

Especialización en Patología de la Construcción.

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO

ESTUDIO PATOLOGICO EN EL EDIFICIO CEDROS 142

INGRID JULIETH RUIZ BOHÓRQUEZ

ALEJANDRA HERNÁNDEZ ROJAS

IVÁN RODRIGO NARVÁEZ SABOGAL

BOGOTA D.C

20 JUNIO 2024

Contenido

Resumen.....	3
Lista de figuras.....	5
Lista de tablas.....	5
Lista de anexos	6
Introducción.	7
Justificación.....	8
Objetivos.....	9
Alcances y limitaciones.....	10
Metodología.....	11
Historia Clínica.....	14
Datos de las lesiones.....	21
Descripción proceso patológico más relevante en el paciente.....	27
Marco referencial.....	28
Componente experimental	30
Ensayos destructivos y no destructivos.....	30
Origen, causa, evolución y estado actual de la lesión más relevante.....	34
Estudio de vulnerabilidad sísmica	34
Tipo de Suelo y sus Características.....	34
Falla Geológicas (Mapas, Estratigrafía, Geológico)	36
Estudios de Vulnerabilidad Sísmica.....	37
Historias de Sismos en la Zona de Estudio.....	41
Matriz de vulnerabilidad.....	45
Diagnóstico.....	50
Alternativa y pronóstico.....	59
Análisis y propuesta de intervención seleccionada	61
Conclusiones.....	61
Referencias bibliográficas.....	62

Resumen.

La patología en las estructuras se refiere al estudio de las alteraciones, enfermedades o anomalías que afectan a diferentes tipos de estructuras, ya sean biológicas, como tejidos y órganos, o arquitectónicas, como edificaciones e infraestructuras. Su objetivo principal es entender las causas de los problemas estructurales, proporcionando así la base para desarrollar estrategias de reparación, mantenimiento y prevención. Este campo es esencial para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras a lo largo del tiempo.

En este informe se describe la metodología para realizar un diagnóstico de un estudio patológico en el Edificio Cedros 142, que presenta afectaciones en varios espacios. El objetivo es caracterizar las lesiones y determinar qué estudios adicionales se necesitan para identificar con precisión las causas. Este diagnóstico permitirá planificar acciones futuras, aplicando medidas correctivas o preventivas para mantener la infraestructura en condiciones óptimas de funcionamiento y servicio.

Es importante analizar y establecer la necesidad de posibles evaluaciones adicionales sobre las lesiones identificadas.

Palabras Clave: Patología, lesión, afectación, física, química, mecánica, diagnóstico, antropogénica.

Abstract

Pathology in structures refers to the study of alterations, diseases, or anomalies affecting various types of structures, whether biological, such as tissues and organs, or architectural, such as buildings and infrastructure. Its main objective is to understand the causes of structural problems, thus providing the foundation for developing strategies for repair, maintenance, and prevention. This field is essential to ensure the safety and durability of structures over time.

This report outlines the methodology for conducting a diagnosis of a pathological study on Cedros 142 Building, which exhibits issues in various spaces. The goal is to characterize the lesions and determine additional studies needed to precisely identify the causes. This diagnosis will facilitate planning future actions, implementing corrective or preventive measures to maintain the infrastructure in optimal conditions of operation and service.

It is important to analyze and determine the need for possible additional assessments on the identified injuries.

Key Word: Pathology, injury, impairment, physical, chemical, mechanical, diagnosis, anthropogenic.

Lista de figuras.

Ilustración 1. Vista en planta del Edificio Cedros 142.	14
Ilustración 2. Localización del Edificio Cedros 142.	15
Ilustración 3. Sector de los Cedros (1998).	16
Ilustración 4. Cuadro de Áreas Edificio Cedros 142.	17
Ilustración 5. Esquema detalle de alturas Edificio Cedros 142.	17
Ilustración 6. Cargas Típicas valoradas.	19
Ilustración 7. Planta de Cimentación.	20
Ilustración 8. Detalle de Cimentación – Placa aligerada.	20
Ilustración 9. Ubicación testigo frágil en Yeso.	34
Ilustración 10. Esquema - perfil estratigráfico sector Cedritos.	36
Ilustración 11. Plano 228 Geología Santa fe de Bogotá Noreste.	37
Ilustración 12. Grafica de espectro de Diseño.	39
Ilustración 13. Registros de actividad sísmica en Colombia.	41
Ilustración 14. Registros de actividad sísmica en área de influencia Bogotá.	42
Ilustración 15. Resumen sismo del 04 de septiembre de 1966.	43
Ilustración 16. Plano de ubicación del lugar del sismo. Choachí.	44
Ilustración 17. Resumen sismo del 16 de marzo de 1644.	44
Ilustración 17. Plano de ubicación del lugar del sismo. Chipaque.	45
Ilustración 19. Ubicación del sector de Esclerometria.	50
Ilustración 20. Distribución de ensayos.	51
Ilustración 21. Ubicación del sector de Ultrasonido.	56
Ilustración 22. Distribución de ensayos.	56

Lista de tablas.

Tabla 1. Registro y caracterización de lesiones Fachada.	22
Tabla 2. Registro y caracterización de lesiones Entrada Vehicular.	23
Tabla 3. Registro y caracterización de lesiones Primer piso.	23
Tabla 4. Registro y caracterización de lesiones en Sótano.	25
Tabla 5. Registro y caracterización de lesiones Apartamento 202.	26
Tabla 6. Registro Fisuras Estructura.	27
Tabla 7. Etapas de Vulnerabilidad.	46
Tabla 8. Clasificación del Riesgo.	47
Tabla 9. Matriz de vulnerabilidad.	47
Tabla 10. Matriz de Vulnerabilidad Edificio Cedros 142.	49
Tabla 11. Mediciones obtenidas.	51
Tabla 12. Resultados obtenidos.	52

Tabla 13. Resultados NR sector 1	52
Tabla 14. Resultados NR sector 2	53
Tabla 15. Resultados NR sector 3	54
Tabla 16. Lecturas de ultrasonido.	57
Tabla 17. Resultados de f'c calculados.	58
Tabla 17. Registro fotográfico de controles realizados.	58

Lista de anexos

- Anexo 1.** Plano 1 de 12 Planta localización y Areas.pdf
- Anexo 2.** Plano 2 de 12 Planta de Sotano.pdf
- Anexo 3.** Plano 3 de 12 Panta Primer piso.pdf
- Anexo 4.** Plano 4 de 12 Planta 2do piso.pdf
- Anexo 5.** Plano 9 de 12 Fachada Ppal y posterior.pdf
- Anexo 6.** Plano 10 de 12 Corte AA.pdf
- Anexo 7.** Plano 11 de 12 Corte BB.pdf
- Anexo 8.** Plano E-03 Planta de Cimentacion.pdf
- Anexo 9.** Memoria de Cálculos Estructural.pdf
- Anexo 10.** Fichas Diagnostico Edf CEDROS 142.pdf
- Anexo 11.** Registro Fotográfico TPI Ed Cedros 142.pdf

Introducción.

En el presente informe se encuentra contenido el desarrollo metodológico de un ejercicio académico de elaboración del diagnóstico en un estudio patológico desarrollado sobre el Edificio Cedros 142; el cual, presentaba diferentes afectaciones en varios de sus espacios constitutivos, de las cuales, se requiere dejar registro y adelantar su debida caracterización. Lo anterior, con el fin de definir que estudios adicionales se requieren para poder establecer de manera precisa las causas u origen de las lesiones que aquejan a la infraestructura.

Dicho diagnóstico, permitió establecer las líneas de acción tomadas, en cuanto a los ensayos y ocultaciones implementadas, como para las medidas correctivas y preventivas aplicadas sobre dichas afectaciones, labores necesarias para que la infraestructura se mantenga en condiciones óptimas de funcionalidad y servicio, garantizando a su vez el confort de los residentes de la edificación.

Justificación.

Para el desarrollo de un estudio de patologías en las infraestructuras, se requiere la realización de un ejercicio detallado y minucioso de identificación y caracterización de las afectaciones o lesiones que se presentan en los diferentes componente y espacios que conforman la estructura; etapa, de gran importancia para poder establecer de forma más precisa el origen de dichas afectaciones; y, a partir de allí, proponer las medidas de mitigación o correctivas a ejecutar para garantizar la integridad y durabilidad de la edificación.

De esta forma, surge la necesidad de atender las inquietudes de los residentes del Edificio Cedros 142, en el sentido de realizar las valoraciones, las intervenciones necesarias y corregir las afectaciones presentes en diferentes espacios constituyentes de la edificación.

Objetivos.

General

Realizar el estudio patológico mediante la recolección de información y mapeo de las lesiones presentes en la edificación Edificio Cedros 142 determinada como paciente, con la aplicación de métodos destructivos y no destructivos para la aplicación de las intervenciones y los correctivos en respuesta del diagnóstico de las patologías.

Específicos.

- Compilar la información sobre las lesiones presentes en la edificación y desarrollar la caracterización de las afectaciones encontradas.
- Diligenciar con la información obtenida de las lesiones en la infraestructura, las fichas para la recolección de información y diagnóstico.
- Analizar y establecer la necesidad de posibles ensayos u auscultaciones sobre las lesiones identificadas, que permitan precisar las causas de su origen.
- Generar la hipótesis de las causas de las lesiones y establecer las medidas correctivas para garantizar la integridad y durabilidad de la edificación.

Alcances y limitaciones.

- El presente informe se abordará el ejercicio de diagnóstico de las patologías presentes en el Edificio Cedros 142, mediante a valoración de la edificación inicialmente a través de inspecciones visuales y métodos no destructivos, para la caracterización de las lesiones presentes en diferentes espacios y elementos que la conforman.
- Durante el desarrollo de este proyecto, se tendrá como alcance la realización del inventario de las lesiones presentes en el paciente, específicamente, en fachada, primer piso, sótano, apartamento 202 y 502, para su posterior diagnóstico y planteamiento de alternativas correctivas.

Metodología.

Preparación y planteamiento del estudio.

Revisión Documental.

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la documentación disponible relacionada con el diseño original, materiales de construcción, y cualquier intervención o mantenimiento previo.

Entrevistas y Consultas.

Se realizaron entrevistas con personal de mantenimiento, administradores y residentes para recopilar información sobre antecedentes de mantenimiento, cambios estructurales, y observaciones previas sobre patologías. De dichas entrevistas, se corroboró que no se han realizado mantenimientos ni labores adicionales sobre la estructura.

Inspecciones Visuales.

Se realizó una inspección visual detallada de la totalidad del edificio, con énfasis en áreas expuestas a condiciones climáticas extremas, puntos de carga significativos, y lugares propensos a patologías comunes. La inspección se realizó en el mes de septiembre del 2023, cuando se comenzó a documentar las lesiones que aparecieron en la edificación, las cuales, venían afectando principalmente el confort de los habitantes del mismo.

Registro Fotográfico y Audiovisual.

Se documentaron visualmente las áreas inspeccionadas, mediante la toma de fotografías de cada una de las lesiones existentes desde diferentes perspectivas, registrando sus características más relevantes, de cara a generar las hipótesis de ocurrencia.

Caracterización de Lesiones.

Cada lesión identificada fue caracterizada según su naturaleza, dimensiones, y ubicación precisa en la estructura.

Fichas de Caracterización.

Se desarrollaron fichas detalladas para la recolección de información sobre cada lesión, incluyendo descripción, posibles causas, y observaciones adicionales relevantes.

Análisis de Hipótesis Causales.

Se generaron hipótesis preliminares sobre las posibles causas de las lesiones observadas, considerando factores como diseño estructural, materiales de construcción, y condiciones ambientales.

Evaluación de ensayos adicionales.

Se llevó a cabo un análisis crítico para determinar la necesidad de estudios adicionales, como pruebas de laboratorio, inspecciones especializadas, o análisis geotécnicos, para obtener una comprensión más profunda de las patologías identificadas.

Informe de Pre-diagnóstico.

Se compiló la información recopilada en un informe integral que incluye una descripción detallada de las lesiones, el análisis de hipótesis causales, el registro fotográfico, y recomendaciones para futuras evaluaciones y acciones correctivas.

Esta metodología se diseñó para proporcionar una evaluación inicial comprensiva y rigurosa de las patologías presentes en el Edificio Cedros 142, facilitando la toma de decisiones informadas para futuros estudios y acciones correctivas.

Equipo humano de trabajo.

El equipo humano destinado a la elaboración de los ensayos, está conformado por 3 ingenieros(as) civiles, aspirantes a especialistas en Patología de la Construcción, que a su vez son los profesionales que ejecutaron los análisis, las valoraciones y determinaciones respecto a las lesiones identificadas. Complementa el equipo de trabajo un (01) técnico laboratorista, quien orientara el manejo de los equipos empleados en los ensayos adicionales contemplados.

Historia Clínica.

La Edificación objeto de análisis es el Edificio Cedros 142, que se encuentra ubicado en el sector de Los Cedros, al que se le encuentra asignado un estrato socio-económico No. 4 en la localidad de Usaquén, en la ciudad de Bogotá D. C.; el cual, en la actualidad es una edificación de uso residencial, presentando buenas condiciones generales, tanto estructurales, como arquitectónicas, registrando una vetustez de 11 años desde su construcción.

Ilustración 1. *Vista en planta del Edificio Cedros 142.*



Fuente: www.sinupot.sdp.gov.co - Secretaria Distrital de Planeación, SDP 2019.

Ilustración 2. Localización del Edificio Cedros 142.



Fuente: www.sinupot.sdp.gov.co – Secretaria Distrital de Planeación. SDP 2019.

Dentro de su proyección arquitectónica, se contempló un edificio conformado por una torre de 5 pisos que corresponde a 16 apartamentos, 1 sótano de parqueaderos y depósitos. La estructura del edificio se encuentra desarrollada en un sistema de pórticos elaborados en concreto reforzado, acompañado de mampostería en bloque y ladrillo de arcilla que conforma la distribución de áreas y espacios, con todos sus acabados en pañete y pintura.

La edificación se encuentra emplazada en un sector tradicional de la ciudad de Bogotá D.C., que desde sus inicios conto con disposición residencial; la cual, cuenta con vías de acceso principales como la Avenida 19 al oriente y la Autopista note al occidente.

Respecto a los corredores viales al sur se encuentra la Calle 134 y al norte la Calle 153; que, a su vez, se encuentran interconectadas en permiten un adecuado tráfico por el sector.

Ilustración 3. Sector de los Cedros (1998).



Fuente: www.sinupot.sdp.gov.co - Secretaria Distrital de Planeación. SDP.

La estructura colinda hacia el sur con un edificio residencial de apartamentos con 27m de frente y una altura aproximada de 15m, con características similares a las del objeto de estudio. Hacia el costado norte limita con un edificio en construcción de 5 pisos, que ya

se encuentra avanzado a nivel de placa de cubierta y actualmente se vienen desarrollando actividades de obra blanca y acabados.

La edificación Cedros 142, se emplazó en un lote con unas dimensiones de 13,5m de frente por 30,0m de lado, lo que resulta en un área de 405,0m², y cuenta con un área construida de 384,75m². Cuya distribución de áreas se encuentra en la siguiente imagen:

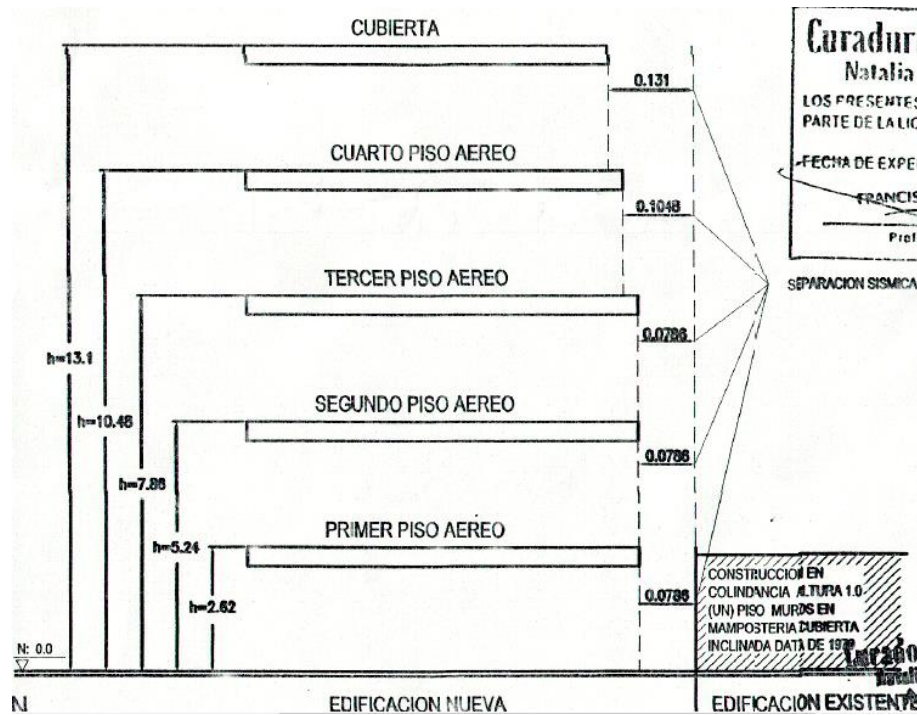
Ilustración 4. Cuadro de Áreas Edificio Cedros 142.

TOTAL DE AREAS	AREA LIBRE	AREA CONSTRUIDA	INDICE DE CONSTRUCCION AREAS A DESCONTAR	AREA META DEMANDA
AREA DE LOTE	405.00 M2			
SOTANO		384.75 M2	-384.75 M2	
AREA LIBRE EN PRIMER PISO	152.42 M2			
	ANTEJARDIN: 56.70 M2 AISLAMIENTO PORTERIOR: 54.00 M2 PATIOS INT: 24.22 M2 VACIO RAMPA: 17.50 M2			
AREA CONSTRUIDA PRIMER PISO		252.58 M2	-252.58 M2	
AREA CONSTRUIDA EN SEGUNDO PISO		270.08 M2	ESCALERAS: -4.05 M2 ASCENSOR: -1.43 M2 CIRCULACIONES: -5.48 M2	259.12 M2
AREA CONSTRUIDA EN TERCER PISO		270.08 M2	ESCALERAS: -4.05 M2 ASCENSOR: -1.43 M2 CIRCULACIONES: -5.48 M2	259.12 M2
AREA CONSTRUIDA EN CUARTO PISO		270.08 M2	ESCALERAS: -4.05 M2 ASCENSOR: -1.43 M2 CIRCULACIONES: -5.48 M2	259.12 M2
AREA CONSTRUIDA EN QUINTO PISO		270.08 M2	ESCALERAS: -4.05 M2 ASCENSOR: -1.43 M2 CIRCULACIONES: -5.48 M2	259.12 M2
TOTAL AREA A DESCONTAR INDICE CONSTRUCCION			-881.17 M2	
AREA TOTAL CONSTRUIDA		1717.65 M2		
AREA TOTAL PARA INDICE DE CONSTRUCCION				1036.46 M2

Fuente: Plano 1 de 12. Planta de Localización y Cuadro de Áreas - 24 de mayo 2011.

De esta forma, se realizó la implantación del edificio con una altura de 13,1m medidos hasta el nivel de cubierta.

Ilustración 5. Esquema detalle de alturas Edificio Cedros 142.



Fuente: Plano 1 de 12. Planta de Localización y Cuadro de Áreas - 24 de mayo 2011.

El predio se encuentra ubicado en la zona Lacustre A, que de acuerdo al decreto 523 de 2010 “Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.”, se caracteriza este suelo como lacustre muy blando compuesto por “Arcillas limosas muy blandas - Suelos de muy baja a media capacidad portante y muy compresibles”

De acuerdo a lo contenido en la Memoria de cálculos- Anexo No. 2- del proyecto Edificio Cedros 142, radicada ante la Curaduría Urbana No. 2 el 04 de agosto de 2011, se definió que el cálculo y diseño, se encuentra enmarcado por lo dispuesto en la norma colombiana de diseño y construcción sísmo resistente NSR-10, indicando las siguientes condiciones para el estudio:

- Grupo de Uso: Vivienda

- Zona de amenaza sísmica: Intermedia
- Zona de microzonificación: Lacustre 200 de Bogotá.
- Sistema estructural empleado: Pórticos en concreto reforzado.
- Sistema de placa de entrepiso: Placa aligerada de $e= 0,40m$
- Método de Cálculo Utilizado: De la Resistencia

De esta forma, para el desarrollo del avalúo de cargas, se definieron las siguientes cargas típicas:

Ilustración 6. Cargas Típicas valoradas.

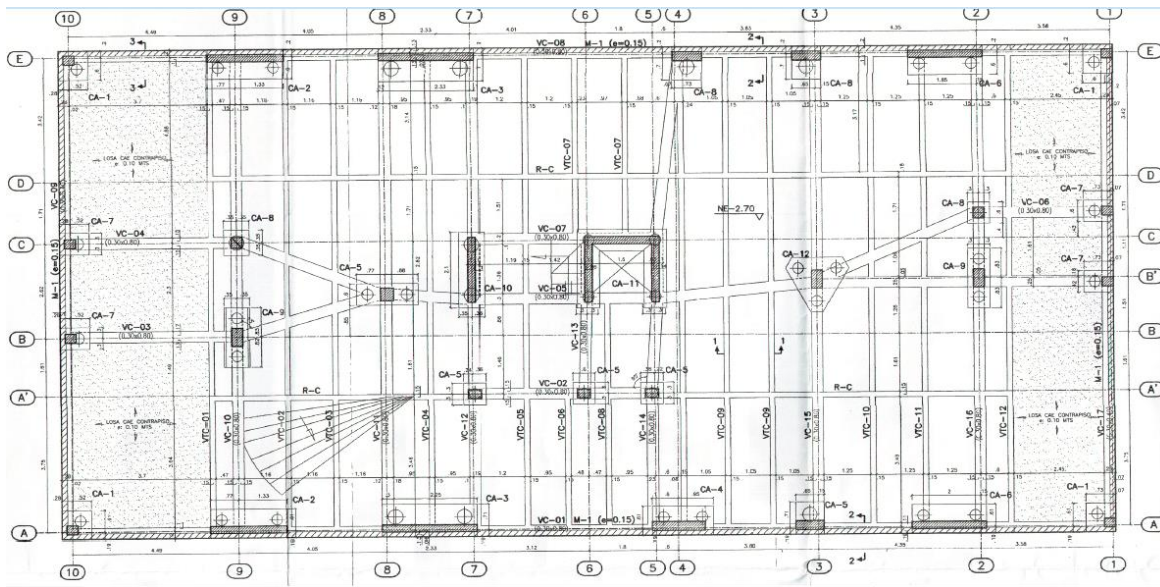
Piso 1	Carga Muerta=	607 Kg/m ²
	Carga Viva=	250 Kg/m ²
	Cargas Mayoradas=	1275 Kg/m ²
Piso 2 a Piso 5	Carga Muerta=	774 Kg/m ²
	Carga Viva=	180 Kg/m ²
	Cargas Mayoradas=	1390 Kg/m ²
Cubierta	Carga Muerta=	564 Kg/m ²
	Carga Viva=	180 Kg/m ²
	Cargas Mayoradas=	1096 Kg/m ²

Fuente: Memoria de cálculos- Anexo No. 2- del proyecto Edificio Cedros 142 – 04 agosto 2011.

Así mismo, se referencian las condiciones sugeridas para el diseño de la Cimentación, dentro de lo cual, se establece una cimentación sobre una placa aligerada que soportara el

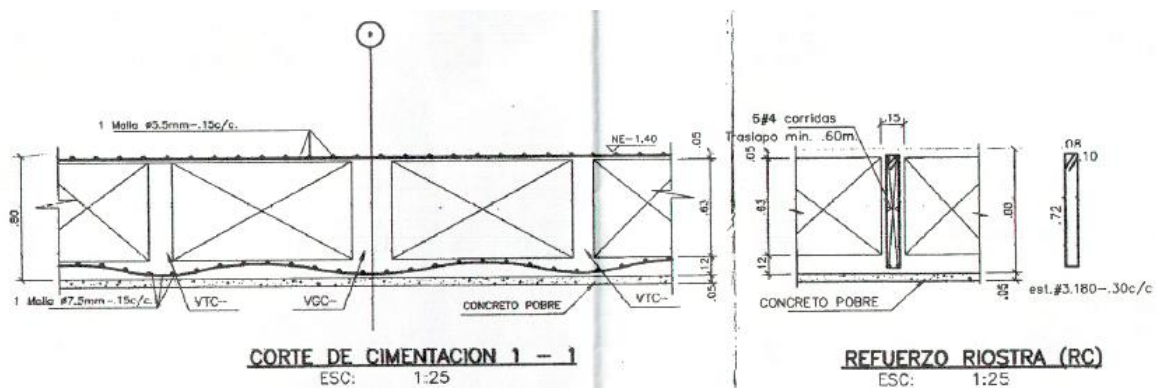
80% de la carga y un pilotaje que se encargara del restante 20% para poder controlar los asentamientos. Condición que se ve plasmada en los planos de cimentación

Ilustración 7. Planta de Cimentación.



Fuente: Plano E-03. Planta de Cimentación - 25 de mayo 2011.

Ilustración 8. Detalle de Cimentación – Placa aligerada.



Fuente: Plano E-03. Planta de Cimentación - 25 de mayo 2011.

Resulta importante, indicar que, el estudio patológico inicio su ejecución desde el mes de septiembre del 2023, cuando se comenzó a documentar las lesiones que aparecieron en la edificación, las cuales, venían afectando el confort de los habitantes del mismo.

Datos de las lesiones.

Conforme la solicitud de apoyo presentada por parte de la administración del Edificio Cedros 142, en el sentido de observar algunas afectaciones que se vienen presentando en la infraestructura del edificio, el pasado 16 de septiembre 2023 se adelantó recorrido por los sectores de la edificación en donde se presentan las afectaciones, como se detalla a continuación:

1. Fachada Frontal.

Respecto a este componente, se pudo detallar que la fachada en ladrillo en la actualidad presenta manchas de color negro en diferentes puntos de la misma, principalmente en aquellos donde se concentra o direcciona el flujo de agua debido al escurrimiento de la lluvia, generando el fenómeno del lavado diferencial por acumulación de la suciedad de forma sectorizada.

Por otra parte, se pudo observar la presencia de diferentes fisuras y algunas grietas en la fachada, identificadas como lesiones mecánicas ocasionadas por movimientos de los

elementos, por las cuales, se vienen presentando filtraciones a algunas de las unidades de vivienda, generando la aparición de humedades y afectaciones de distintos elementos.

Es importante señalar que, debido a la edad que presenta el edificio y en especial dicho acabado de la fachada, el cual registra más de 11 años sin que se reporte mantenimiento preventivo o correctivo, es pertinente ejecutar dichas labores a fin de evitar intervenciones de mayor complejidad.

Tabla 1. Registro y caracterización de lesiones Fachada.

SISTEMA	GRADO				MATERIAL	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	LESIÓN	UBICACIÓN LESIÓN	CAUSA	DIAGNOSTICO	ESTUDIOS REQUERIDOS
	A	M	S	C							
FACHADA FRONTAL		X			LADRILLO	FACHADA EN MAMPOSTERIA DE LABRILLO DE ARCILLA SIN ACABADO TIPO BARNIZ O LACA.	MANCHAS NEGRAS Y GRISES	MUROS CENTRAL DE FACHADA NIVELES 3 Y 4.	ESCURRIMIENTO DE AGUA, CON ARRASTRE DE SUCIEDAD QUE SE DEPOSITAN DE FORMA DIFERENCIAL. DEFICIENCIAS EN LA PROYECCIÓN ARQUITECTONICA. FALTA DE MANTENIMIENTO	MANCHAS POR LAVADO DIFERENCIAL	NINGUNO
FACHADA FRONTAL		X			LADRILLO	FACHADA EN MAMPOSTERIA DE LABRILLO DE ARCILLA SIN ACABADO TIPO BARNIZ O LACA.	MANCHAS NEGRAS Y GRISES	BORDE VENTANAS DE FACHADA JUNTO ALFAJIAS	ESCURRIMIENTO DE AGUA, CON ARRASTRE DE SUCIEDAD QUE SE DEPOSITAN DE FORMA DIFERENCIAL. FALTA DE MANTENIMIENTO	MANCHAS POR LAVADO DIFERENCIAL	NINGUNO
FACHADA FRONTAL		X			LADRILLO	FACHADA EN MAMPOSTERIA DE LABRILLO DE ARCILLA SIN ACABADO TIPO BARNIZ O LACA. JUNTAS DE PEGA DEL LADRILLO A RAS.	FISURAS EN MORTERO DE PEGA	PORTE SUPERIOR DE FACHADA ENTRE LA VENTANA Y PLACA DE AZOTEA	DESGASTE O DESPEGUE DEL MORTERO DE PEGA FALTA DE MANTENIMIENTO	LESIÓN MECANICA FISURA HORIZONTAL A LO LAGO DEL MORTERO DE PEGA	REGATA EN MORTERO

Fuente: Fichas Diagnostico Edf. Cedros 142

Elaboró: Elaboración Propia.

2. Entrada Vehicular.

En la entrada vehicular del edificio, se encuentra presente una afectación en la placa en concreto, manifestándose como un descascaramiento de la superficie y desprendimiento de la pintura de acabado. Se detalla que los desgastes se presentan donde se apoyan las llantas

de los vehículos al momento de frenar para el ingreso a la edificación, permitiendo afirmar que es de origen antropogénico por la detención y puesta en marcha de los vehículos.

Tabla 2. Registro y caracterización de lesiones Entrada Vehicular.

SISTEMA	GRADO				MATERIAL	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	LESIÓN	UBICACIÓN LESIÓN	CAUSA	DIAGNOSTICO	ESTUDIOS REQUERIDOS
	L	M	S	G							
PLACA DE ENTRADA VEHICULAR		X			CONCRETO	ENTRADA VEHICULAR EN PLACA DE CONCRETO	DESGASTE DE LA PLACA Y DESCASCAMIENTO DE PINTURA	ENTRADA VEHICULAR DEL EDIFICIO	AHUELLAMIENTO POR EL TRANSITO DE LOS VEHICULOS QUE SE DETIENEN E INGRESAN AL EDIFICIO. FALTA DE MANTENIMIENTO	ABRASION MECANICA POR DESGASTE. DESGASTE DE LA PLACA DE CONCRETO Y DESPRENDIMIENTO DE LA PINTURA.	NINGUNO

Fuente: Fichas Diagnostico Edf. Cedros 142

Elaboró: Elaboración Propia

3. Fisuras Estructura.

Por otra parte, en diferentes puntos de la edificación, tanto en concreto reforzado como en elementos no estructurales al interior de la misma, presentan algunas fisuras y grietas de diferentes dimensiones; aparentemente, resultado de movimientos dados en la construcción generando una lesión mecánica por posible asiento continuo.

Tabla 3. Registro y caracterización de lesiones Primer piso.

SISTEMA	GRADO					MATERIAL	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	LESIÓN	UBICACIÓN LESIÓN	CAUSA	DIAGNOSTICO	ESTUDIOS REQUERIDOS
	L	M	S	O	G							
PLACA ENTREPISO		X				CONCRETO	PLACA DE CONCRETO ENTREPISO SÓTANO Y SALÓN DE EVENTOS	FISURA LONGITUDINAL	LESIÓN LONGITUDINAL EN PLACA BAJO ÁREA SOCIAL ENTRE SÓTANO Y PRIMER PISO	MOVIMIENTOS DEL EDIFICIO	LESIÓN MECÁNICA POSIBLE ASIENTO CONTINUO	CONTROL DE ESPESOR DE LA FISURA. TESTIGO EN YESO
MURO DIVISORIO		X				BLOQUE DE AROLLA	MURO DIVISORIO DEL HALL ÁREA SOCIAL HACIA LA RAMPA DE PARQUEADERO	FISURA LONGITUDINAL	LESIÓN LONGITUDINAL EN MURO HALL COONETA ÁREA SOCIAL PRIMER PISO, HACIA RAMPA PARQUEADERO BASE DEL MURO	MOVIMIENTOS DEL EDIFICIO	LESIÓN MECÁNICA	CONTROL DE ESPESOR DE LA FISURA. REGATA EN MURO.
MURO DIVISORIO		X				BLOQUE DE AROLLA	MURO DIVISORIO DEL ÁREA SOCIAL HACIA LA RAMPA DE PARQUEADERO	FISURA LONGITUDINAL	LESIÓN LONGITUDINAL EN MURO ÁREA SOCIAL PRIMER PISO BAJO VENTANAL HACIA RAMPA PARQUEADERO BASE DEL MURO	MOVIMIENTOS DEL EDIFICIO	LESIÓN MECÁNICA	CONTROL DE ESPESOR DE LA FISURA. REGATA EN MURO.
MURO DIVISORIO		X				BLOQUE DE AROLLA	MURO DIVISORIO DEL ÁREA COCINETA HACIA LA RAMPA DE PARQUEADERO	FISURA TRANSVERSAL Y DIAGONAL	LESIÓN DIAGONAL EN MURO COONETA PRIMER PISO HACIA RAMPA PARQUEADERO BASE DEL MURO	MOVIMIENTOS DEL EDIFICIO	LESIÓN MECÁNICA	CONTROL DE ESPESOR DE LA FISURA. REGATA EN MURO.
MURO PERIMETRAL		X				BLOQUE DE AROLLA	MURO PERIMETRAL PARAMENTO NORTE	HUMEDAD MURO	HUMEDAD EN MURO PARAMENTO COSTADO NORTE	FILTRACIÓN DE AGUA LUVIA DESDE EL EXTERIOR DEL EDIFICIO	HUMEDAD POR FILTRACIÓN ADSORCIÓN	VERIFICACIÓN DEL ESTADO EXTERIOR DEL MURO.

Fuente: Fichas Diagnostico Edf. Cedros 142.

Elaboró: Elaboración Propia.

4. Sótano.

Filtraciones.

En el área del sótano, hacia el muro occidental del edificio, se vienen presentado diferentes infiltraciones a través de dicho muro de contención, que ha ocasionado represamientos de agua en este espacio y algún flujo de agua hacia el cuarto eléctrico que se encuentra allí ubicado. Dichas filtraciones a través de la contención del sótano, en algunos puntos transporta consigo material de arrastre, evidenciándose con una mancha de

color ocre. De allí que, se pueda definir unas lesiones de origen física por infiltración y por deposito.

Eflorescencias.

De otro lado, en la misma área del sótano, pero en la placa superior que da hacia la entrada vehicular al parqueadero del edificio desde la parte superior, se vienen presentando filtraciones de agua a través de esta placa, manifestándose algunas lesiones de origen químico de tipo eflorescencias, que son evidentes en el área donde se presenta el flujo hacia el interior del parqueadero.

Humedades.

Por otra parte, en el muro del costado norte que conforma la fachada perimetral del edificio, en el área de la rampa de acceso al parqueadero, se presenta una humedad que viene afectando el acabado del muro, llegando a algunos desprendimientos de pintura. Este tipo de afectación, se puede catalogar como físicas debidas a la humedad por adsorción.

Tabla 4. Registro y caracterización de lesiones en Sótano.

ESTRUC.	GRADO					MATERIAL	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	LESIÓN	UBICACIÓN LESIÓN	CAUSA	DIAGNÓSTICO	ESTUDIOS REQUERIDOS
	L	U	S	G	O							
MURO PANTALLA	X					CONCRETO	MURO PANTALLA PERIMETRAL PARAMENTO SOTANO	FILTRACION	MURO PANTALLA COSTADO OCCIDENTAL EN SOTANO	PRESENCIA DE AGUA EN LA ESPALDA DEL MURO	HUMEDAD DE FILTRACIÓN	SEGUIMIENTO A LA APARICIÓN DEL FENÓMENO DE ESCURRIMIENTO DE AGUA EVALUAR LA POSIBILIDAD DE UNA FILTRACIÓN ACCIDENTAL
PLACA DE PISO	X					CONCRETO	PLACA DE CONCRETO DE ENTRE PISO NIVEL 1 Y SOTANO	EFLORESCENCIA	PLACA DE CONCRETO DE ENTRE PISO NIVEL 1 Y SOTANO HACIEN ENTRADA VEHICULAR	CONTACTO DE AGUA EN CONTACTO CON LA PLACA	EFLORESCENCIA	SEGUIMIENTO L ORIGEN DEL AGUA QUE ESTA ENTRANDO CON LA PLACA. EVALUAR LA POSIBILIDAD DE UNA FILTRACIÓN ACCIDENTAL

Fuente: Fichas Diagnostico Edf. Cedros 142.

Elaboró: Elaboración Propia.

5. Apartamento 202.

Finalmente, dentro del registro de las afectaciones en la edificación, se encontraron fisuras en muros que conforman la disposición arquitectónica del apartamento 202, localizados en el área de la habitación específicamente el muro en mampostería de arcilla que divide esta área con el baño. Estas lesiones son de origen mecánicas por soporte de la estructura.

Tabla 5. Registro y caracterización de lesiones Apartamento 202.

ESTRUC.	GRADO					MATERIAL	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	LESIÓN	UBICACIÓN LESIÓN	CAUSA	DIAGNÓSTICO	ESTUDIOS REQUERIDOS
	L	U	S	G	O							
MURO DIVISORIO ARQUITECTONICO	X					BLOQUE DE ARCILLA	MURO DIVISORIO DE LA DISTRIBUCIÓN ARQUITECTONICA	FISURAS TRANSVERSAL	MURO DIVISORIO HABITACIÓN PRINDPAL Y BAÑO	MOVIMIENTOS DEL EDIFICIO	LESION MECANICA	CONTROL DE ESPESOR DE LA FISURA. REGATA EN MURO.

Fuente: Fichas Diagnostico Edf. Cedros 142.

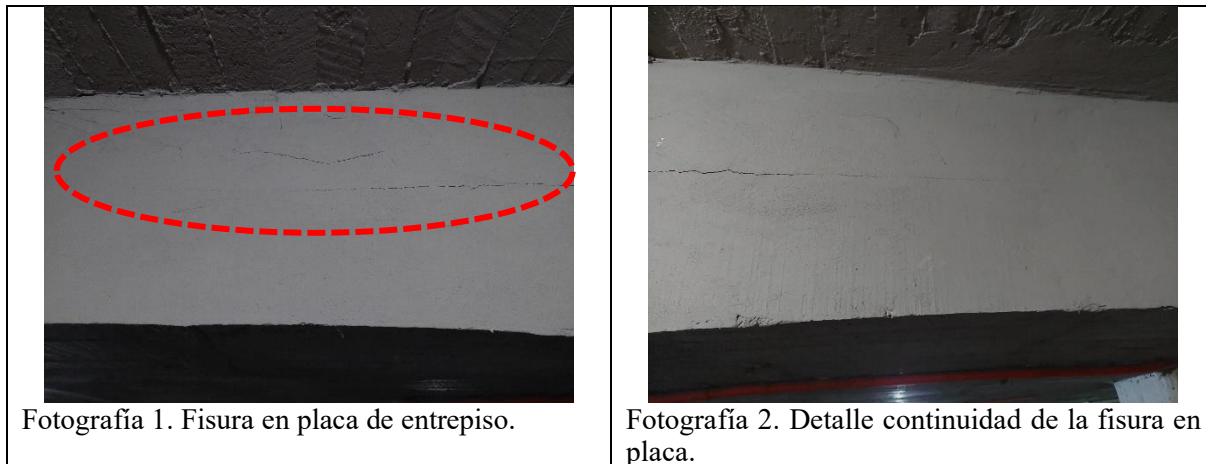
Elaboró: Elaboración Propia.

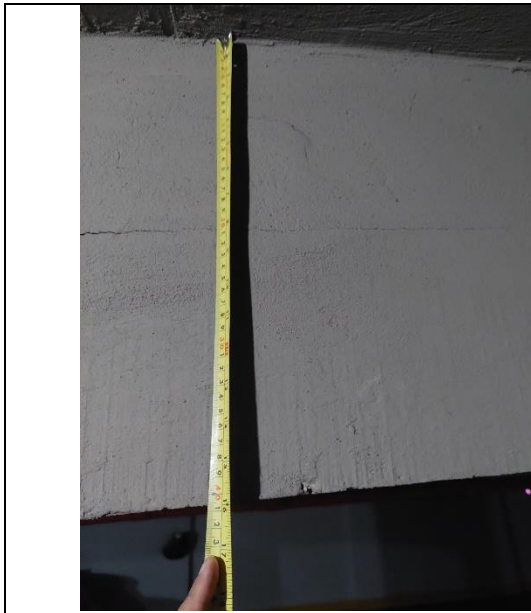
Descripción proceso patológico más relevante en el paciente

El proceso patológico que se considera más relevante en la estructura, corresponde a las fisuras observadas en la placa de entrepiso en el primer nivel; las cuales, están presentes en la parte lateral de la placa, que es un elemento que conforma el sistema estructural y al ser unas lesiones con origen en situaciones de orden mecánico, podrían indicar que la estructura del edificio está presentando movimientos no previstos en el diseño estructural.

Estas lesiones, fueron calificadas como moderadas y la hipótesis inicial establecida, corresponde a que se presentó su aparición por posible asiento continuo.

Tabla 6. Registro Fisuras Estructura.





Fotografía 3. Fisura de placa de entrepiso ancho de 0.2mm.



Fotografía 4. Medición de distancia entre fisuras de placa de entrepiso.

Fuente: Propia. Fotografías tomadas – 16 de septiembre 2023.

Marco referencial

TEORICO

Las fachadas en ladrillo cerámico a la vista, no son la excepción a esos múltiples problemas que las aquejan, en el Bogotá y en tantos otros lugares de Colombia y del mundo donde se construye, siendo las eflorescencias y la meteorización las lesiones más comunes y delicadas, acompañadas de otras, como ensuciamientos por agua de lluvia y transporte de partículas contaminantes, aparición de lamas y hongos, depósitos de excrementos de animales. Los cuales pueden llegar a ocasionar desprendimientos y la destrucción total de las piezas. Son problemas muy conocidos y de los que se tiene conciencia más de su aparición que del procedimiento para tratarlos en muchos casos.

En Colombia se ha investigado relativamente poco, lo mismo que en los tejares y ladrilleras poco hacen por evitarlo, por lo menos en lo que dependa de ellos. En otros países, principalmente

en España si se ha ahondado más en las investigaciones. Para la realización del presente trabajo respecto al estudio y ensayos de laboratorio, se elige el ladrillo catalán o contemporáneo referencia cara vista de perforación horizontal (CVTA PH), como se conoce en el medio, dado que es un ladrillo que tiene muchísima demanda en la construcción de fachadas de este tipo, teniendo en cuenta además, que otras referencias como el CVTA PV y ladrillo bocadillo entre otros, están constituidos por las mismas arcillas y el proceso de fabricación es similar, lo cual hace que su comportamiento al medio ambiente sea igual.

En la actualidad la mayoría de los proyectos que se levantan en la ciudad, cuentan con ladrillo en sus fachadas, se evidencia el arraigo cultural hacia la utilización de este material. Así mismo, el haber comenzado a descubrir las fachadas dejando el ladrillo a la vista, el cambio de condiciones climáticas y el índice elevado de contaminación en la ciudad, han conducido a un deterioro más avanzado cada vez.

Este se ve promovido e incrementado por el desconocimiento del material, la falta de mantenimiento y algunos errores en el proceso que se lleva desde su fabricación, propiedades, características y uso en obra. La aparición de lesiones o deterioros además dañan el aspecto físico de las fachadas, afectan el material en ocasiones hasta llevarlo a fallas estructurales, generan sobre costos, enfermedades por exceso de humedad, con llevan a intervenciones inadecuadas, que por falta de información o medidas claras de prevención agravan aún más los problemas.

LEGAL

Código de Construcción:

Las regulaciones de construcción a nivel nacional establecen estándares y requisitos técnicos para garantizar la seguridad y la calidad de las estructuras. Puedes consultar el Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 para obtener información específica.

Normativas Locales:

Bogotá podría tener normativas y regulaciones locales específicas relacionadas con la construcción y la seguridad estructural. Estas pueden incluir requisitos para inspecciones, mantenimiento y reparación de edificaciones.

Secretaría Distrital de Planeación:

La Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá podría tener información sobre normativas y planes urbanísticos que afecten la construcción y el mantenimiento de edificaciones en la ciudad.

Normativas Ambientales:

Pueden existir normativas ambientales que impacten la construcción y el mantenimiento de edificaciones en Bogotá. Esto podría incluir regulaciones relacionadas con la sostenibilidad y el impacto ambiental de las construcciones.

Responsabilidad Legal:

Las leyes colombianas podrían abordar la responsabilidad legal en casos de daños estructurales, deficiencias en la construcción o negligencia durante el proceso de diseño y construcción.

Componente experimental

Ensayos destructivos y no destructivos

De cara a la caracterización de la lesión más relevante presente en el paciente, conforme lo expuesto en el capítulo anterior, se estableció adelantar tres ensayos semi-

destructivos y no destructivos para obtener elementos que permitieran precisar las causas que dieron origen a dicha lesión. De esta forma, se consideró lo siguiente:

- Ensayo de esclerómetro.

La ejecución de la esclerometría, una técnica no destructiva empleada en la evaluación de la calidad del concreto, se empleó un esclerómetro con el propósito de medir la dureza en la superficie. El procedimiento consistió en aplicar una carga de impacto bajo control y medir la velocidad de rebote del martillo sobre la superficie del concreto. Los resultados ofrecieron de manera inmediata información acerca de la uniformidad del concreto, identificando áreas con menor resistencia.

El método aplicado de basa en que, a través de las correlaciones de la dureza del material y el índice de rebote del martillo, aproximar, entre otras, la resistencia a la compresión que pueda tener un elemento de concreto; toda vez que, el martillo impacta sobre la superficie y a partir de la longitud del rebote del embolo se pueden establecer el orden de magnitud de diferentes parámetros indicativos de la homogeneidad del concreto.

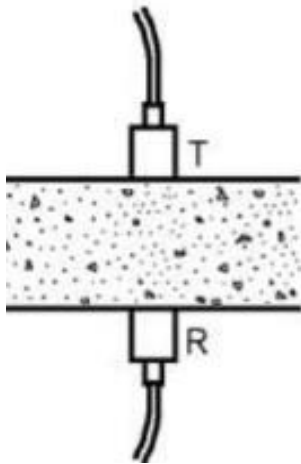
Este ensayo permite medir la dureza superficial del material; y, a través de correlaciones aproximar la resistencia a la compresión del concreto reforzado. Dicho ensayo, se utilizó para poder establecer la homogeneidad de la superficie del concreto en el elemento en el cual se presenta la lesión y estimar la resistencia que presenta en la actualidad elemento, pudiendo indicar alguna otra afectación sobre el material.

- Ensayo de Ultrasonido

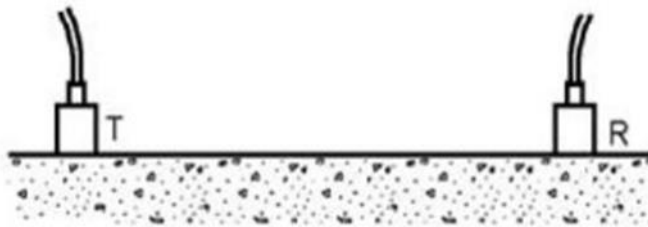
El método de medición de pulso ultrasónico, es otra de las técnicas no destructivas para la evaluación de la calidad del concreto, consiste en medir el tiempo que tarda un pulso ultrasónico en recorrer la distancia entre un transductor Tx y un transductor Rx, ambos conectados al concreto que se está estudiando. Es usado para determinar la uniformidad de un elemento o entre elementos; detectar vacíos; cambios de sus propiedades; determinación del módulo elástico y el módulo de Poisson.

Existen tres maneras de transmisión de las ondas en el elemento de concreto:

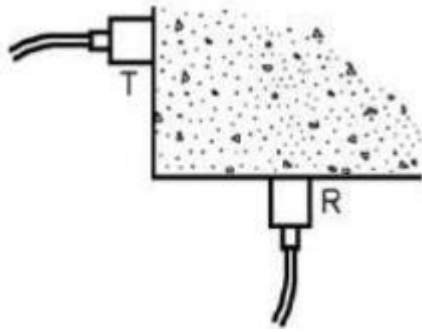
Forma Directa:



Forma Indirecta:



Forma Semidirecta:



Se aplica este ensayo, para obtener datos sobre la homogeneidad y la presencia de fisuras en el concreto, también permite evaluar la velocidad de propagación de las ondas, ofreciendo información valiosa sobre la elasticidad y la resistencia del material.

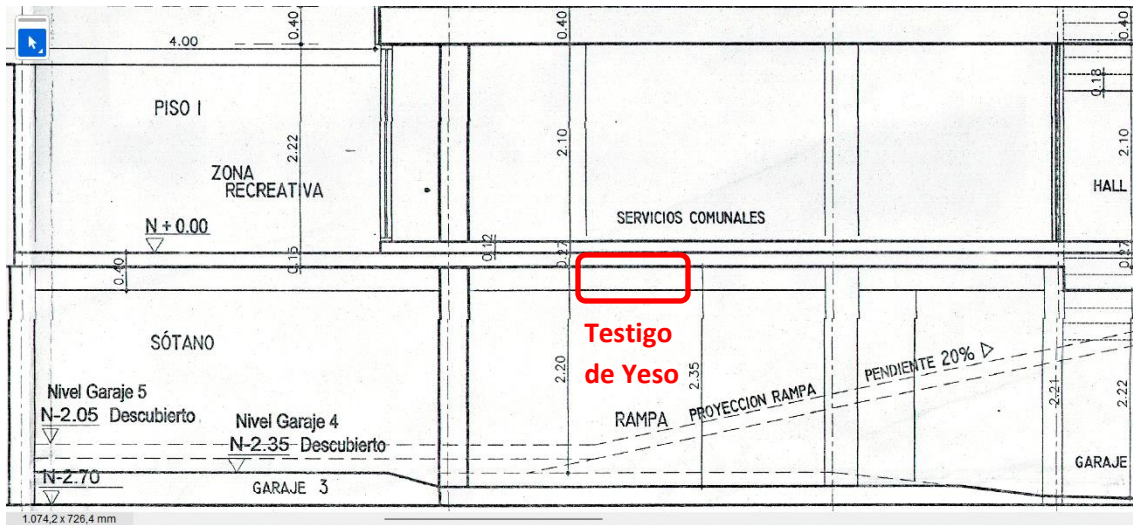
- Ensayo de testigo frágil

Este tipo de ensayo se puede denominar de Testigos Frágiles, normalmente se emplean de yeso para verificar si la fisura o grieta se encuentra activa y lograr evidenciar el avance en un tiempo determinado.

Ante la aparición de grietas y fisuras en un elemento ya sea estructural o no estructural, este ensayo permite hacerle seguimiento para determinar de manera cualitativa si con el paso del tiempo, la lesión se encuentra activa o por el contrario no presenta ningún tipo de actividad; y, a partir de allí, establecer posibles movimientos no deseados en la estructura de la edificación.

De esta forma, el día 08 de enero de 2024, se procedió a realizar la instalación de un testigo frágil en yeso, de dimensiones rectangulares de 0,1m x 0,1m, para realizar el seguimiento a la actividad de la fisura presente en el elemento estructural, como se muestra a continuación:

Ilustración 9. Ubicación testigo frágil en Yeso.



Origen, causa, evolución y estado actual de la lesión más relevante

Estudio de vulnerabilidad sísmica

Tipo de Suelo y sus Características.

Para adelantar un adecuado proceso de valoración de las condiciones de la estructura al momento de abordar el estudio de las lesiones y determinación del origen de las mismas, resulta de gran importancia hacer una investigación del lugar en el cual se encuentra cimentada la edificación. Es así que, se realizó la consulta del expediente obrante en la administración de la copropiedad; sin embargo, no fue posible ubicar el estudio desarrollado para la construcción del edificio.

Conforme lo anterior, para poder aproximar las características del suelo existente sobre el cual se implanto la edificación, se hace necesario acudir a las planchas que contienen la geología de la ciudad de Bogotá D.C., en específico lo contenido en la No. 228 Santafé de Bogotá – Noreste. Encontrando lo siguiente:

Formación Labor-Tierna K2t: Intercalaciones de areniscas en capas medianas y gruesas con lodolitas en capas delgadas; hacia la parte superior, bancos gruesos de areniscas de grano fino y medio. Edad: Maastrichtiano Inferior.

Igualmente se realizó un estudio de suelos que consta de 4 perforaciones, dos a 20 metros y las otras dos a 15. La investigación se realizó mediante un equipo manual con un varillaje metálico tipo AW y se acopla durante la exploración. Los datos fueron los siguientes:

- Columna Estratigráfica: Se realiza mediante inspección visual y se corrobora con los ensayos de laboratorio.
- Resistencia in-situ: En las muestras se realiza en ensayo de resistencia a la penetración inalterada (RPI).
- Ubicación del nivel freático: Se registra el nivel de aguas al inicio y fin de la perforación
- Muestreo: Se tomaron muestras a diferentes profundidades para permitir la realización adecuada de muestras.

El perfil estratigráfico es el siguiente:

- 0 a 0.3 metros: relleno y sobrantes de construcción
- 0.3 a 1.2 metros: limo orgánico color café
- 1.2 a 2.5 metros: Arcilla de plasticidad media y color habano grisáceo.
- 2.5 a 4 metros: Arcilla de plasticidad media y color gris oscuro
- 4 a 6 metros: Arcilla de plasticidad media y color gris claro
- 3 metros se encontró el nivel freático
- 6 metros: Arcilla de plasticidad media y de color habano.

Ilustración 10. Esquema - perfil estratigráfico sector Cedritos.

PROFUNDIDAD M.	PERFIL ESTRAT.	DESCRIPCION	CLASIFICACION USC
COTA			
0,00	Yellow	PISO Y RELLENO EN RECEO Y SOBANTES DE CONSTRUCCION	
0,30		LIMO ORGANICO DE COLOR CAFE	ML
1,20			
	Green	ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA DE COLOR HABANO GRISACEO	CH
2,50			
		ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA DE COLOR GRIS OSCURO	CH
4,00	Yellow	ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA DECOLOR GRIS CLARO	CH
6,00			
		ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA DECOLOR HABANO	CH
20,00	Red		

Falla Geológicas (Mapas, Estratigrafía, Geológico)

Haciendo la revisión de las fallas geológicas más cercanas a la ciudad de Bogotá D.C., encontramos dos, la falla de Bogotá ubicada en la parte sur-occidente de la ciudad y la falla de Teusaca, ubicada hacia el sur-oriente de la capital.

debilidades y tomar medidas preventivas que ayuden a mitigar los riesgos y asegurar la seguridad de las personas y la propiedad durante un evento sísmico.

A continuación, se presenta las memorias de cálculo y análisis estructural de la edificación frente a su peso propio, cargas de uso y carga sísmica:

- Espectro de diseño para la ubicación del edificio: Bogotá

Espectro de diseño		
Aa	Coefficiente de aceleración	0.15
Av	Coefficiente de velocidad	0.2
Fa	Factor de amplificación periodos cortos	1.5
Fv	Factor de amplificación periodos intermedios	2
I	Coefficiente de importancia	1.1

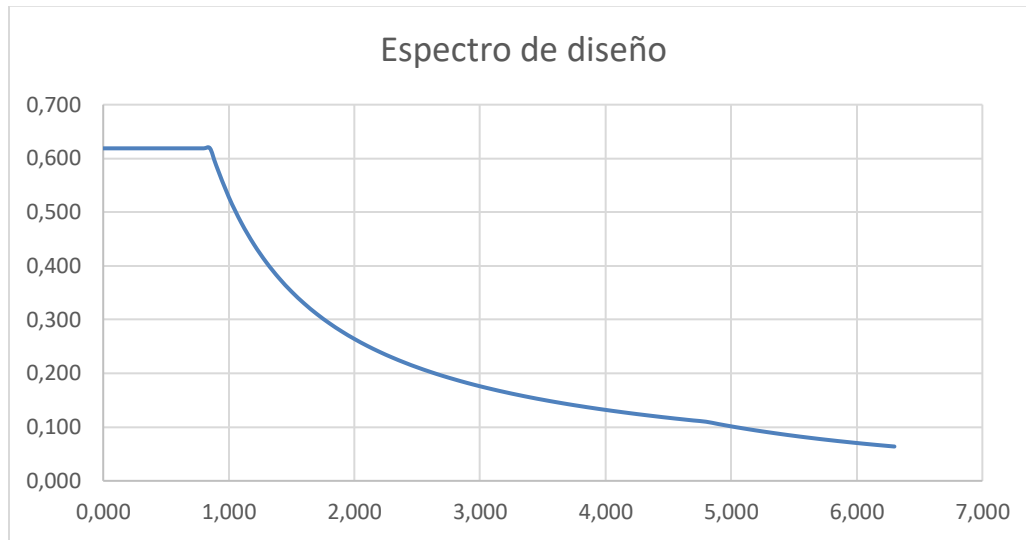
Suelo tipo **D**

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coefficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

			Sa	$S_a = 2.5 \Lambda_s F_v I \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right)$
T0	$T_0 = 0.1 \frac{\Lambda_s F_v}{\Lambda_d F_d}$	0.18	Sa	$S_a = 2.5 \Lambda_s F_v I$
TL	$T_L = 2.4 F_v$	4.8	Sa	$S_a = \frac{1.2 \Lambda_s F_v I}{T}$
Tc	$T_C = 0.48 \frac{\Lambda_s F_v}{\Lambda_d F_d}$	0.85	sa	$S_a = \frac{1.2 \Lambda_s F_v T_L I}{T^2}$

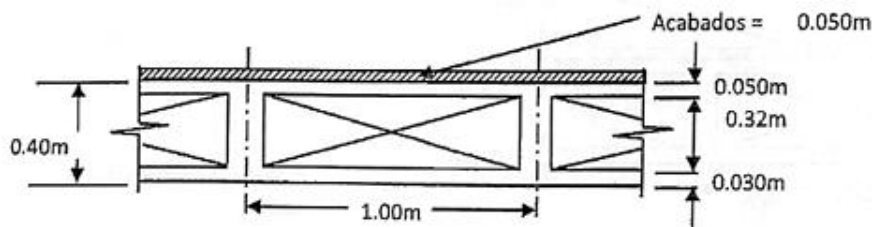
Ilustración 12. Grafica de espectro de Diseño.



- Avalúo de cargas:

AVALÚO DE CARGAS DE PISO TIPO
PROYECTO: EDIFICIO CEDROS 142

Tipo de entrepiso: losa aligerada



Peso específico concreto: 2.4T/m³
 ancho de las viguetas: 0.10m
 Peso específico de acabados: 2.2T/m³

Análisis de cargas por m² de losa:

Peso propio loseta inferior y superior:	$(0.05+0.03) \times 2.4 \times 1 \times 1 =$	0.192T/m ²
Peso propios de viguetas:	$(0.32 \times 0.1 \times 2.4) / 1 =$	0.077T/m ²
Peso propio de acabados e Impermeabilización:	$(0.05 \times 2.2) =$	0.110T/m ²
Muros:		0.285T/m ²
Casetón:		0.035T/m ²
Subtotal carga muerta:		0.699T/m²
Carga viva:		0.180T/m ²
Carga última:	$1.2 \times 0.7 + 1.6 \times 0.18 =$	1.127T/m ²

AVALUO DE MUROS:

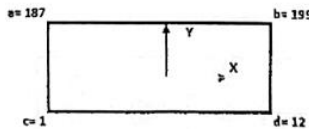
	AREA	ALTURA	VOLUMEN
Area total de muros:	17.56 m ²	3.71 m	65.07 m ³
Antepechos:	3.73 m ²	1.20 m	4.48 m ³
			<u>69.54 m³</u>

γ muros:	1.3 T/m ³
Peso total:	90.41 T
Area de la placa:	251.07 m ²
Peso total de muros por unidad de área:	0.360 T/m ²

Area de muros sobre vigas: 3.92 m² Se carga directamente sobre las vigas.
 Area de muros sobre placa: 13.64 m²
 Peso de muros sobre placa: 0.285 T/m²

- Chequeo de derivas

PROYECTO: EDIFICIO CEDROS 142



Nombre del piso: CUBIERTA
 Punto: 1
 Altura del piso: 2.62

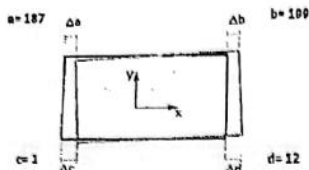
COMBO	UX	UY	dx	dy	Δ	Deriva(%)
SPECX	0.0321	0.0130	0.0068	0.0026	0.0073	0.28
SPECY	0.0076	0.1050	0.0014	0.0211	0.0211	0.81

Nombre del piso: CUBIERTA
 Punto: 12
 Altura del piso: 2.62

COMBO	UX	UY	dx	dy	Δ	Deriva(%)
SPECX	0.0321	0.0124	0.0068	0.0025	0.0072	0.28
SPECY	0.0076	0.1140	0.0014	0.0229	0.0229	0.88

- Chequeo de irregularidad torsional en sentido X

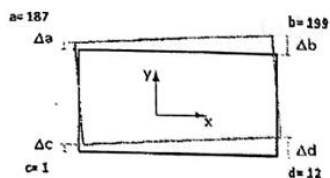
PROYECTO: EDIFICIO CEDROS 142



	Δa	Δb	Δc	Δd	1.2x((Δa+Δc)/2)	1.2x((Δb+Δd)/2)
CUBIERTA	0.0028	0.0028	0.0026	0.0026	0.0031	0.0033
PISO 5	0.0030	0.0030	0.0027	0.0027	0.0035	0.0035
PISO 4	0.0031	0.0031	0.0029	0.0029	0.0036	0.0036
PISO 3	0.0027	0.0027	0.0024	0.0024	0.0030	0.0030
PISO 2	0.0016	0.0016	0.0014	0.0014	0.0018	0.0018
PISO 1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

- Chequeo de irregularidad torsional en sentido Y

PROYECTO: EDIFICIO CEDROS 142



	Δa	Δb	Δc	Δd	1.2x((Δa+Δb)/2)	1.2x((Δc+Δd)/2)
CUBIERTA	0.0081	0.0087	0.0081	0.0087	0.0101	0.0101
PISO 5	0.0086	0.0094	0.0086	0.0094	0.0109	0.0109
PISO 4	0.0092	0.0100	0.0092	0.0100	0.0115	0.0115
PISO 3	0.0080	0.0087	0.0080	0.0087	0.0100	0.0100
PISO 2	0.0052	0.0056	0.0052	0.0056	0.0065	0.0065
PISO 1	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006

El análisis de vulnerabilidad sísmica realizado indica que la estructura del edificio cumple con los requisitos establecidos en la normativa NSR 10 para la zona correspondiente. Los elementos estructurales han sido diseñados y dimensionados de acuerdo con los parámetros establecidos, lo que ayuda a reducir los riesgos asociados a posibles eventos sísmicos. Este cumplimiento normativo aumenta la confianza en la capacidad del edificio para resistir y soportar las cargas sísmicas esperadas, proporcionando un nivel aceptable de seguridad estructural frente a tales eventos.

Historias de Sismos en la Zona de Estudio.

Para establecer que eventos telúricos han afectado la zona en la cual se encuentra implantado el Edificio Cedros 142, procedemos a la consulta de los registros históricos de sismicidad¹ en Colombia presentados en el portal del Servicio Geológico Colombiano, de lo cual se pudo establecer:

Ilustración 13. Registros de actividad sísmica en Colombia.



No.	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Centro	Profundidad	Magnitud	Intensidad	Mag	Profundidad	Profundidad	Profundidad	Profundidad	Profundidad	Profundidad	Profundidad	Profundidad	Profundidad	Profundidad
21	1906/01/31	10:36	0.988	-79.347	ISC-GEM	8.4	MW	ISC-GEM	20	ISC-GEM	40	10	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Costa Pacífica, Pacífico				
62	1979/12/11	02:59	1.555	-79.276	ISC-GEM	8.1	MW	ISC-GEM	23.6	ISC-GEM	61	10	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Costa Pacífica, Pacífico				
44	1958/01/11	09:07	1.01	-79.49	ISC-GEM	7.6	MW	ISC-GEM	27.5	ISC-GEM	21	8	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Esmeraldas, Esmeraldas				
59	1976/07/11	15:41	7.37	-78.11	ISC-GEM	7.3	MW	ISC-GEM	17.5	ISC-GEM	20	8	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Darién, Darién				
61	1979/11/21	18:40	4.73	-76.16	ISC-GEM	7.2	MW	ISC-GEM	110	ISC-GEM	102	8	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Eje Cafetero, Colombia				
67	1991/11/11	17:28	4.52	-77.33	ISC-GEM	7.2	MW	ISC-GEM	20	ISC-GEM	45	8	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Costa Pacífica, Pacífico				
76	2004/11/11	04:06	4.69	-77.47	ISC-GEM	7.2	MW	ISC-GEM	15	ISC-GEM	49	8	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Bajo Baudó, Cauca				
7	1785/07/11	07:45	3.42	-74.23	Sarabia, A	7.1	MW	Servicio Geológico Colombiano	10	Servicio Geológico Colombiano	17	7	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Piedemonte llanero, Cauca				
12	1827/11/11	18:00	1.8	-75.52	Servicio Geológico Colombiano	7.1	MW	Servicio Geológico Colombiano	10	Servicio Geológico Colombiano	49	10	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Altamira, Huila				
56	1974/07/11	20:18	7.696	-77.582	ISC-GEM	7.1	MW	ISC-GEM	10	ISC-GEM	13	8	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Darién, Darién				
68	1992/10/11	11:12	7.07	-76.8	ISC-GEM	7.1	MW	ISC-GEM	10	ISC-GEM	119	10	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Murindó, Antioquia				
35	1938/02/01	21:23	4.68	-75.69	Internation	7	MS	Internation	150	Internation	86	8	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Eje Cafetero, Colombia				
50	1967/02/01	10:24	2.9	-74.8	ISC-EHB	7	MW	ISC-EHB	35	ISC-EHB	116	10	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Colombia, Huila				
78	2013/02/01	09:16	1.113	-77.561	Red Sismológica	7	MW	Red Sismológica	162.8	Red Sismológica	75	7	EMS-98	Servicio Geológico Colombiano	Guaitarilla, Nariño				

¹ <https://sish.sgc.gov.co/visor/>

Dentro de los sismos de mayor intensidad y que superaron los 8 grados de magnitud se presentaron hacia la región Pacífica, lejos del área de influencia directa de estos fenómenos. De los sismos más fuertes y cerca de la ciudad de Bogotá registrados se encuentran los ocurridos en los sectores del Piedemonte Llanero y en el eje cafetero, así:

Ilustración 14. Registros de actividad sísmica en área de influencia Bogotá.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO														Sismicidad Histórica de Colombia													
No.	Fecha	Hora lo	Centro l	entro L	tor Epic	Magnit	agnitud	tor Mag	rofundi	Profu	mero p	sidad r	Escali	or Inter	Area epicentral												
61	1979/11/23	18:40	4.73	-76.16	ISC-GEM	7.2	MW	ISC-GEM	110	ISC-GEM	102	8	EMS-98		Servicio Gi Eje Cafetero, Colombia												
7	1785/07/12	07:45	3.42	-74.23	Sarabia, A	7.1	MW	Servicio Gi	10	Servicio Gi	17	7	EMS-98		Servicio Gi Piedemonte Llanero, Colombia												
12	1827/11/16	18:00	1.8	-75.52	Servicio Gi	7.1	MW	Servicio Gi	10	Servicio Gi	49	10	EMS-98		Servicio Gi Altamira, Huila												
35	1938/02/04	21:23	4.68	-75.69	Internation	7	MS	Internation	150	Internation	86	8	EMS-98		Servicio Gi Eje Cafetero, Colombia												
50	1967/02/09	10:24	2.9	-74.8	ISC-EHB	7	MW	ISC-GEM	35	ISC-EHB	116	10	EMS-98		Servicio Gi Colombia, Huila												
46	1961/12/20	08:25	4.49	-75.51	Internation	6.8	MS	Internation	163	Internation	79	8	EMS-98		Servicio Gi Eje Cafetero, Colombia												
23	1917/08/31	06:36	3.78	-74	Servicio Gi	6.7	MW	Servicio Gi	15	Servicio Gi	67	9	EMS-98		Servicio Gi Villavencio, Meta												
48	1962/07/30	15:18	5.17	-76.35	ISC-GEM	6.5	MW	ISC-GEM	64	ISC-GEM	108	8	EMS-98		Servicio Gi Eje Cafetero, Colombia												
75	1999/01/25	13:19	4.36	-75.66	ISC-GEM	6.1	MW	ISC-GEM	21.6	ISC-GEM	46	9	EMS-98		Servicio Gi Eje Cafetero, Colombia												
81	2016/10/30	19:20	3.405	-74.636	Red Sismc	5.3	MW	Red Sismc	13.2	Red Sismc	62	6	EMS-98		Servicio Gi Colombia, Huila												

Ahora bien, Bogotá está ubicada en una región con actividad sísmica, aunque menos frecuente en comparación con otras zonas del país. A lo largo de su historia, ha experimentado varios eventos sísmicos significativos, aunque en comparación con regiones como el Eje Cafetero o el suroeste colombiano, los sismos en Bogotá suelen ser menos intensos debido a su ubicación geográfica en la cordillera oriental de los Andes. Algunos de los sismos más relevantes en la historia de Bogotá incluyen:

- **Sismo de 1785:** Uno de los sismos más destructivos en la historia de Bogotá. Aunque no hay cifras exactas de las víctimas, se estima que dejó un saldo significativo de muertes y daños materiales en la ciudad.
- **Sismo de 1827:** Otro evento sísmico importante que afectó a la ciudad, causando daños en varias estructuras y generando preocupación entre la población.

- **Sismo de 1917:** Este sismo causó alarma en la ciudad y generó daños moderados en algunas edificaciones. Fue uno de los eventos más recientes con impacto significativo en Bogotá durante el siglo XX.
- **Sismo de 1967:** Un temblor de moderada intensidad que causó pánico entre la población, pero no generó daños significativos en la ciudad.

Es importante destacar que Bogotá ha experimentado otros sismos a lo largo de su historia, aunque muchos de ellos han sido de menor magnitud y han tenido un impacto limitado en comparación con los eventos mencionados anteriormente. A pesar de la relativa rareza de los grandes terremotos en la ciudad, las autoridades y los ciudadanos continúan tomando precauciones y medidas de preparación ante posibles eventos sísmicos en el futuro.

Como también, de los sismos que pudieron impactar o afectar de forma importante la ciudad de Bogotá D.C., y, en consecuencia, el sector donde se encuentra la edificación, encontramos dos eventos que son:

➤ **Choachí, Cundinamarca**

Ilustración 15. Resumen sismo del 04 de septiembre de 1966.

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO | El futuro es de todos | Minenergía

Sismicidad histórica de Colombia

Acercar de | Preguntas frecuentes | Ayuda | Contáctenos | Glosario | Documentos | Enlaces

<- Volver a página anterior

Sismo de 1966/09/04

Resumen | Documentación | Intensidades | Audiovisuales

Parámetros generales		
Fecha	1966/09/04	
Hora local	17:15	
Magnitud	5.3 (MW)	
Epicentro	Latitud	4.62
	Longitud	-73.98
Profundidad (Km)	15	
Intensidad máxima (EMS-98)	7	
Número de puntos de intensidad (EMS-98)	17	
Área epicentral	Choachí, Cundinamarca	

Resumen.

Los lugares que resultaron afectados por el sismo fueron Bogotá, Soacha y Fómeque. Se reportaron algunos daños ocurridos en otros municipios cercanos, pero no hay claridad al respecto.

En Bogotá se presentó un hecho particular, ya que el sismo fue sentido fuertemente en general por toda la población, pero los daños en las construcciones fueron leves, limitándose a algunas averías en fachadas y grietas en pocos edificios. Por el contrario, en Usme, al sur de la ciudad, los daños fueron mucho mayores ya que varias casas colapsaron o quedaron en muy mal estado, en especial en los barrios Barranquillita y Santa Librada. Debido a la caída de muros y techos en Bogotá, murieron 6 personas y 27 más resultaron heridas.

En cuanto a efectos en la naturaleza, se presentó caída de rocas sobre la vía entre Bogotá y Usme y derrumbes en canteras de la localidad de Tunjuelito. El Instituto Geofísico de los Andes registró 8 réplicas en los sismógrafos, que no fueron sentidas por la gente.

Observaciones.

Las viviendas afectadas en la localidad de Usme eran altamente vulnerables, pues estaban asentadas en un terreno erosionado y construidas con adobe mal cementado o bahareque.

Aunque actualmente Usme hace parte del Distrito Capital, en este estudio se trabajó como una población aparte, teniendo en cuenta que en la época que ocurrió el sismo era independiente de Bogotá y que los daños ocurridos allí fueron locales y contrastaban con lo sucedido en el resto de la Capital.

Dirección: Diagonal 53 No 34 - 53 Bogotá D.C. Colombia, Teléfono: (571)220 0200 - (571)220 0100 - (571)222 1811, Fax: (571) 222 07 97
 Todos los derechos reservados 2016-2017 Apartado Aéreo 4865
 Políticas de privacidad y términos de uso | Nuestras sedes | Contáctenos | Notificaciones Judiciales

Ilustración 16. Plano de ubicación del lugar del sismo. Choachí



➤ **Chipaque, Cundinamarca (1644)**

Ilustración 17. Resumen sismo del 16 de marzo de 1644.

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO | El futuro es de todos | Minenergía

Sismicidad histórica de Colombia

Acerca de | Preguntas frecuentes | Ayuda | Contáctenos | Glosario | Documentos | Enlaces

<- Volver a página anterior

Sismo de 1644/03/16

Parámetros generales		
Fecha	1644/03/16	
Hora local	12:00	
Magnitud	5.5 (MW)	
Epicentro	Latitud	4.46
	Longitud	-74.04
Profundidad (Km)	15	
Intensidad máxima (EMS-98)	7	
Número de puntos de intensidad (EMS-98)	2	
Área epicentral	Chipaque, Cundinamarca	

Resumen.

Este sismo afectó principalmente el pueblo de Tunjuelo de la Real Corona, el cual en la actualidad hace parte de Bogotá (localidad de Tunjuelito). La iglesia del pueblo presentó daños graves por lo cual tuvo que ser derribada y las casas y ramadas de las estancias quedaron averiadas. Se reportaron cinco personas muertas.

En Bogotá, el sismo fue sentido fuertemente por sus habitantes y ocurrieron daños en las casas e iglesias pero no se especifican de qué tipo.

Se pudieron localizar dos deslizamientos, uno en el Salto de Tequendama que detuvo el río Bogotá por algunos días y otro que obstruyó la Quebrada La Honda en Usme. También se reportaron grandes deslizamientos en el municipio de Ubaque. Según los relatos, hubo efectos de licuación del suelo en las vegas del Río Tunjuelo.

Observaciones.

No es claro si la ocurrencia del sismo fue a la medianoche (hora local) del 16 o 17 de marzo de 1644.

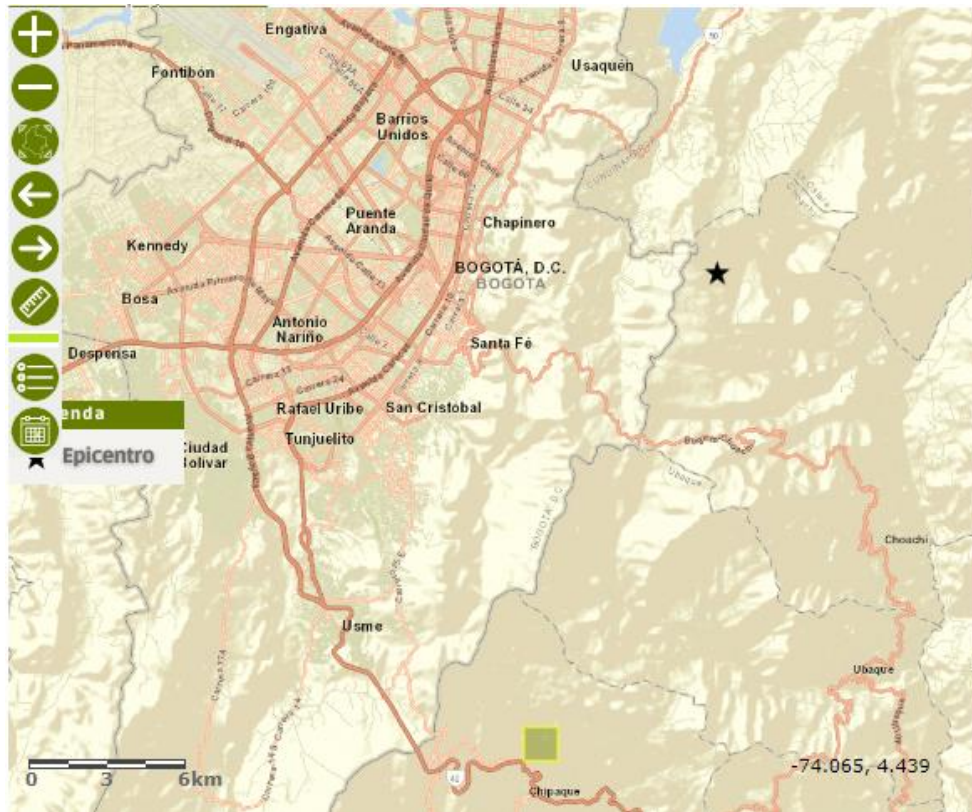
La ocurrencia de fuertes efectos en la naturaleza como deslizamientos, agrietamientos del terreno y licuación, así como el área reducida donde fue sentido, se puede relacionar con que haya sido un sismo local y superficial. Igualmente, la magnitud del sismo debió ser moderada, de lo contrario, hubiera causado daños en un área más amplia y hubiera sido sentido a una mayor distancia.

Dirección: Diagonal 53 No 34 - 53 Bogotá D.C. Colombia, Teléfono: (571)220 0200 - (571)220 0100 - (571)222 1811, Fax: (571) 222 07 97

Todos los derechos reservados 2016-2017 Apartado Aéreo 4865

Políticas de privacidad y términos de uso | Nuestras sedes | Contáctenos | Notificaciones Judiciales

Ilustración 18. Plano de ubicación del lugar del sismo. Chipaque.



Matriz de vulnerabilidad.

Conforme a los factores y componentes analizados en el Edificio Cedros 142, habiendo desarrollado el respectivo inventario de lesiones y afectaciones, dentro de las cuales se identifican: manchas, grietas y fisuras, desprendimientos y filtraciones, que se localizan en diferentes elementos tanto estructurales como componentes de la distribución arquitectónica.

Así mismo, evaluando las condiciones generales que inciden sobre la vulnerabilidad de la edificación Edificio Cedros 142, se incluyó en el análisis las características del sector donde se encuentra implantada la edificación, las características de los suelos, las condiciones proyectadas y definidas a través del diseño para la respuesta o el comportamiento sísmico y estructural, se alimentó la respectiva matriz.

A partir de estas incidencias y teniendo en cuenta el inventario realizado al paciente respecto a las lesiones detectadas y su análisis preliminar, adelantando un ejercicio inicial de priorización, aquel daño que puede representar mayor impacto sobre la edificación se determinó que es la fisura presente en la placa de entrepiso en concreto reforzado entre el sótano y el piso 1; aparentemente, resultado de movimientos dados en el edificio generando una lesión mecánica por posible asiento continuo. Dicha lesión se puede observar en la tabla No. 6:

Teniendo en cuenta el grado de severidad de la afectación y la probabilidad de ocurrencia, es posible definir las condiciones de riesgo que esta afectación representa para toda la estabilidad e integridad de la estructura, permitiendo establecer el grado de vulnerabilidad de la infraestructura, encontrando lo siguiente:

Tabla 7. Etapas de Vulnerabilidad.

Etapas de Vulnerabilidad		
Probabilidad de ocurrencia	Definición	Categoría
Frecuente	Significativa probabilidad de ocurrencia	A
Moderado	Mediana probabilidad de ocurrencia	B
Remota	Baja probabilidad de ocurrencia	C
Extremadamente remota	Difícil que ocurra	D

Se establece con una probabilidad moderada, debido a que resultado del análisis de incidencias, se pudo precisar que según las condiciones del sitio donde se encuentra implantado el proyecto (suelo, geografía, fallas geológicas, vulnerabilidad sísmica), existe la posibilidad de que se presenten lesiones o fenómenos aislados en la estructura.

Tabla 8. *Clasificación del Riesgo.*

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	
Categoría	Riesgo
1	Muy alto
2	Alto
3	Medio
4	Bajo

De forma similar, se pudo precisar que según las condiciones del diseño estructural contemplado la edificación puede responder ante las posibles cargas sísmicas a las que sea sometida; sin embargo, al estar en una zona de amenaza sísmica intermedia pueden presentarse situaciones indeseadas en el comportamiento estructural y al verse afectados elementos estructurales representaría un riesgo alto; por lo cual, se define con categoría.


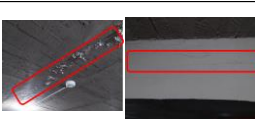


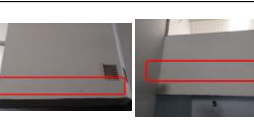


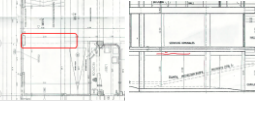

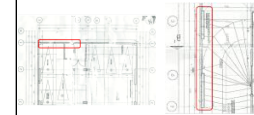
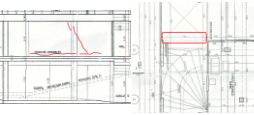



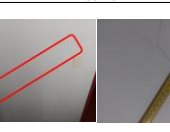
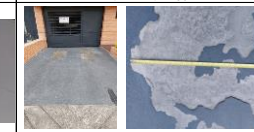



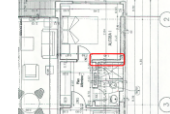


Teniendo en cuenta las consideraciones realizadas, procedemos a ubicar en la matriz de vulnerabilidad la ponderación dada por las condiciones de riesgo que genera la lesión analizada, así:


Tabla 9. *Matriz de vulnerabilidad.*

MATRIZ DE VULNERABILIDAD

PROBABILIDAD	Frecuente	5					
	Posible	4					
	Ocasional	3			●		
	Remota	2					
	Improbable	1					
			1	2	3	4	5
			Muy Leve	Leve	Seria	Grave	Catastrófica
SEVERIDAD							

Tabla 10. Matriz de Vulnerabilidad Edificio Cedros 142.

MATRIZ DE VULNERABILIDAD EDIFICIO CEDROS 142 BOGOTÁ D.C.						
	FACHADA	PLACA	ESTRUCTURA VIGAS	PANTALLAS	MUROS	SUELOS
FOTOGRAFÍA						
UBICACIÓN PLANO						
COMENTARIO	FACHADA FRONTAL: MANCHAS. SE PRESENTAN MANCHAS NEGRAS Y GRISES, LOCALIZADAS PRINCIPALMENTE EN EL MURO CENTRAL DE LA FACHADA Y EN LOS NIVELES 3 Y 4, COMO TAMBIÉN EN BORDE VENTANAS JUNTO A LAS ALFAJAS. FISURAS. SE PRESENTAN FISURAS EN MORTERO DE PEGA EN LA PARTE SUPERIOR DE LA FACHADA ENTRE LA VENTANA Y LA PLACA DE LA AZOTEA/PALLA GEOLÓGICAS (MAPAS, ESTRATIGRAFÍA, GEOLÓGICO).	PLACA DE ENTREPISO: EFLORESCENCIAS. SE EVIDENCIA LA PRESENCIA DE EFLORESCENCIAS LOCALIZADA EN LA PLACA DE CONCRETO DE ENTRE PISO NIVEL 1 Y SOTANO. FISURA. LESIÓN LONGITUDINAL EN PLACA BAJO AREA SOCIAL ENTRE SOTANO Y PRIMER PISO.	VIGA PERIMETRAL: HUMEDAD. LA VIGA PERIMETRAL DEL PARAMENTO NORTE DE LA EDIFICACIÓN QUE CONFORMA EL SISTEMA ESTRUCTURAL EN EL SECTOR DE EJE A ENTRE EL EJE TRANSVERSAL 7 Y 9.	PANTALLA PERIMETRAL: FILTRACIONES. SE PRESENTAN FILTRACIONES DE AGUA EN EL MURO PANTALLA PERIMETRAL PARAMENTO COSTADO OCCIDENTAL EN SOTANO. HUMEDAD. SE EVIDENCIA UNA HUMEDAD QUE AFECTA EL MURO DEL PARAMENTO NORTE DE LA EDIFICACIÓN EN EL SECTOR DE EJE A ENTRE EL EJE TRANSVERSAL 7 Y 9.	AREA SOCIAL 1ER PISO: FISURAS SUR. MURO QUE CONFORMA EL SISTEMA DE MUROS DIVISORIOS. LESION LONGITUDINAL EN MURO HALL COCINETA AREA SOCIAL PRIMER PISO, HACIA RAMPA PARQUEADERO BASE DEL MURO. FISURA ORIENTAL. LESION LONGITUDINAL EN MURO AREA SOCIAL PRIMER PISO BAJO VENTANAL HACIA RAMPA PARQUEADERO BASE DEL MURO.	EL PREDIO SE ENCUENTRA UBICADO EN LA ZONA LACUSTRE. A SE CARACTERIZA ESTE SUELO COMO LACUSTRE MUY BLANDO COMPUESTO POR "ARCILLAS LIMASAS MUY BLANDAS - SUELOS DE MUY BAJA A MEDIA CAPACIDAD PORTANTE Y MUY COMPRESIBLES". El perfil estratigráfico es el siguiente: <ul style="list-style-type: none"> 0 a 0,3 metros relleno y sobrantes de construcción 0,3 a 1,2 metros limo orgánico color café 1,2 a 2,5 metros Arcilla de plasticidad media y color gris oscuro 2,5 a 4 metros Arcilla de plasticidad media y color gris oscuro 4 a 6 metros Arcilla de plasticidad media y color gris claro 6 a 20 metros Arcilla de plasticidad media y de color habano.
FOTOGRAFÍA						
UBICACIÓN PLANO						
COMENTARIO	SISTEMA ESTRUCTURAL EMPLEADO: PORTICOS EN CONCRETO REFORZADO. SISTEMA DE PLACA DE ENTREPISO: PLACA ALIGERADA DE E. 0,40M LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE COLUMNAS ES DE 4000 PSI LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE LACIMENTACION, VIGAS Y PLACAS ES DE 3000 PSI. RESISTENCIA DEL ACERO (Es: 420 MPa)	DE LOS SISAMOS QUE PUDIERON IMPACTAR O AFECTAR DE FORMA IMPORTANTE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C., Y EN CONSECUENCIA EL SECTOR DONDE SE ENCUENTRA LA EDIFICACIÓN, ENCONTRAMOS DOS EVENTOS QUE SON: 1. CHIAQUE, CUNDINAMARCA (1966) CON UNA MAGNITUD DE 5.3 A UNA PROFUNDIDAD DE 15Km. 2. AHPAQUE, CUNDINAMARCA (1644) CON UNA MAGNITUD DE 5.5 A UNA PROFUNDIDAD DE 15Km.	APARTAMENTO 202: FISURA MURO. SE EVIDENCIA UN GRUPO DE FISURAS TRANSVERSALES EN MURO DIVISORIO DE DISTRIBUCION ARQUITECTONICA EN EL AREA DE LA HABITACION PRINCIPAL Y BAÑO	ENTRADA VEHICULAR EN PLACA DE CONCRETO: DESPRENDIMIENTO DE ACABADO. SE ENCUENTRA PRESENTE UN DESGASTE DE LA PLACA Y DESCASCAMIENTO DE PINTURA. AHUELLAMIENTO POR EL TRANSITO DE LOS VEHICULOS QUE SE DETIENEN E INGRESAN AL EDIFICIO.	HUMEDADES EN PLACA. SE DETECTA HUMEDAD POR FILTRACION EN PLACA DE CONCRETO DE ENTREPISO ENTRE PISO QUINTO Y CUBIERTA, LOCALIZADA EN LA ESQUINA NOROCCIDENTAL DE PLACA DE ENTREPISO CONTRA VENTANA, QUE SE HA MANIFESTADO A NIVEL DE APARICIÓN DE MOHO Y DESPRENDIMIENTO DE PINTURA.	

CALIFICACIÓN	B2
COLOR	
	Riesgos que necesitan INVESTIGACIÓN. Planes de actuación preventivos.

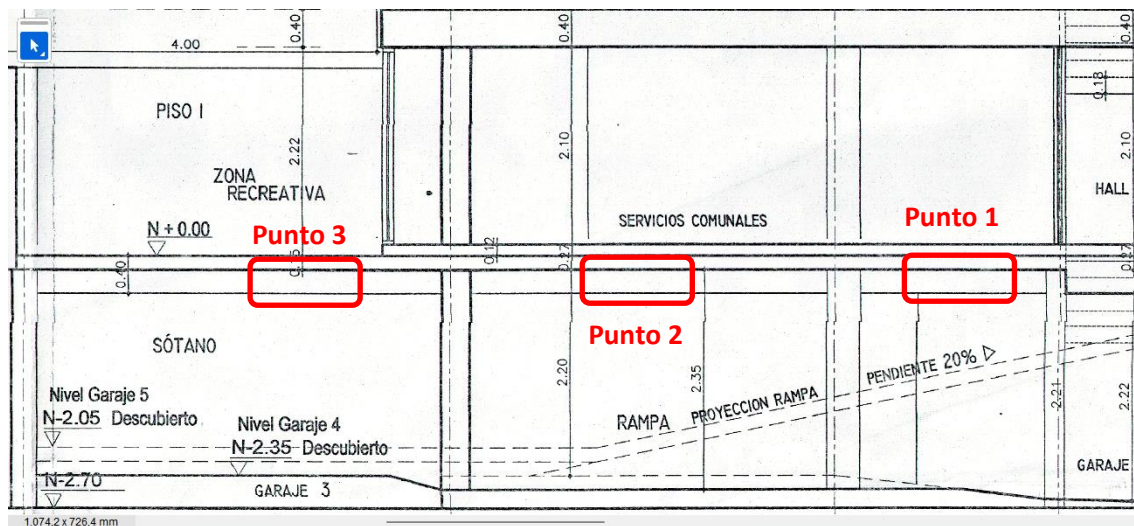
Diagnóstico.

Conforme los análisis adelantados y habiendo evaluado diferentes parámetros indicativos de posibles afectaciones estructurales a través de los ensayos realizados al paciente se obtuvo lo siguiente:

- Ensayo de esclerómetro.

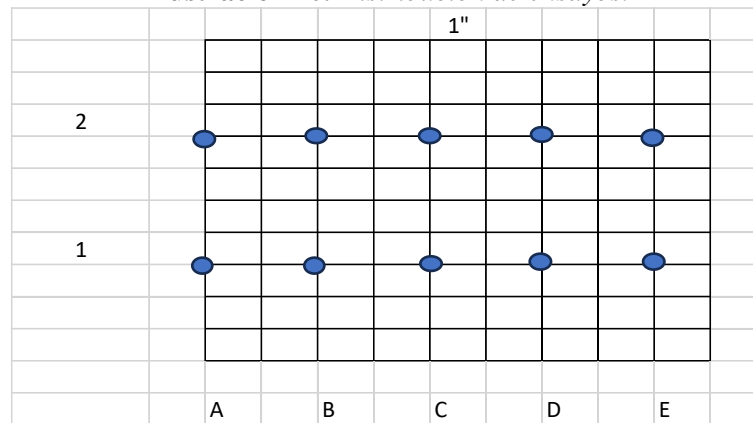
Habiéndose establecido el alcance de la prueba, se procedió a realizar el ensayo en tres lugares diferentes a lo largo del elemento estructural, ejecutados en el sentido occidental a oriental de la edificación, encontrándose ubicada en la parte central el sector con lesiones. En cada uno de los puntos se dispuso una cuadrícula de 24 nodos de lectura.

Ilustración 19. Ubicación del sector de Esclerometría.



En cada uno de los puntos, se aplicó la siguiente distribución de los ensayos:

Ilustración 20. Distribución de ensayos.



Resulta importante indicar que, el ensayo se realizó utilizando el martillo digital C386N Digital concrete test hammer with microprocessor (Matest), el cual, cuenta dentro de sus referencias el cálculo inmediato de la resistencia estimada del elemento a la compresión equivalente en psi, N/mm², kg/cm²; toda vez que, incluye un procesador para calculo y almacenamiento de la información. Por lo cual, se tomó el registro de esta información y se reportó el dato del índice de rebote y la resistencia a la compresión.

Sin embargo, a fin de contrastar los datos obtenidos directamente por el martillo digital, se desarrolló el procedimiento de cálculo para el Índice de rebote o esclerométrico con la ayuda de grafica de Martillo SCHMIDT.

Tabla 11. Mediciones obtenidas.

Sector 1				Sector 2			
LECTURA	MEDICION (IRb)	PROMEDIO (IRb)	DIFERENCIA	LECTURA	MEDICION (IRb)	PROMEDIO (IRb)	DIFERENCIA
1	42	41	1,1	1	43	42	1,0
2	43		2,1	2	46		4,0
3	43		2,1	3	46		4,0
4	36		4,9	4	43		1,0
5	38		2,9	5	44		2,0
6	45		4,1	6	37		5,0
7	38		2,9	7	36		6,0
8	42		1,1	8	43		1,0
9	40		0,9	9	40		2,0
10	42		1,1	10	42		0,0

Sector 3			
LECTURA	MEDICION	PROMEDIO	DIFERENCIA
	(IRb)	(IRb)	
1	42	48	5,7
2	44		3,7
3	41		6,7
4	52		4,3
5	44		3,7
6	52		4,3
7	52		4,3
8	46		1,7
9	52		4,3
10	52		4,3

Desarrollando el análisis de Resultados del Ensayo de Esclerómetro podemos obtener:

Conforme lo indicado en la norma, para el desarrollo de los cálculos se hace necesario eliminar aquellas mediciones que difieren en más de seis (6) unidades el promedio de los diez registros tomados; y, con ello, se determina el promedio de las restantes. Obteniendo:

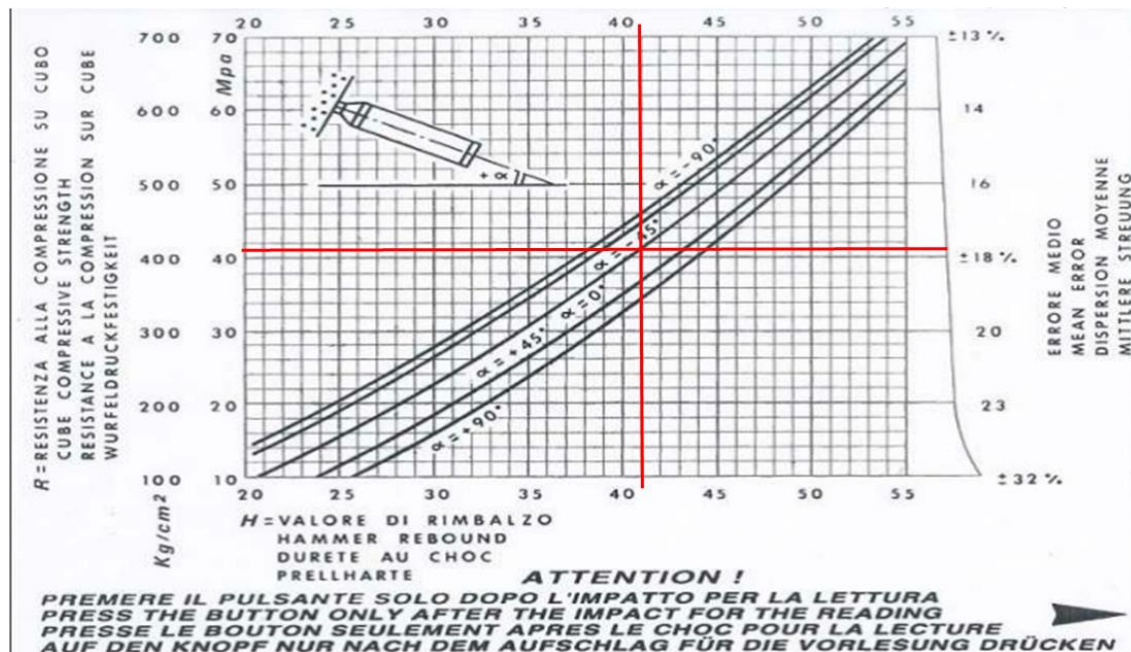
Tabla 12. Resultados obtenidos.

Sector 2 Ajustada			Sector 3 Ajustada		
LECTURA	MEDICION	PROMEDIO	LECTURA	MEDICION	PROMEDIO
	(IRb)	(IRb)		(IRb)	(IRb)
1	43	43	1		49
2	46		2	44	
3	46		3		
4	43		4	52	
5	44		5	44	
6			6	52	
7			7	52	
8	43		8	46	
9	40		9	52	
10	42		10	52	

Así, para cada uno de los elementos se adelantó el cálculo o aproximación de la resistencia con ayuda de la gráfica de Martillo SCHMIDT.

Tabla 13. Resultados NR sector 1

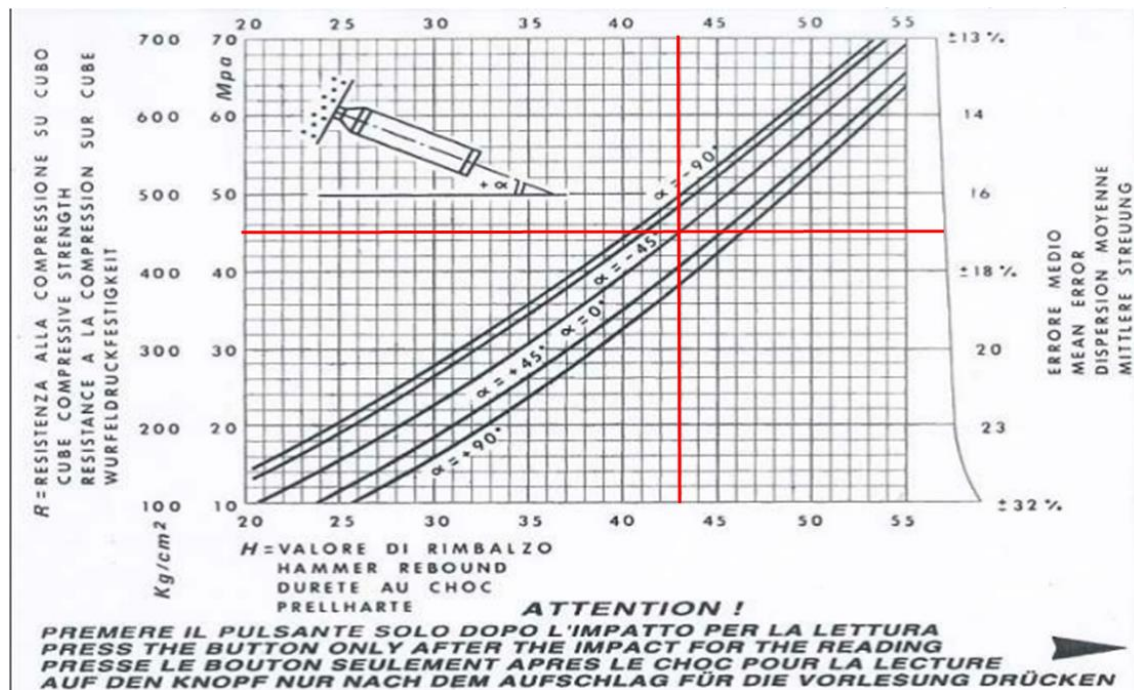
No.	LECTURA	Sector 1		Medición Martillo		
		MEDICION (IRb)	PROMEDIO (IRb)	CCS N/mm2	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2) (psi)	
1	1	42	41	36	367,10	5221
2	2	43				
3	3	43				
4	4	36				
5	5	38				
6	6	45				
7	7	38				
8	8	42				
9	9	40				
10	10	42				



Para un IRb de 41, se obtiene una resistencia de 410 Kg/cm²; Sin embargo, teniendo en cuenta error medio en las mediciones se establece un rango +/- de 18%, de esta forma: $410 \times 0,18 = 73,8$ Kg/cm². Por lo tanto, la aproximación de la resistencia a la compresión estaría entre 336 Kg/cm² y 484 Kg/cm².

Tabla 14. Resultados NR sector 2

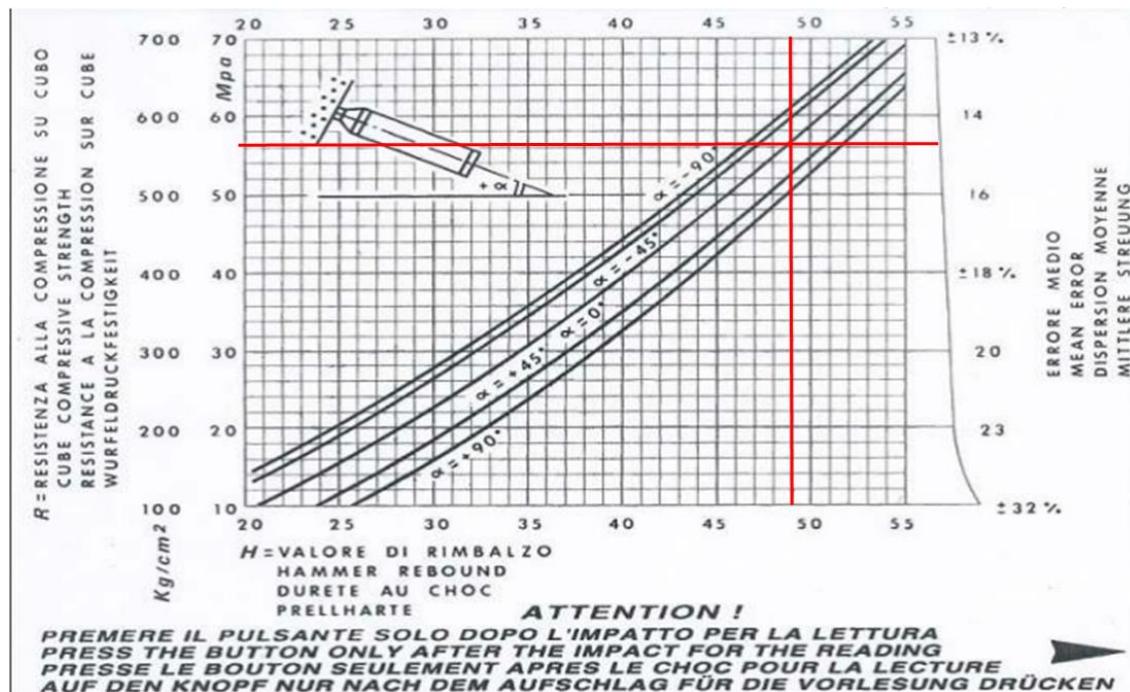
No.	LECTURA	Sector 2 Ajustada		Medición Martillo		
		MEDICION (IRb)	PROMEDIO (IRb)	CCS N/mm2	Esfuerzo a la Compresión (Kg/cm2) (psi)	
1	1	43	43	38	387,49	5511
2	2	46				
3	3	46				
4	4	43				
5	5	44				
6	8	43				
7	9	40				
8	10	42				



Para un IRb de 43, se obtiene una resistencia de 450 Kg/cm²; Sin embargo, teniendo en cuenta error medio en las mediciones se establece un rango +/- de 17%, de esta forma: $450 \times 0,17 = 76,5$ Kg/cm². Por lo tanto, la aproximación de la resistencia a la compresión estaría entre 374 Kg/cm² y 527 Kg/cm².

Tabla 15. Resultados NR sector 3

No.	LECTURA	Sector 3 Ajustada		Medición Martillo		
		MEDICION (IRb)	PROMEDIO (IRb)	CCS N/mm2	Esfuerzo a la Compresión (Kg/cm2) (psi)	
1	2	44	49	44	448,68	6382
2	4	52				
3	5	44				
4	6	52				
5	7	52				
6	8	46				
7	9	52				
8	10	52				

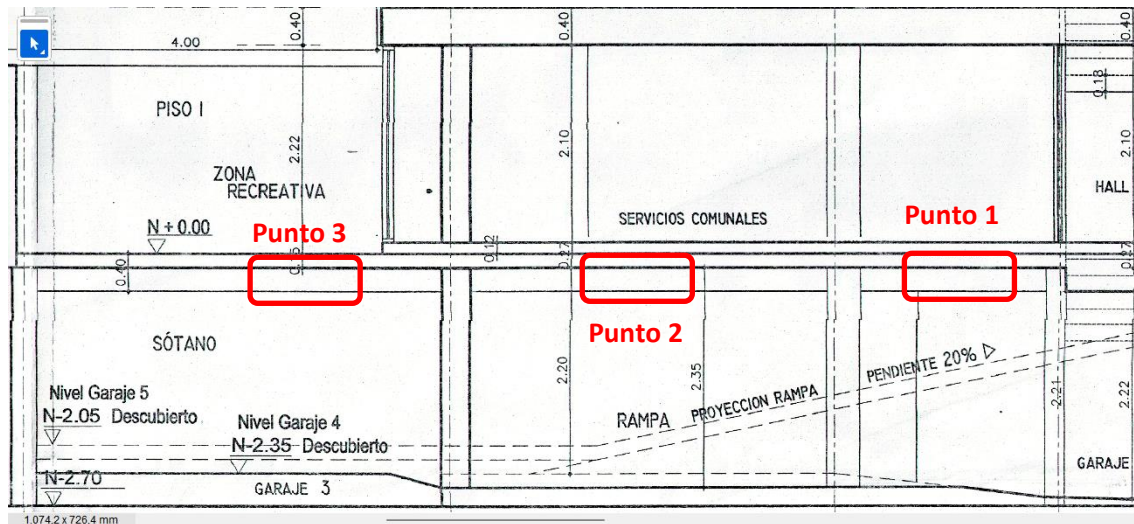


Para un IRb de 49, se obtiene una resistencia de 560 Kg/cm²; Sin embargo, teniendo en cuenta error medio en las mediciones se establece un rango +/- de 14%, de esta forma: $560 * 0,14 = 78,4$ Kg/cm². Por lo tanto, la aproximación de la resistencia a la compresión estaría entre 482 Kg/cm² y 638 Kg/cm².

- Ensayo de Ultrasonido

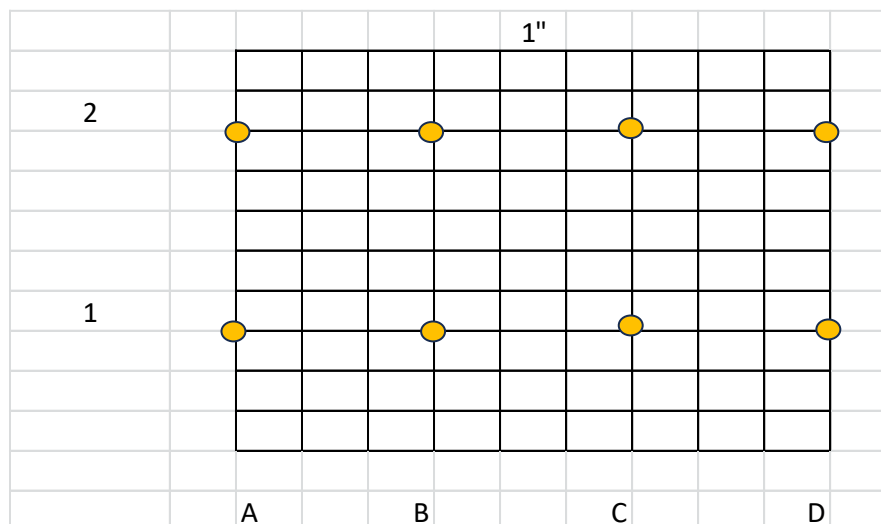
Acorde a lo anterior, se procedió a realizar la toma de lecturas a lo largo del elemento estructural que presenta la lesión, en los mismos sectores donde se ejecutó la esclerometría, así:

Ilustración 21. *Ubicación del sector de Ultrasonido.*



En cada uno de los puntos, se aplicó la siguiente distribución de las lecturas:

Ilustración 22. *Distribución de ensayos.*



Las lecturas obtenidas mediante los sondeos, fueron los siguientes:

Tabla 16. Lecturas de ultrasonido.

Sector 1			Sector 2		
Lectura	Distancia Leida (cm)	Tiempo (us)	Lectura	Distancia Leida (cm)	Tiempo (us)
1	151,97	506,6	1	178,722	595,7
2	151,84	506,1	2	177,155	590,5
3	143,65	478,8	3	230,591	768,6
4	149,15	497,2	4	258,471	861,6
			Testigo	202,631	675,4

Sector 3		
Lectura	Distancia Leida (cm)	Tiempo (us)
1	68,249	227,5
2	50,181	167,3
3	63,871	212,9
4	172,879	576,3

Una de las alternativas para poder aproximar las características del concreto, es a través de la determinación de la relación entre el módulo de elasticidad y la velocidad de propagación en un medio isótropo y elástico de dimensiones infinitas, viene dada por la fórmula:

$$E = \frac{\rho V^2 (1 + \vartheta)(1 - 2\vartheta)}{(1 - \vartheta)}$$

Dónde:

E: Modulo de Elasticidad del concreto.

ρ : Peso unitario de concreto (Conforme lo indicado en la NSR10 en CR2.2 para concreto de peso normal se puede tomar 2400 Kg/m³).

V: Velocidad de propagación

ϑ : Módulo de Poisson. (Conforme lo indicado en la NSR10 en CR8.5, en caso de no contar con un valor experimental del módulo puede tomarse como 0,2)

Para concretos de densidad normal y sin tener información específica sobre el agregado empleado en la mezcla, es posible considerar que:

$$E = 3900 \sqrt{f'c'} \quad \therefore \quad f'c' = \left(\frac{E}{3900} \right)^2$$

Bajo este criterio, se logró determinar:

Tabla 17. Resultados de $f'c$ calculados.

Sector 1											
Lectura	Distancia Leída (cm)	Distancia Leída (m)	Distancia fija (m)	Tiempo (us)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	ρ (Kg/m ³)	Poisson (v)	E (Kg / m . S ²)	E (MPa)	f'c (Mpa)
1	151,97	1,51970	0,20	506,6	0,0005066	394,8	2.400	0,2	19437441852,82	19437,4419	24,840
2	151,84	1,51840	0,20	506,1	0,0005061	395,2	2.400	0,2	19442560843,07	19442,5608	24,853
3	143,65	1,43650	0,20	478,8	0,0004788	417,7	2.400	0,2	19442706861,14	19442,7069	24,853
4	149,15	1,49153	0,20	497,2	0,0004972	402,3	2.400	0,2	19440868933,61	19440,8689	24,849

Sector 2											
Lectura	Distancia Leída (cm)	Distancia Leída (m)	Distancia fija (m)	Tiempo (us)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	ρ (Kg/m ³)	Poisson (v)	E (Kg / m . S ²)	E (MPa)	f'c (Mpa)
1	178,722	1,78722	0,20	595,7	0,0005957	335,7	2.400	0,2	19442610797,74	19442,6108	24,853
2	177,155	1,77155	0,20	590,5	0,0005905	338,7	2.400	0,2	19441097390,59	19441,0974	24,849
3	230,591	2,30591	0,20	768,6	0,0007686	260,2	2.400	0,2	19441854845,18	19441,8548	24,851
4	258,471	2,58471	0,20	861,6	0,0008616	232,1	2.400	0,2	19438646263,12	19438,6463	24,843
Testigo	202,631	2,02631	0,20	675,4	0,0006754	296,1	2.400	0,2	19442110806,48	19442,1108	24,852

Sector 3											
Lectura	Distancia Leída (cm)	Distancia Leída (m)	Distancia fija (m)	Tiempo (us)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	ρ (Kg/m ³)	Poisson (v)	E (Kg / m . S ²)	E (MPa)	f'c (Mpa)
1	68,249	0,68249	0,20	227,5	0,0002275	879,1	2.400	0,2	19439430333,84	19439,4303	24,845
2	50,181	0,50181	0,20	167,3	0,0001673	1.195,5	2.400	0,2	19433028718,34	19433,0287	24,829
3	63,871	0,63871	0,20	212,9	0,0002129	939,4	2.400	0,2	19440608741,26	19440,6087	24,848
4	172,879	1,72879	0,20	576,3	0,0005763	347,0	2.400	0,2	19437526367,09	19437,5264	24,840

Resultado del análisis de las lecturas obtenidas es posible evidenciar que las condiciones actuales del concreto que compone el elemento estructural donde se encuentra la lesión, presenta una resistencia acorde a las especificaciones establecidas en los diseños, superior a los 21Mpa equivalente a 3000psi.

- Ensayo de testigo frágil

Una vez realizada la instalación del testigo se procedió a realizar seguimiento de la evolución de la lesión evidenciado sobre el mismo cualquier variación de las dimensiones de la fisura, tanto de longitud o de espesor

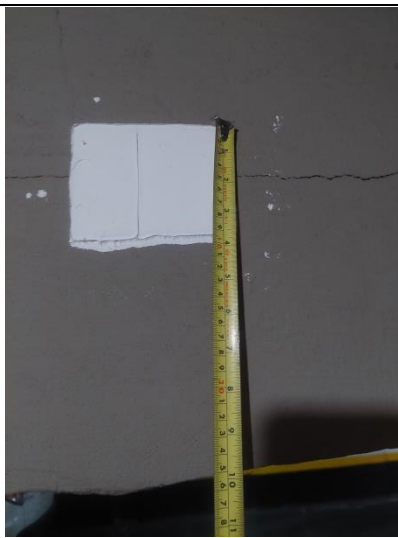
Tabla 18. Registro fotográfico de controles realizados.



Fotografía 5. Control de fisuras en fisura 08
febrero 2024



Fotografía 6. Control de fisuras en fisura 09
marzo 2024



Fotografía 7. Control de fisuras en fisura 10
mayo 2024



Fotografía 8. Control de fisuras en fisura 01
junio 2024

Pasados 4 meses desde la instalación del testigo frágil, habiéndose realizado controles cada 15 días, fue posible evidenciar que la fisura no se encuentra activa, ya que, el testigo no presentó afectación alguna y la lesión no presentó modificaciones en las dimensiones registradas durante los primeros levantamientos y caracterización de las afectaciones en la edificación.

Alternativa y pronóstico

Resultado de los ensayos no destructivos y semi-destructivos ejecutados sobre el paciente y los análisis de los datos obtenidos, fue posible establecer que las condiciones estructurales del elemento, en especial en el lugar donde se presenta la lesión identificada como la más relevante, manifiesta que son adecuadas, sin evidenciarse condiciones que impliquen riesgo estructural o que se pueda agravar el elemento.

Si bien, los resultados obtenidos con la ejecución de los ensayos en esta etapa, no son completamente concluyentes sobre las causas precisas que originaron la afectación, si permitieron evaluar que tan sano se encuentra en general la estructura y en específico el concreto reforzado que compone el elemento, donde se manifestó la fisura.

La situación detectada no es posible clasificarla a las patologías tipificadas dentro de las asociadas a deficiencias a nivel estructural, donde el patrón de fisuramiento debido a sobre esfuerzos muestra otras características y otras orientaciones. Por tal razón, se puede presumir que la lesión que se manifestó en la placa que conforma el sistema estructural del edificio, es debida a una pérdida de la adherencia entre algunas de las barras de acero que componen el refuerzo y el concreto, generando una pequeña zona de discontinuidad que indujo la fisura.

En conclusión, se recomienda adelantar unas acciones de reparación sobre el elemento afectado con las fisuras; sin embargo, de presentarse nuevas lesiones es importante establecer un programa de seguimiento y la ejecución de ensayos más profundos que permitan generar un diagnóstico más preciso sobre las causas que originaron dicha afectación.

Análisis y propuesta de intervención seleccionada

Conforme las características de inactividad y dimensionamiento de las fisuras, de cara a aplicar los correctivos sobre la lesión en el elemento estructural y evitar que otros factores o sustancias penetrantes puedan desencadenar afectaciones de mayor importancia y garantizar así mejores condiciones de durabilidad, se recomienda la aplicación de un componente de resina epóxica para llenado de fisuras, tipo Sika Sello *sellador elástico para sello de fisuras con bajo movimiento. Uso interior.*

Conclusiones.

- Se identificó la necesidad de realizar estudios adicionales para determinar con precisión las causas u origen de las lesiones los cuales serán clave para desarrollar un diagnóstico completo y fundamentar las medidas correctivas.
- El diagnóstico futuro permitirá establecer las acciones correctivas y preventivas necesarias para mantener la infraestructura en condiciones óptimas de funcionalidad y servicio.
- Se recomienda un enfoque integral que aborde no solo las manifestaciones visibles, sino también las posibles causas subyacentes.
- Las infiltraciones pueden comprometer la integridad de los muros y deben abordarse para prevenir daños adicionales, incluyendo la evaluación de las condiciones de drenaje y la posible reparación de impermeabilización.
- La aplicación de medidas correctivas y preventivas contribuirá a preservar la integridad estructural del Edificio Cedros 142, para garantizar su durabilidad a lo largo del tiempo y su capacidad para cumplir con su función habitacional.

- Las manchas negras se deben a problemas de humedad, moho o contaminación atmosférica. La limpieza y el tratamiento adecuado son esenciales para preservar la integridad estética y estructural de la fachada.
- Se destaca la importancia de la colaboración entre disciplinas para abordar integralmente las patologías detectadas.

Referencias bibliográficas.

- Broto, C. B. (s. f.). *Tratado Broto de la construcción - Patología de los materiales de la construcción*. (2006.^a ed.).
- *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10: NSR-10 - Título A – REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE* (s. f.).
- Patiño, L.R (2023). Presentación clase de Historia Clínica y Diagnostico 01. *Lesiones físicas, químicas y mecánicas*.
- Patiño, L.R (2023). Presentación clase de Historia Clínica y Diagnostico 02. *Generalidades Lesiones y Causas*.
- ArcGIS Online (2023). Sitio Web: <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html>.
- Secretaria Distrital de Planeación (2023). *Sistema de Información de Norma Urbana y Plan de Ordenamiento Territorial – SINUPOT*. Sitio Web: <https://sinupot.sdp.gov.co/visor/>
- Sanmiguel, H. (2011). *Memoria de cálculos- Anexo No. 2- Proyecto Edificio Cedros 142, radicada ante la Curaduría Urbana No. 2 el 04 de agosto de 2011*.