica en la zona de Bucaramanga.....	54
Ilustración 16. Zonas de amenaza sísmica.....	55
Ilustración 17. Expresión para el cálculo de las fuerzas sísmicas.....	62
Ilustración 18. Patología de los mecanismos de falla – Ficha 1.....	64
Ilustración 19. Patología de los mecanismos de falla – Ficha 2.....	65
Ilustración 20. Patología de los mecanismos de falla – Ficha 3.....	65
Ilustración 21. Patología de los mecanismos de falla – Ficha 4.....	66
Ilustración 22. Patología de los mecanismos de falla – Ficha 5.....	66
Ilustración 23. Patología de los mecanismos de falla – Ficha 6.....	67
Ilustración 24. Patología de los mecanismos de falla – Ficha 7.....	67

Índice de Tablas

Tabla 1. Información municipio Bucaramanga (Santander).....	16
Tabla 2. Normatividad.....	19
Tabla 3. Metodología.....	29
Tabla 4. Zonas de amenaza sísmica.....	56
Tabla 5. Valores de coeficiente de importancia.....	56
Tabla 6. Grado de desempeño mínimo requerido.....	61
Tabla 7. Presupuesto propuesta 1.....	71
Tabla 8. Presupuesto propuesta 2.....	72
Tabla 9. Programación propuesta 1.....	73
Tabla 10. Programación propuesta 2.....	74

Resumen

Las edificaciones construidas a mediados de los años 80's y 90's en la ciudad de Bucaramanga se caracterizaron por ser sustentadas en configuraciones con sistemas estructurales de tipo pórtico; de pequeña y mediana altura, aproximadamente máximo hasta 18 pisos, proveniente de una costumbre de procesos tradicionales de construcción y muros de cerramientos en mampostería confinada. Con la particularidad del uso de sistema de fachadas por medio de fachaleta tanto de piedra como cerámicas de arcilla, esta última, utilizada en el paciente que lleva por nombre “Edificio Multifamiliar Atlantis”, el cual con el correr de los años y ante un pobre mantenimiento de fachadas en su vida útil, desde muy temprana edad evidencia lesiones y afectaciones, que casi 30 años después de su construcción complementan un cuadro avanzado de deterioro ante diferentes factores. Por medio de la implementación de metodologías patológicas, ensayos de laboratorio e investigaciones particulares de la edificación, se logra conformar un estudio patológico del paciente en cuestión, donde se identifican causas, lesiones y procesos patológicos como tal, para generar un diagnóstico y planteamiento de propuestas de intervención, con el fin de brindar soluciones para subsanar y garantizar un sistema de fachada funcional.

Palabras clave: Patología, diagnostico, paciente, lesiones, fachada.

Abstract

Structures built in the mid 80's and 90's, in Bucaramanga, have the property to be supported by resistant moments frames type structural systems, especially in small and medium height, reaching a maximum height of 18 storeys. This comes from a practice of traditional construction processes and enclosing walls in confined masonry. Particularly, the common use of façade systems with “fachaleta” both stone and clay ceramics, the second of them, which was used in the patient who bears the name “Edificio Multifamiliar Atlantis” that over the years, and with a poor maintenance of facades in its useful life, has shown injuries and affectations from an early age. Almost 30 years after the construction, there is evidence of advanced deterioration caused by different factors. Through the implementation of pathological methodologies, laboratory tests and private investigations, it is possible to form a pathological study of this patient where causes, injuries and pathological processes are identified to generate a diagnosis and approach intervention alternatives, in order to provide solutions to correct and guarantee a functional façade system.

Keywords: Pathology, diagnosis, patient, injury, facade.

1. Introducción

Con el continuo crecimiento y desarrollo de las ciudades, los posibles cambios de uso de las edificaciones, la exposición a ambientes más agresivos, se hace necesario preservar la vida útil de las estructuras y optimizar su aprovechamiento.

En la búsqueda de mejorar la calidad de la construcción, se ha hecho necesario la profundización en el concepto de durabilidad, así como los mecanismos de deterioro, los procesos patológicos, la capacidad portante y apariencia, conceptos que finalmente califican la estructura y su funcionalidad.

En el presente documento se definen los procesos patológicos de la estructura denominada “Edificio Multifamiliar Atlantis” ubicado en la ciudad de Bucaramanga, haciendo énfasis en patologías localizadas en la fachada de la estructura y definiendo posibles alternativas de intervención que favorezcan la funcionalidad de la estructura y la calidad de vida de sus habitantes.

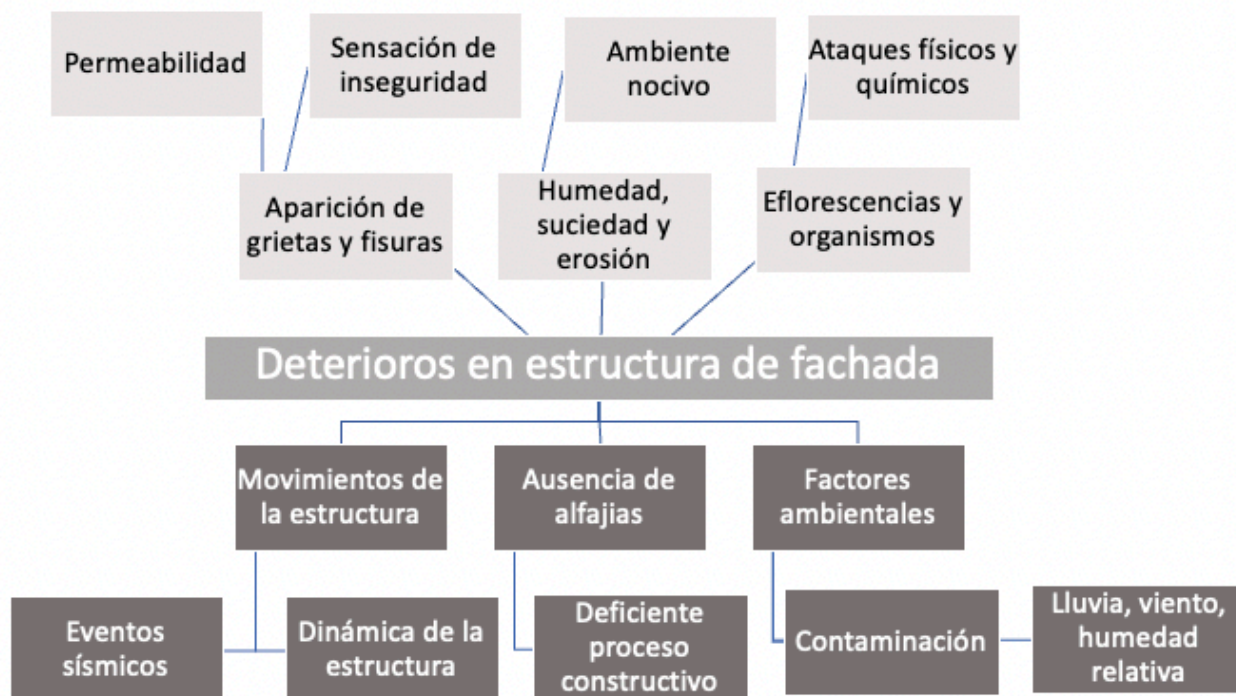
2. Planteamiento del Problema

El creciente desarrollo de la industria de la construcción, y la llegada de nuevas tecnologías y herramientas de análisis, permiten evaluar de manera eficiente los deterioros que sufre una estructura durante su vida útil. Dichos deterioros afectan principalmente a los usuarios, alterando su calidad de vida, y exponiéndolos a ambientes nocivos.

El análisis de los daños que puede presentar una estructura, se ha convertido en uno de los segmentos más relevantes para cualquier proyecto de ingeniería, exigiendo especial atención tanto en las etapas previas de la construcción, como en su ejecución propia.

La omisión de dicho análisis, puede conllevar a la desvalorización e incluso inhabilitación de las estructuras, viéndose principalmente afectados los ocupantes y generando detrimento para los inversionistas.

Esta investigación tiene como objetivo el estudio de los procesos patológicos presentes en la estructura de fachada de un edificio residencial, identificando los factores que provocan los deterioros, recopilando la información necesaria a través de ensayos, que permita evaluar el estado de la estructura, y el planteamiento de medidas de intervención acordes con la situación actual.

Árbol de problema:**Ilustración 1.** *Árbol de problema.*

3. Justificación

La creciente demanda de espacios habitacionales que ha surgido ante la expansión demográfica en Bucaramanga, presentando una población de 1.1 millones de habitantes y un crecimiento de 0.4% proyectado a 2050, no solamente ha generado la creación y ejecución de numerosos proyectos de vivienda, sino también ha impulsado a un arduo trabajo de investigación e intervención en las estructuras existentes, que permite mantener los paisajes arquitectónicos de la ciudad y cumplir con los objetivos de confort y operatividad, que deben cumplir todas las estructuras. Teniendo en cuenta que la ciudad de Bucaramanga está ubicada en una zona de amenaza sísmica alta y considerada segundo nido sísmico del mundo (Sepúlveda-Jaimes, Francia Jullyette, & Cabrera-Zambrano, Francisco Henry. (2018). Tomografía sísmica 3D del nido sísmico de Bucaramanga (Colombia). Boletín de Geología, 40(2), 15-33.), enmarca un gran interés para la ingeniería, el estudio del comportamiento y el estado de las edificaciones ante las condiciones geográficas y sísmicas presentes en la región.

Es por lo anterior que, en el presente documento se lleva a cabo el análisis y estudio sobre la estructura de fachada del paciente denominado “Edificio Multifamiliar Atlantis”, el cual presenta múltiples lesiones. Esta investigación tiene como finalidad, brindar los conocimientos técnicos para la adecuada intervención de la estructura analizada, garantizando su vida útil y la comodidad de sus usuarios.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Realizar el estudio de patologías a la estructura de fachada del proyecto denominado “Edificio Multifamiliar Atlantis” ubicado en la ciudad de Bucaramanga.

4.2. Objetivos Específicos

- Identificar el proceso patológico para cada una de las lesiones presentadas, de acuerdo con la inspección preliminar de la estructura.
- Realizar ensayos de laboratorio que permitan determinar los grados de afectación de la estructura.
- Analizar los resultados de laboratorio hallados en la estructura.
- Evaluar los resultados y posibles recomendaciones al paciente.

5. Antecedentes

A lo largo de la vida útil de la edificación los usuarios compuestos por propietarios, locatarios, personal de limpieza, seguridad, y administraciones pasadas, han manifestado los desprendimientos de unidades de fachaleta de manera parcial del sistema de fachada de la edificación, daño constante acompañado de fisuras tanto horizontales, verticales, como también con inclinaciones evidentes. Por lo tanto, una condición histórica dentro de los apartamentos de la edificación, son afectaciones por humedades dentro de las unidades residenciales.

Las reparaciones de los desprendimientos se han realizado de manera parcial remplazando los elementos desprendidos, pero, aun así, hay zonas intervenidas que se ven afectadas reiterativamente por desprendimientos y fisuras.

Se tiene por entendido que en el año 2020 se realizó un lavado de fachadas por parte de una firma privada, la cual aplicó un producto hidrofugo a los elementos de fachaleta de la fachada y aplicó de manera parcial pinturas sellantes e impermeabilizantes sobre la fachaleta para contener las afectaciones dentro de los apartamentos, además se realizaron un sellado de fisuras.

Cabe resaltar que, mediante las indagaciones realizadas, se reporta un mantenimiento pobre en las fachadas del edificio, condición que además ha permitido que al día de hoy se

evidencie afectaciones grandes por el crecimiento de material orgánico de naturaleza vegetal, que promueve las afectaciones mencionadas.

6. Marco Referencial

6.1. Marco Geográfico

El edificio Multifamiliar Atlantis se encuentra ubicado en la ciudad de Bucaramanga, capital del departamento de Santander (Colombia). Específicamente se encuentra ubicado en una zona de alta proyección residencial y comercial, como lo es Cabecera del Llano. En la Tabla 1 se presenta información relevante del municipio de Bucaramanga.

Tabla 1. *Información municipio Bucaramanga (Santander).*

Informacion Municipio Bucaramanga	
Posición Geográfica	Bucaramanga se encuentra ubicada en una terraza inclinada de la cordillera oriental a los 7°08' de latitud norte con respecto al meridiano de Bogotá y 73°08' de longitud al oeste de Greenwich.
Climatología y Superficie	Área Municipal de 165 kilómetros cuadrados. Altura sobre el nivel del mar de 959 m. Piso Térmico Cálido de 55 kilómetros cuadrados. Piso Térmico Medio de 100 kilómetros cuadrados. Piso Térmico Frio de 10 kilómetros cuadrados. Temperatura Media de 23°C. Precipitación Media Anual de 1041 mm.
Limites	Norte: Municipio de Rionegro. Oriente: Municipios de Matanza, Charta y Tona. Sur: Municipio de Floridablanca. Occidente: Municipio de Girón.
Topografía	15% Plana 30% Ondulada 55% Quebrada

Nota: Información sustraída del portal www.amb.gov.co/bucaramanga

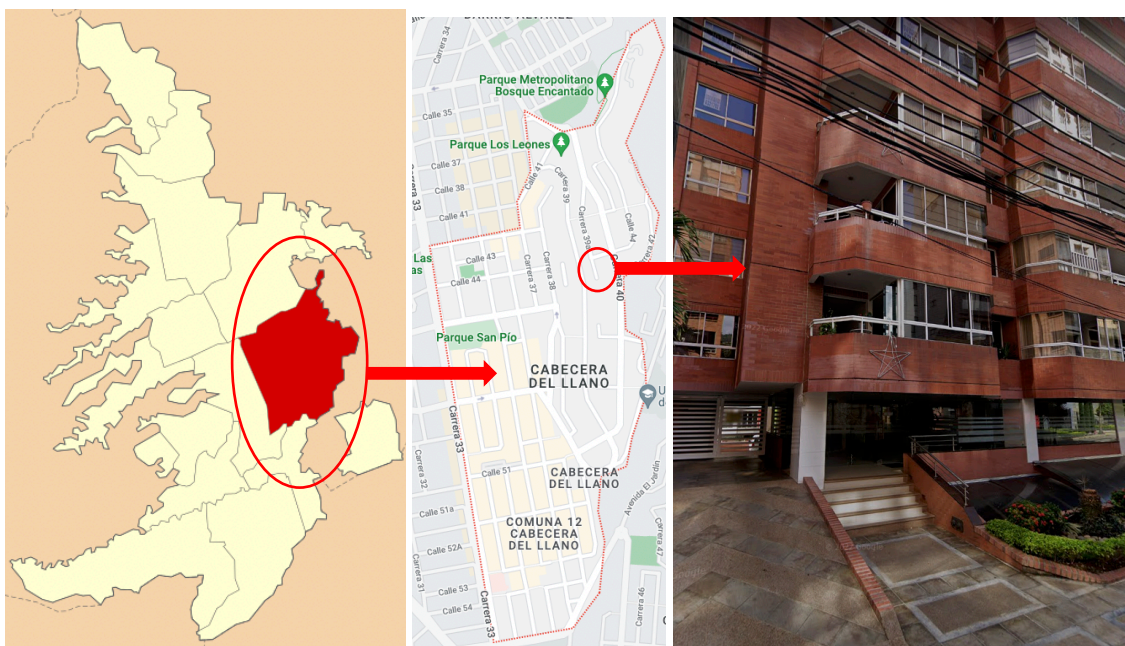
La Ilustración 2 muestra la ubicación del departamento de Santander, considerada una zona de relevante importancia para el Norte-Oriente de Colombia, y, la ubicación del municipio de Bucaramanga y municipios aledaños.

Ilustración 2. *Mapa de Colombia, ubicación del departamento de Santander – Mapa de Santander, ubicación municipio de Bucaramanga y área metropolitana (Imagen tomada de amb.gov.co)*



La Ilustración 3 muestra el municipio de Bucaramanga, resaltando la comuna 12 denominada Cabecera del Llano, zona que se ha destacado por su desarrollo comercial y considerada una de las zonas residenciales exclusivas en Bucaramanga. Adicional a esto, se muestra la ubicación del Edificio Multifamiliar Atlantis, ubicado en la carrera 39 # 44 -60 en el sector Cabecera del Llano, zona exclusivamente residencial, de estratos 5 y 6, cercanos a vías principales como la calle 48, que sirve de acceso a este sector, y la carrera 33, que atraviesa la ciudad de sur a norte en un tramo importante.

Ilustración 3. Bucaramanga - Cabecera del llano (Imagen tomada de amb.gov.co)



6.2. Marco Legal

Las consideraciones técnicas analizadas y presentadas en este documento, tienen como base los parámetros estipulados en la normatividad vigente, dado que es una estructura construida en terreno nacional, se tiene en cuenta el Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes, destacando su versión más reciente del año 2010. De igual manera se tienen presentes normas anexas, como las Normas Técnicas Colombianas y demás normas internacionales de materiales que permiten complementar muchos conceptos. La Tabla 2 presenta las normas que se rigen para este estudio.

Tabla 2. *Normatividad.*

Norma	Descripción	Vigencia
Ley 400 de 1997	Establece requisitos y criterios mínimos para diseño, construcción y supervisión técnica en edificaciones nuevas y aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad, que puedan afectarse por el uso, sismo o la acción de la naturaleza. Adicional a esto, establece parámetros para adicionar, modificar y remodelar el sistema estructural de una edificación que haya sido construida antes de esta ley. Ley 400 de 1997 por la cual se adoptan normas sobre construcción sismo resistente).	Vigente.
Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, Ley 1400 de 1984	Primera Norma Sismo Resistente en Colombia, aplico para el momento de la construcción en el año 1993.	Reemplazada por NSR-98, Ley 400 de 1997
Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10	Presenta los requisitos mínimos que debe cumplir una edificación ante la ocurrencia de un sismo, cuya finalidad es la protección de vidas humanas.	Vigente.

Tabla 2. Normatividad.

Norma	Descripcion	Vigencia
UNE-EN 16302: Método de la absorción de agua por el método de la pipeta.	Esta norma europea especifica un método para medir la absorcion del agua por el metodo de la pipeta de materiales inorganicos porosos empleados en el patrimonio cultural y constitutivos del mismo.	Vigente.
NTC 4017. Métodos para muestreo y ensayo de unidades de mampostería y otros productos de arcilla.	Cubre los procedimientos de muestreo y ensayo de unidades de mampostería de arcilla, bloques de arcilla y de otros productos tales como adoquines, tejas.	Vigente.
NTC 3692. Método de ensayo para medir el número de rebote del concreto endurecido.	Determina el número de rebote del concreto endurecido usando un martillo de acero impulsado por un resorte.	Vigente.
NTC 3658. Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas.	Establece la obtención, la preparación y el ensayo de núcleos extraídos de concreto para la determinación de su longitud o de sus resistencia a la compresión, o de la resistencia a tracción indirecta.	Vigente.