

**HISTORIA CLÍNICA, DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL
EDIFICIO DAVID
(CARTAGENA BOLÍVAR)**



**JOSÉ GABRIEL BELLO RODRÍGUEZ
ELTA GISSELL ROOK ZAPATEIRO
ANGELA MARÍA VILLAMIL CHAPARRO**

**Universidad Santo Tomás Educación Abierta y A Distancia
Facultad de Ciencias y Tecnologías
Especialización en Patología de la Construcción
Bogotá D.C
2020**



**HISTORIA CLÍNICA, DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL
EDIFICIO DAVID
(CARTAGENA BOLÍVAR)**

**TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**



PROFESOR DIRECTOR:

Arquitecto Magister WALTER MAURICIO BARRETO CASTILLO

**JOSÉ GABRIEL BELLO RODRÍGUEZ
ELTA GISELL ROOK ZAPATEIRO
ANGELA MARÍA VILLAMIL CHAPARRO**

**Universidad Santo Tomas Educación Abierta y A Distancia
Facultad de Ciencias y Tecnologías
Especialización en Patología de la Construcción
Trabajo Profesional Integrado
Bogotá D.C
Noviembre 2020**



Nota de Aceptación

Firma del Director

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, noviembre 06 de 2020.



CONTENIDO

RESUMEN	XI
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4. ALCANCE Y LIMITACIONES	16
5. MARCO REFERENCIAL	17
5.1 MARCO TEÓRICO.....	17
5.1.1 DEFINICIONES	17
5.1.2 DEFINICIONES PATOLÓGICAS.....	19
5.1.3 PROCESOS PATOLÓGICOS PRINCIPALES	21
5.1.4 INFLUENCIA DEL AMBIENTE EN LA DURABILIDAD DEL HORMIGÓN	23
5.1.5 NIVELES DE DAÑO	25
5.1.6 ISOPTEROS (COMEGENES) TERMITIDOS.....	26
5.2 MARCO LEGAL	27
5.3 MARCO HISTÓRICO	27
5.3.1 LA MATUNA – SUS DISEÑADORES (1953 – 1957)	27
5.3.2 CONSTRUCCIÓN Y EVOLUCIÓN DEL EDIFICIO DAVID	28
6. METODOLOGÍA	34
6.1 DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE.....	34
6.2 PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	34
6.2.1 INSPECCIÓN PRELIMINAR DEL PACIENTE.....	34
6.2.2 INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL ESTUDIO	34
6.3 HISTORIA CLÍNICA	36
6.3.1 DATOS GENERALES DEL PACIENTE.....	36
6.3.2 DATOS GENERALES DE LA EDIFICACIÓN Y/O CONSTRUCCIÓN CIVIL	37
6.3.3	37
6.3.4 DESCRIPCIÓN SECTORIAL	37
6.4 ANÁLISIS AMBIENTAL	38
6.4.1 CLIMATOLOGÍA CARTAGENA.....	38
6.4.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE ESCORRENTÍA PLUVIAL AÑO 2010.....	40
6.4.3 AGENTES CONTAMINANTES EN EL EDIFICIO DAVID	42



6.5	AMENAZAS GEOTECNICAS	43
6.5.1	AMENAZAS GEOTÉCNICAS	43
6.6	DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA.....	47
6.6.1	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL.....	47
6.7	DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL	52
6.7.1	SISTEMA ESTRUCTURAL	52
6.7.1.1	GEOMORFOLOGÍA	53
6.7.1.2	CIMENTACIÓN.....	53
6.8	ESTADO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	53
6.8.1	CLORUROS Y SULFATOS	54
2013	6.9 IDENTIFICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ENCONTRADAS EN INFORME AÑO 2013	54
6.9.1	RESULTADOS ANÁLISIS SÍSMICO AÑO 2013	55
6.10	CLASIFICACIÓN POR DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	56
6.10.1	CLASIFICACIÓN POR DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN NSR-10 A.10.2.2.1	56
6.10.2	CLASIFICACIÓN POR ESTADO DE LA ESTRUCTURA NSR-10 A.10.2.2.2	56
6.11	DIAGNOSTICO.....	57
6.11.1	INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	57
6.11.2	PRE DIAGNOSTICO	57
6.11.3	REGISTRO FOTOGRÁFICO Y LEVANTAMIENTO GRAFICO DE DAÑOS	59
6.11.4	FICHAS DIAGNOSTICAS LESIONES	74
6.11.5	ENSAYOS A REALIZAR	75
6.11.6	LESIONES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS	82
6.11.7	DIAGNÓSTICO	87
6.11.8	SEGUIMIENTO DE LAS LESIONES	88
7.	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	89
7.1	ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y PARÁMETROS SÍSMICOS	89
7.1.1	ESPECTRO SÍSMICO	91
7.2	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PACIENTE	91
7.2.1	IRREGULARIDADES	92
8.	PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN	95
8.1	OBRAS DE REHABILITACIÓN.....	95
8.1.1	OBRAS DE REHABILITACIÓN DE LA HUMEDAD CAPILAR EN EL NIVEL INFERIOR	95
8.1.2	OBRAS DE REPARACION CUBIERTA	96



8.2	OBRAS DE ACTUALIZACIÓN Y MEJORAS (SUGERENCIAS)	97
9.	PRESUPUESTO.....	100
9.1	INTERVENCIÓN.....	102
10.	PROGRAMACIÓN	105
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
11.1	CONCLUSIONES	107
11.2	RECOMENDACIONES.....	107
12.	BIBLIOGRAFÍA Y WEB GRAFÍA	109
12.1	BIBLIOGRAFÍA	109
12.2	WEB GRAFÍA	109
13.	ANEXOS.....	111
13.1.1	RESULTADOS ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS	111

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. PANORÁMICA GENERAL DE LA URBANIZACIÓN DE LA MATUNA. AÑO 1955	29
FOTOGRAFÍA 2.SOBRE CUBIERTA DEL EDIFICIO DAVID A DOS AGUAS EN CANALETA 90 FOTOGRAFÍA DE 2016.....	30
FOTOGRAFÍA 3.FACHADAS NORTE Y ESTE DEL EDIFICIO DAVID, AÑO 2016. LAS PÉRGOLAS VERTICALES DE AMBAS FACHADAS HAN SIDO RETIRADAS POR EFECTOS DE SEGURIDAD	31
FOTOGRAFÍA 4.FOTOS INTERNAS DEL PENT-HOUSE EN EL SEXTO PISO DEL EDIFICIO DAVID.....	32
FOTOGRAFÍA 5. FOTOS INTERNAS APARTAMENTO TIPO DEL EDIFICIO DAVID	33
FOTOGRAFÍA 6.UBICACIÓN EDIFICIO DAVID	38
FOTOGRAFÍA 7. PERFIL URBANO EDIFICIO DAVID	38



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Corrosión de armaduras	21
Ilustración 2. Reacción álcalis-áridos	21
Ilustración 3. Fisuras por ataque de sulfatos	22
Ilustración 4. Fisuración en columnas por agotamiento.....	22
Ilustración 5. Línea de tiempo edificio David.....	31
Ilustración 6. Temperatura promedio máxima	39
Ilustración 7. Promedio multianual de humedad relativa.....	39
Ilustración 8. Amenaza por movimientos en masa	44
Ilustración 9. Geomorfodinámica de los litorales colombianos	44
Ilustración 10. Amenazas geotécnicas	44
Ilustración 11. Descripción geológica.....	45
Ilustración 12. Amenaza volcánica	45
Ilustración 13. Presencia de aguas subterráneas	45
Ilustración 14. Exposición a agentes climáticos.....	40
Ilustración 15. Intensidades de sismos registrados en Cartagena.....	46
Ilustración 16. Distribución primera planta edificio David	48
Ilustración 17. Distribución plantas tipo edificio David p2-p5	49
Ilustración 18. Fachada norte edificio David	50
Ilustración 19. Fotos de las fachadas principales	51
Ilustración 20. Metodología de diagnóstico	57
Ilustración 21. Actividades desarrolladas en estudio de patología estructural.....	75
Ilustración 22. Lesiones primarias	85
Ilustración 23. Lesiones secundarias.....	85
Ilustración 24. Lesiones por área	86
Ilustración 25. Tipo de lesión.....	86
Ilustración 26. Zonificación sísmica Cartagena	89
Ilustración 27. Intensidad sísmica	90
Ilustración 28. Percepción de los eventos sísmicos.....	90
Ilustración 29. Espectro sísmico fracción de gravedad	91



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipología de lesiones y agentes causantes	20
Tabla 2. Tipos de fisuras en el concreto	25
Tabla 3. Niveles de daño en elementos arquitectónicos.....	25
Tabla 4. Áreas lotes edificio David.....	28
Tabla 5. Información disponible edificio David	35
Tabla 6. Datos generales del paciente	36
Tabla 7. Datos generales de la edificación y/o construcción civil	37
Tabla 8. Vientos en Cartagena	40
Tabla 9. Lesiones presentadas en el edificio David	61
Tabla 10. Formatos de inspección.....	74
Tabla 11. Ensayos a realizar.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12. Materiales edificio David.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13. Ensayo esclerómetro	111
Tabla 14. Ensayo esclerómetro	112

LISTA DE PLANOS REALIZADOS

- Ficha resumen planta arquitectónica segundo piso.
- Ficha resumen planta arquitectónica tercer piso.
- Ficha resumen planta arquitectónica cuarto y quinto piso.
- Ficha resumen planta arquitectónica sexto piso.
- Plano de detalles de intervención
- Plano de detalles de mantenimiento



RESUMEN

El presente estudio patológico busca identificar las causas de las lesiones que afectan al edificio David, a fin de realizar un diagnóstico apoyado en el uso de fichas que condensan la información, facilitando la tipificación y cuantificación de las lesiones con mayor incidencia para determinar la intervención adecuada de este edificio construido en la década de 1950, ubicado en el sector de la Matuna con gran potencial comercial y habitacional, que dado su estado actual impide el uso de la totalidad del espacio disponible del edificio, para esto se realiza la historia clínica, se analiza la información técnica disponible de estudios previos realizados en la década anterior, planteando así una intervención que se ajuste al diagnóstico causal de las lesiones, buscando aumentar la vida útil y funcionalidad que esta estructura pionera del estudio moderno en la ciudad de Cartagena.



1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha evidenciado la necesidad de rescatar edificios construidos en siglos pasados, con potencial para ser usados como viviendas y locales que resaltan gracias a sus ubicaciones estratégicas en las mejores zonas de la ciudad y el misticismo de los diseños con los que fueron concebidos, por esto permiten enfocarse en “reciclar” los que actualmente se encuentran “desaprovechados”, para que puedan tener una “resurrección”, pero para esto es necesario evaluar las condiciones actuales del edificio y definir el grado de intervención necesaria que permita la conjunción de factores como: estética y funcionalidad.

Este es el caso del edificio David, que destaca por ser uno de los primeros proyectos de apartamentos construidos en el sector de la Matuna, un edificio con potencial comercial/habitacional; uno de los primeros de estilo arquitectónico moderno construido en Cartagena; un edificio de concreto reforzado construido en 1955 que necesita de un diagnóstico e historia clínica determinando la interacción con el entorno, el origen de las lesiones y su severidad, para lo que se deben llenar formatos que permitan ubicar y cuantificar las lesiones.

Evaluando con visitas de campo, investigación documental y ensayos el estado actual de los materiales que componen el edificio, a fin de brindar una intervención que le permita ser funcional; cabe resaltar que las afecciones presentadas no afectan en gran medida la resistencia y que según el estudio realizado en el año 2013 bajo la NSR-10 el edificio se comporta bien ante cargas verticales y ha tenido un comportamiento satisfactorio ante los sismos acontecidos en las más de cinco décadas de funcionamiento, es por esto que la intervención a planear se debe hacer de forma integral buscando mejorar el aspecto y confort del edificio.



2. JUSTIFICACIÓN

Para desarrollar una intervención certera se debe contar con información histórica que permita determinar las características intrínsecas arquitectónicas, sociales, estructurales, ambientales del edificio, este estudio exhaustivo que se realiza guiado durante la especialización, permitirá evaluar y caracterizar las lesiones, buscando que este ejercicio, sirva como base informativa a la intervención que necesita el edificio David para ser funcional y como fue concebido parte de la dinámica económica del sector de la Matuna; sirviendo como lugar de habitación de comerciantes y estudiantes universitarios que provienen de otras ciudades.



3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar el estado actual y funcionalidad del edificio David, brindando una alternativa de intervención buscando recuperar la funcionalidad de la estructura.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar formatos que permitan permita enunciar, clasificar y sectorizar las lesiones que afectan al edificio David con sus respectivas causas y diagnóstico.
- Realizar el diagnóstico al edificio David.
- Detallar las intervenciones necesarias para recuperar la funcionalidad y su respectivo presupuesto.



3.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El edificio David presenta lesiones patológicas como humedades, fisuras, desprendimientos, que deterioran la estructura del edificio y perjudican su potencial de ocupación, lesiones causadas en parte por el degradamiento de los materiales propio del tiempo de servicio, además la concepción del diseño estructural que ya cuenta con más de 60 años, no se enfocó a la durabilidad y/o resistencia de cargas sísmicas; por lo que el edificio David en la actualidad no es sismo resistente, su cubierta original en concreto plana presenta filtraciones y en los primeros pisos se presentan humedades producto de malos manejos de escorrentía.

El edificio David actualmente se encuentra ocupado en sus unidades comerciales en cerca del 100%, en cuanto a las unidades habitacionales, se cuenta solo con una ocupación del 23% del potencial total del edificio, por lo que el edificio David necesita una intervención que le permita ser funcional y parte activa de la economía cartagenera, brindando un lugar de habitación cercano a los comerciantes que trabajan en el sector la Matuna.



4. ALCANCE Y LIMITACIONES

Con el desarrollo de este trabajo se pretende cuantificar y cualificar las lesiones en campo, a fin de obtener una ficha técnica con la tipificación de las diferentes lesiones describiendo la lesión, el material, brindando un diagnóstico, su incidencia en la vulnerabilidad, una posible intervención, prevención, ubicación en planta y registro fotográfico, lo que permitirá evaluar la totalidad del edificio presentando una ficha resumen y planos de las lesiones presentadas.

Esta investigación se ejecutará en el área total del edificio David, con un área construida de 5240 m² distribuidos en locales comerciales en el primer piso, 4 apartamentos en los pisos 2-5, y el sexto piso en el que se tiene un pent-house.

Aunque se cuenta con los resultados de una evaluación estructural ejecutada, no se cuenta actualmente con planos estructurales, dada la contingencia actual causada por el COVID-19, lo que ha entorpecido el acceso a información y las visitas de campo (*no ha sido posible evaluar el piso 1, el pent house y la cubierta*) y la realización de ensayos en dichas áreas.

Para determinar la calidad actual del concreto edificio David, se realizan ensayos (esclerómetro, carbonatación) que permitan determinar propiedades intrínsecas del concreto en los elementos estructurales, teniendo el resultado de este estudio se analizará el cumplimiento de la NSR-10.

Se realizará un informe detallando las recomendaciones y posibles soluciones para lograr la funcionalidad y sismo resistencia del edificio David.



5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 DEFINICIONES

Cargas: Fuerzas u otras acciones resultantes del peso de todos los materiales de construcción, los ocupantes, y otros contenidos variables o permanentes, efectos ambientales, movimiento diferencial y cambios dimensionales restringidos. Las cargas permanentes en todas aquellas en las que las variaciones a través del tiempo son raras o en pequeña magnitud. todas las demás cargas son variables.

Cargas gravitacionales: cargas que actúan hacia abajo y que son causadas por la aceleración de la gravedad actuando sobre la masa de los miembros y el contenido, generando las cargas muertas y vivas.

Concreto: Mezcla de cemento portland y cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso, y agua con o sin aditivos.

Corrosión: Destrucción del metal debida a una reacción química, electroquímica o electrolítica del medio ambiente.

Demanda sísmica: Es el nivel de fuerzas internas (fuerza axial, fuerza cortante, momento flector, momento de torsión) o desplazamientos impuestos sobre cada elemento estructural por las cargas adecuadamente combinadas.

Esfuerzo: Es la intensidad de fuerza (perpendicular o paralela) por unidad de área infinitesimal, en cada punto de un elemento estructural. Así se tienen esfuerzos normales (cuando la fuerza es perpendicular al área) y esfuerzos cortantes (cuando la fuerza es paralela al área).



Estado límite: Condición más allá de la cual la estructura o el miembro se vuelve inapropiado, ya sea que no siga siendo útil para la función que debe tener (estado límite de funcionamiento) o porque se considera inseguro (estado límite de resistencia).

Fuerzas internas: Solicitaciones generadas en los elementos estructurales que componen la edificación como consecuencia de la aplicación de cargas externas a la misma.

Integridad estructural: concepto de diseño por medio del cual después de la ocurrencia de un evento de sobrecarga o daño a un miembro importante del soporte, la estructura debe tener la suficiente tenacidad para confinar el daño a un área local y proveer suficiente estabilidad general para prevenir el colapso inmediato.

Lesión: Manifestación de un problema constructivo se clasifican en *físicas (humedades, suciedad, erosión), mecánicas (grietas, fisuras desprendimientos, erosión), químicas (eflorescencias, erosión, oxidación y corrosión) y biológicas(organismos).*

Muro: Elemento estructural vertical que además de su peso propio, soporta otras cargas verticales provenientes del entrepiso y de la cubierta, soporta las fuerzas sísmicas, soporta los diafragmas horizontales de la edificación y transfiere las cargas a la cimentación.

Patología: Estudio para realizar el diagnóstico y establecer las causas de los deterioros que presenta una edificación. Su resultado son los planos de calificación del edificio.

Rigidez: Es una medida de la respuesta de un elemento estructural o de una estructura frente a las deformaciones elásticas producidas por las acciones sísmicas horizontales.

Vulnerabilidad sísmica: Propiedad intrínseca a sí misma, y además dependiente de la peligrosidad de lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en una misma zona sísmica.



5.1.2 *DEFINICIONES PATOLÓGICAS*

Las lesiones patológicas tienen su origen, en malos procesos constructivos, en diseño deficiente (geométrico, arquitectónico, tipo de material, protección ambiental, etc.), en la actualidad se evidencia la importancia de diseñar con un enfoque hacia la durabilidad, para que el proyecto pueda cumplir con las solicitudes propias de su uso y tener “una vida digna”, es por esto que en edificaciones que se diseñaron en el siglo pasado se debe buscar mejorar su aspecto a fin de prolongar su vida útil para lo que se debe hacer el proceso patológico que permita dar solución definitiva a la causa, a continuación se enuncian los tipos de lesiones y su sintomatología.



Tabla 1. Tipología de lesiones y agentes causantes

TIPOLOGÍA DE LESIONES Y AGENTES CAUSANTES									
TIPOLOGÍA DE LESIÓN	TIPO	SUBTIPO	TIPO (SECUENCIA DE ORIGEN)		CAUSA DIRECTA (NO SE PUEDEN EVITAR, SON INHERENTES AL PROYECTO)	CAUSA INDIRECTA (SE PUEDE EVITAR CON PROCESOS DE CALIDAD)			
			PRIMARIA	SECUNDARIA		DISEÑO/MATERIAL	EJECUCIÓN	AGENTE PATOLÓGICO	
FÍSICAS	Humedad	De obra	X		Lluvia, viento, heladas, contaminación ambiental, agua infiltrada, fenómenos naturales (sismos, deslizamientos, inundaciones, volcanes, etc.)	Elección del material, técnica o sistema constructivo inadecuado, diseño defectuoso del elemento construido, mala unión entre materiales, ausencia de juntas	Factores inherentes a la ejecución de la obra (retrasos, materiales escasos, etc.), falta de cumplimiento de especificaciones técnicas, defectuosa colocación del acero, vibrado y curado deficiente, deficientes uniones en elementos verticales/horizontales, impermeabilizaciones, mezcla de materiales en obra, ejecución de procesos constructivos		
		Capilar	X	X					
		De filtración	X	X					
		De condensación	X	X					
		Accidental		X					
	Erosión física	Atmosférica	X						
Suciedad	Por deposito	X		Sobrecargas, cargas dinámicas (sismos y explosiones), impactos rozamientos y desprendimientos, desgaste por viento, fenómenos naturales (sismos, deslizamientos, inundaciones, volcanes, etc.)	Ejecución de procesos constructivos	Presencia de hongos, presencia de xilófagos			
	Por lavado diferencial	X							
MECÁNICAS	Grietas	Por carga	X	X	Contaminantes ambientales, sales solubles, Humedad del ambiente, pargalvanico, organismos endémicos	Ejecución de procesos constructivos	Presencia de agua, mala ejecución		
		Por dilatación y contracción	X	X					
	Fisuras	Por soporte	X	X				Contaminantes ambientales, incrementos de esbeltez, Falta de sustentación,	
		Por acabado	X	X					
	Desprendimiento	Acabado continuo	X	X				Presencia de agua, mala ejecución	
		Acabado por elementos	X	X					
Erosión	Mecánica	X		Contaminantes ambientales, sales solubles, Humedad del ambiente, pargalvanico, organismos endémicos	Ejecución de procesos constructivos	Presencia de agua, mala ejecución			
QUÍMICA	Químicas	Eflorescencias					X	Contaminantes ambientales, sales solubles, Humedad del ambiente, pargalvanico, organismos endémicos	Ejecución de procesos constructivos
		Disgregación disolución	X	X					
		Explosión-Combustión		X					
		Deformación	X	X					
		Meteorización	X	X					
Oxidación	Oxidación	X	X	Contaminantes ambientales, sales solubles, Humedad del ambiente, pargalvanico, organismos endémicos	Ejecución de procesos constructivos	Presencia de agua, mala ejecución			
Corrosión	Por oxidación previa		X				Contaminantes ambientales, sales solubles, Humedad del ambiente, pargalvanico, organismos endémicos	Ejecución de procesos constructivos	Presencia de agua, mala ejecución
	Por inmersión		X						
	Por aireación diferencial	X	X						
	Por par galvánico	X							
Intragranular	X			Contaminantes ambientales, incrementos de esbeltez, Falta de sustentación,					
Biológicas	Animales	X			Contaminantes ambientales, incrementos de esbeltez, Falta de sustentación,				
	Vegetales		X						
Erosión	Química			X	Contaminantes ambientales, incrementos de esbeltez, Falta de sustentación,				

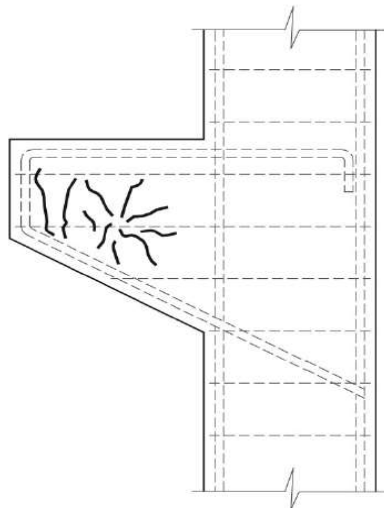
FUENTE. MODULO HISTORIA CLÍNICA

5.1.3 *Procesos patológicos principales*

A continuación, se describen algunos procesos patológicos que se desarrollan en el concreto reforzado, afectando la integridad de los materiales/elementos, y en consecuencia el comportamiento en conjunto de la estructura durante un evento sísmico.

Ilustración 1. Corrosión de armaduras

FISURACIÓN POR CORROSIÓN DE ARMADURAS



Características

- Fisuras variadas y dispersas en zonas de alta densidad de armaduras superficiales.
- El ancho evoluciona hasta valores muy altos (0.5/1mm)

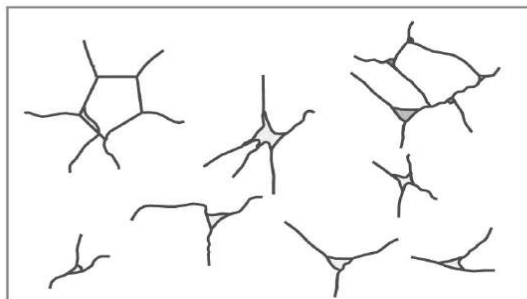
Causas

- La causa es la corrosión de la armadura, bien sea por escasez de recubrimiento, o por falta de capacidad de protección del concreto.
- La formación de óxido ejerce presión sobre el recubrimiento provocando su estallido

FUENTE. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA – AIS 2011, PÁG. 49, GUÍA DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS, ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES

Ilustración 2. Reacción álcalis-áridos

FISURAS DE REACCIÓN ÁLCALIS - ÁRIDOS



Características

- Fisuración en malla o en estrella
- A veces se presentan exudaciones blancas de gel o de calcita
- Pueden presentarse deformaciones notables de la superficie, o conos de expulsión de granos reactivos a la superficie.
- Suelen aparecer entre dos y cinco años de edad del concreto

Causas

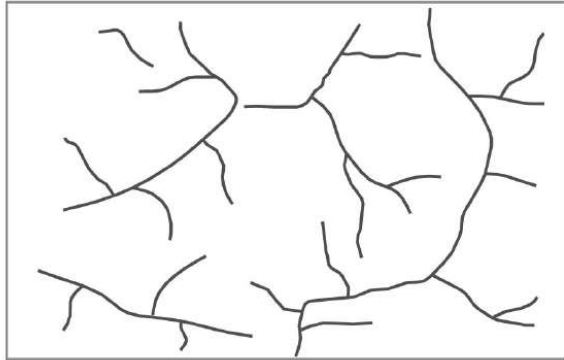
- Debidas a una reacción entre áridos que contengan silico reactiva y cementos cuya concentración es alta en álcalis y solo se presentan en atmósfera húmeda.

FUENTE. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA – AIS (2011) PAG. 51, GUÍA DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS, ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES

Al estar todas las sustancias que reaccionan en el interior del hormigón, la velocidad dependerá de la succión capilar de más cantidad de agua y de los coeficientes de difusión de iones alcalinos.

Ilustración 3. fisuras por ataque de sulfatos

FISURAS DE ATAQUE POR SULFATOS



Características

- Fisuras de distribución aleatoria
- Frecuentemente aparecen depósitos blancos en los bordes de la fisura

Causas

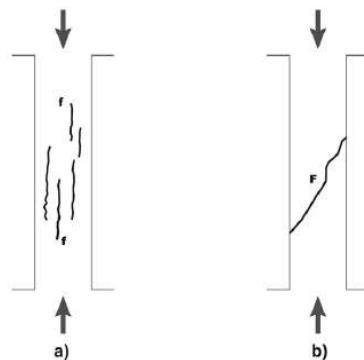
- Son debidas a la reacción del ión sulfato con algunos componentes del cemento (aluminatos, calcio, etc..)

FUENTE. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA – AIS (2011) PAG. 52, GUÍA DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS, ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES

transporte de iones a través del líquido de los poros.

Ilustración 4. Fisuración en columnas por agotamiento

FISURACIÓN EN COLUMNAS POR AGOTAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN



Características

- En hormigones con estado de humedad normal o alto, las fisuras de prerrotura son paralelas a la directriz de la columna (Figura a.) la fisura inclinada de la (figura b) es muy rara y solo se presenta en el caso de hormigones secos.
- Suelen presentarse varias fisuras, paralelas.
- Las fisuras f son siempre muy finas, del orden de 0.1mm como máximo. (Sólo son de mayor ancho en columnas con una cuantía de estribos extraordinariamente más alta que la habitual)
- Generalmente no están súperpuestas a las armaduras
- Aparecen en fase de prerrotura de la pieza, es decir, a partir del 80% al 90% de la carga de rotura de la columna.

Causas

- Falta de resistencia del concreto para las tensiones a que está solicitado.

FUENTE. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA – AIS (2011) PAG. 64, GUÍA DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS, ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES



Cambios de volumen por variaciones de humedad y de temperatura

Todos los materiales cambian su volumen con cambios en la temperatura ambiental. Además, los materiales permeables también varían de volumen cuando se saturan con agua o cuando se secan. Estos cambios volumétricos pueden generar tensiones en el material que, a su vez, pueden fisurarlo (AIS, 2011).

5.1.4 *Influencia del ambiente en la durabilidad del hormigón*

La agresividad del entorno está relacionada con acciones físicas y químicas que actúan sobre las estructuras de hormigón, independientemente de las acciones mecánicas, de las variaciones volumétricas de origen térmico, de la retracción hidráulica y otras previstas en el dimensionamiento de las estructuras de hormigón. La durabilidad de las estructuras expuestas a ambientes agresivos, como el marítimo, es menor si no se toman las medidas de protección desde el inicio del proyecto, pues, aunque es posible realizar protecciones posteriores a la ejecución los costos crecen progresivamente cuanto más tarde se haga dicha intervención.

En ambientes marinos, con independencia del ataque químico que el agua de mar ejerce sobre el concreto, el vapor del agua contenido en la atmosfera de las zonas marinas está cargado de cloruros y sulfatos. Estos ataques se pueden dar en concreto fresco y en concreto endurecido.

Al evaporarse el agua sobre o en el interior de, los poros del concreto, se cristalizan las sales produciéndose criptoflorecencias con la consiguiente aparición de tensiones internas que meteorizan los concretos de baja resistencia y disgregan los de resistencia media.

Por otro lado, se producen zonas anódicas y catódicas, que, sumado a la presencia de agua, generan corrientes internas que acaban con la corrosión de las armaduras.



Respecto a las lluvias acidas, en ellas se llega a formar ácido sulfúrico muy higroscópico que condensa en gotas que además pueden contener óxidos de nitrógeno que pasan a ácido nítrico y eventualmente algunos metales pesados.

Los agentes físicos degradantes principales son; el agua, el viento y las temperaturas ambientales altas o bajas. Las temperaturas altas se suman al efecto de calor desprendido en las reacciones de hidratación, incrementando las posibles reacciones térmicas posteriores. El efecto conjunto de la alta temperatura ambiental y el aire en movimiento genera la desecación de las superficies exteriores del hormigón. De esta manera, las reacciones de hidratación en esas superficies se dan de manera incompleta, y el hormigón en tales zonas no consigue la resistencia suficiente. Esto se manifiesta, si ha llegado a producirse la hidratación en algún grado, en forma de fisuras.

Es importante estudiar la disposición de las superficies del hormigón en relación a las lluvias. Las superficies exteriores horizontales son las más afectadas por las heladas, puesto que facilitan normalmente la penetración y mantenimiento del agua en la masa del material (*Broto, 2006*).



A continuación, se enuncian algunas de las fisuras más comunes en el hormigón:

Tabla 2. Tipos de fisuras en el concreto

ANTES DEL ENDURECIMIENTO	DEL	DESPUÉS DEL ENDURECIMIENTO
<p>Heladas Plásticas Retracción plástica Asentamiento plástico</p> <p>Movimientos durante la ejecución Movimiento del encofrado Movimiento de la subestructura</p>		<p>Físicas Áridos con retracción Retracción de secado Piel de cocodrilo</p> <p>Químicas Corrosión del hierro Retracción árido-cemento Carbonatación</p> <p>Térmicas Ciclos de hielo/deshielo Variaciones estacionales de temperatura Contracción térmica temprana</p> <p>Estructurales Sobrecarga accidental Fluencia Cargas de servicio/cambios de uso</p>

FUENTE. ADAPTADO, CHARLES BROTO 2006 PÁG. 138, ENCICLOPEDIA BROTO DE PATOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN)

5.1.5 Niveles de daño

Siguiendo los parámetros consignados en la publicación “guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales”, se realizan las siguientes tablas para facilitar la determinación del nivel de severidad de las lesiones encontradas:

Tabla 3. Niveles de daño en elementos arquitectónicos

NIVELES DE DAÑO EN ELEMENTOS ARQUITECTONICOS									
NIVEL DE DAÑO	% Área afectada	Criterio de habitabilidad	Tipo de daño	Muros fachada o antepechos	Muros Divisorios o particiones	Balcones	Escaleras	Acabados exteriores	Tanques Elevados
Ninguno / muy leve	≤ 100	Habitable	Agrietamiento	No evidente					
			Ancho grieta	< 0,2 mm					
Leve	≤ 100	Habitable	Agrietamiento	Perceptible a simple vista, daños que no afectan la seguridad y uso.					
			Ancho grieta	0,2 mm - 1,0 mm					
Moderado	≤ 30	Habitable	Agrietamiento	Diagonal incipiente	Diagonal incipiente	Perceptible en apoyos	Superficial	Superficial y en apoyos	
	30-100	Uso restringido	Ancho grieta	1,0 mm - 3,0 mm					
Fuerte	≤ 60	Uso restringido	Agrietamiento	Diagonal severo	Diagonal severo	severo	Daños en los apoyos, presencia de escombro, deformación excesiva.		
	≥ 60	No habitable	Ancho grieta	> 3,0 mm					
Severo	≤ 60	Uso restringido	Deformación	Inclinación, desplome, despredimiento, aplastamiento apreciable de la mampostería.		Inclinación o desplome evidente, colapso parcial, barras de refuerzo pandeadas, representa riesgo.			
	≥ 60	No habitable							

FUENTE. ADAPTADO, ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA – AIS (2011), GUÍA DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS, ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES



5.1.6 *Isopteros (comegenes) termitidos*

(Termes o termitas) pueden clasificarse en Cryptotermes, Kalotermes y Reticulitermes.

La primera, especie canaria *Cryptotermes brevis* Walker, anida en la madera seca y es esencialmente casera, la segunda, por su parte, se alimenta de árboles caídos en el bosque.

En edificación, la especie más común, dañina y peligrosa es la del *reticulitermes lucifugus*, que anida en el suelo y puede construir túneles o galerías aéreas, que cubre con barro hasta localizar la madera.

Desde su nido, centro principal de la colonia, construye numerosas galerías que le permiten alcanzar la superficie del suelo y el maderamen de los edificios. La madera aparece desecha como hojaldre y con cámaras interconectadas.

Las galerías tienen un trazado preferentemente longitudinal y aparecen limpias con algunos restos (heces, tierra, astillas) y la capa externa permaneces para proteger a los insectos de la luz.

Los huevos son similares a aquellos de las hormigas. Permanecen en cámaras y bien cuidados hasta que las larvas pasan por el estado de ninfa.

Los adultos también recuerdan a las hormigas, pero su cuerpo es blanco, casi transparente por la ausencia de quitina y además presentan diferencias anatómicas entre castas de obreros y soldados. Tienen una época alada en la que cuentan con cuatro alas iguales y su movimiento es rápido y nervioso (*Broto, 2006*).



5.2 MARCO LEGAL

Se deben cumplir con las siguientes normativas en Colombia:

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Ley 400 de 1997 (Modificado por la Ley 1229 de 2008, Ley 1796 de 2016 y decretos reglamentarios). En los títulos A, B, C, inicialmente, dependiendo del tipo de reforzamiento escogido.
- Decreto 926 del 19 de marzo de 2010.
- Decreto 2525 del 13 de julio de 2010.
- Decreto 092 del 17 de enero de 2011.
- Decreto 340 del 13 de febrero de 2012.
- Constitución política de Colombia 1991.
- POT Cartagena de indias.

5.3 MARCO HISTÓRICO

5.3.1 LA MATUNA – SUS DISEÑADORES (1953 – 1957)

Con la construcción de la Matuna y sus edificios en altura, se generó una ruptura visual del perfil urbano de la ciudad vieja, pero a su vez son hoy testimonio real del pensamiento de la época y de los principios arquitectónicos modernos que regirían este tipo de arquitectura en la ciudad. La urbanización como tal fue diseñada por el arquitecto Augusto Tono Martínez y Tomas Bustillo, con el asocio de la Oficina Municipal de Planeación durante el gobierno de Gustavo Rojas Pinilla (1953 – 1957).

El proceso edificatorio de la Matuna tomó aproximadamente 3 décadas (1950 – 1980) todas estas edificaciones en altura, envueltas en un lenguaje arquitectónico moderno, marcaron una huella y una circunstancia en la vida de la ciudad.



5.3.2 CONSTRUCCIÓN Y EVOLUCIÓN DEL EDIFICIO DAVID

El edificio David, tiene un área construida de 5240 m² distribuidos en locales comerciales en el primer piso, 4 apartamentos en los pisos 2-5, en el sexto piso se tiene un pent-house, su arquitectura es de estilo moderno.

5.3.2.1 Compra y adquisición de los predios

Para el año de 1952 la casa comercial Salim David & Compañía adquiere en subasta pública los lotes números 13 y 14 demarcados como aparecen plasmados en el plano del proyecto de la urbanización La Matuna, correspondientes al Bloque “C” del primer sector con las siguientes medidas y área superficial.

Tabla 4. áreas lotes edificio David

Denominación	B(m)	L(m)	A(m ²)
Lote 13	18.5	20	370
Lote 14	18.5	20	370
Área total (m ²)			740

FUENTE. ADAPTADO DE INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS

5.3.2.2 Edificio David-diseño y construcción año 1953

1952: Una vez adquiridos, diligenciados y legalizada la compra de los lotes 13 y 14, la sociedad *Salim David & Cía.*, Se contrata el diseño arquitectónico con la firma Ziesel & Martelo, cuyo arquitecto encargado del diseño fue Carlos Uribe Torres.

1953: Se solicita a la Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias, sección de Obras Públicas Municipales, los permisos respectivos para dar inicio a la construcción del edificio David.

Se expide el permiso de construcción del edificio David el día 12 de febrero de 1953.

5.3.2.3 Edificio David completa cinco pisos año 1955

En siguientes fotografías se observan las características arquitectónicas del edificio David que se responden a los parámetros de la arquitectura del movimiento moderno. Un lenguaje

formal que es respuesta a las determinantes físicas del lugar: Portal de doble altura con muro alto y calados que facilitan la circulación del viento y el control solar.

FOTOGRAFÍA 1. Panorámica general de la Urbanización de La Matuna. Año 1955



FUENTE: FOTOTECA HISTÓRICA DE CARTAGENA (1955).

Con estas imágenes se corrobora que, para el año de 1955, ya a al edificio David completaba sus cinco pisos, siendo rematado con un apartamento en la parte superior del quinto piso, el cual actúa como pent-house del edificio.

El boom de la construcción en el sector la Matuna, termino a principios de 1980, al ocupar todos los lotes disponibles, esto trajo como consecuencia un fenómeno de proliferación comercial, ya que ante la demanda los locales de por ejemplo de 200 m² fueron subdivididos en 10 locales de 20 m², esta superpoblación comercial que no fue contemplada al momento de diseñar las redes, lo que ha ocasionado la saturación del sistema de recolección de aguas residuales, con frecuencia aguas negras salen de los registros, ocasionando un malestar general debido a los malos olores causantes de alergias y enfermedades pulmonares.

5.3.2.4 Decadencia edificio David año 1993

Desde el año 1993 el edificio David presenta como cubierta general un techo a dos aguas elaborado en Canaleta 90 a fin de garantizar la conservación de la placa de concreto que cubre los apartamentos y las cámaras de aire, dado que, en cierta forma, esta edificación comenzó un proceso de decadencia, ante la falta de mantenimiento previo.

FOTOGRAFÍA 2.SOBRE CUBIERTA DEL EDIFICIO DAVID A DOS AGUAS EN CANALETA 90 FOTOGRAFÍA DE 2016



Fuente: Fototeca Histórica de Cartagena (2006).

5.3.2.5 Siglo XXI- Edificio David, era 2000

El edificio David lo comienza conservando todos los elementos formales que lo caracterizan como una edificación del movimiento moderno, preservando, su cubierta plana en concreto con un sobre cubierta en Canaleta 90 a dos aguas, la cual se ha mantenido hasta la actualidad.

5.3.2.6 Edificio David año 2016

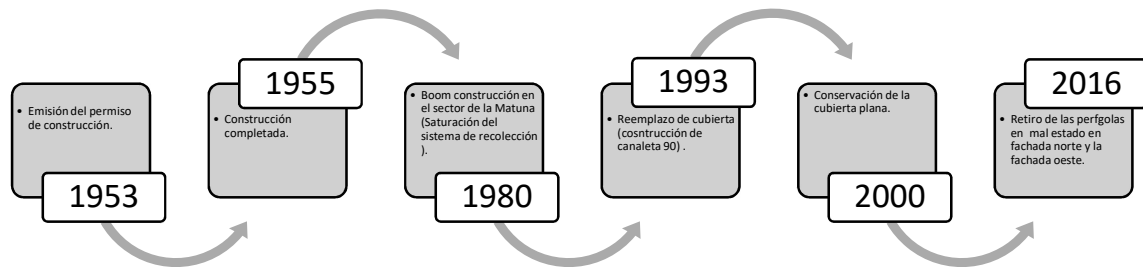
Para el año 2016 el edificio David presenta un estado de conservación aceptable y muchos de sus elementos formales mantienen sus características originales. Por efectos de seguridad se decidió retirar del edificio las pérgolas verticales que protegían de la incidencia solar su

fachada norte y la fachada oeste. De los 17 apartamentos que lo constituyen, solo cuatro se encuentran actualmente ocupados, así como los locales de la primera planta.

En la actualidad las autoridades están reglamentados un nuevo plan de ordenamiento territorial (POT) y dentro de este un plan especial de manejo y protección (PEMP), que permite regular la parte urbanística del centro histórico y sus zonas aledañas.

A continuación, se enuncia una línea de tiempo que permite enunciar los acontecimientos principales ocurridos en el edificio David.

Ilustración 5. Línea de tiempo edificio David



Fuente: Autores.

5.3.2.7 Informe fotográfico edificio David año 2016

FOTOGRAFÍA 3.FACHADAS NORTE Y ESTE DEL EDIFICIO DAVID, AÑO 2016. LAS PÉRGOLAS VERTICALES DE AMBAS FACHADAS HAN SIDO RETIRADAS POR EFECTOS DE SEGURIDAD



FUENTE. INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS AÑO 2016

FOTOGRAFÍA 4. FOTOS INTERNAS DEL PENT-HOUSE EN EL SEXTO PISO DEL EDIFICIO DAVID



FUENTE. INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS AÑO 2016

FOTOGRAFÍA 5. FOTOS INTERNAS APARTAMENTO TIPO DEL EDIFICIO DAVID



FUENTE. INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS AÑO 2016



6. METODOLOGÍA

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE

El edificio David, al ser un edificio construido en la década de 1950 de los primeros edificios modernos de Cartagena, y al estar ubicado en el sector de la Matuna posee gran potencial comercial y habitacional que actualmente está desaprovechado al tener afecciones patológicas como fisuras, humedades y desprendimientos, cabe resaltar que, al ser construido en 1950, no se cuenta con la debida resistencia a sollicitaciones sísmicas.

6.2 PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

6.2.1 INSPECCIÓN PRELIMINAR DEL PACIENTE

La visita inicial se llevó a cabo el día 02 de abril 2020 de manera ascendente iniciando en el piso 2 llegando a nivel del 6 piso, en este proceso se evidenciaron inicialmente lesiones de tipo:

- **Físicas:** suciedad, erosión, humedades por capilaridad, condensación y filtraciones.
- **Lesiones mecánicas:** deformaciones, fisuras, grietas, deformaciones, desprendimientos y erosión.
- **Lesiones químicas:** oxidación, corrosión, eflorescencias, organismos vivos y erosión.

Se realiza un inventario de daños sectorizando, cuantificando y clasificando las lesiones patológicas presentes, para facilitar su diagnóstico, *ver tabla 9 lesiones presentadas en el edificio David.*

6.2.2 INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL ESTUDIO

Siguiendo las recomendaciones del la NSR- 10 en el ítem A.10.2



A.10.2 — ESTUDIOS E INVESTIGACIONES REQUERIDAS

A.10.2.1 — INFORMACIÓN PREVIA — Deben realizarse investigaciones sobre la construcción existente, tendientes a determinar los siguientes aspectos acerca de ella:

- (a) Cuando se disponga de documentos descriptivos del diseño de la estructura y su sistema de cimentación original, debe constatarse en el sitio su concordancia con la construcción tal como se encuentra en el momento. Deben hacerse exploraciones en lugares representativos y dejar constancia del alcance de estas exploraciones.
- (b) La calidad de la construcción de la estructura original debe determinarse de una manera cualitativa.
- (c) El estado de conservación de la estructura debe evaluarse de una manera cualitativa.
- (d) Debe investigarse la estructura con el fin de determinar su estado a través de evidencia de fallas locales, deflexiones excesivas, corrosión de las armaduras y otros indicios de su comportamiento.
- (e) Debe investigarse la ocurrencia de asentamientos de la cimentación y su efecto en la estructura.
- (f) Debe determinarse la posible ocurrencia en el pasado de eventos extraordinarios que hayan podido afectar la integridad de la estructura, debidos a explosión, incendio, sismo, remodelaciones previas, colocación de acabados que hayan aumentado las cargas, y otras modificaciones.

Ilustración 6. Estudios e investigaciones requeridas y recomendaciones

Al contar con el apoyo de los propietarios del edificio, ellos proporcionaron los siguientes documentos:

Tabla 5. INFORMACIÓN DISPONIBLE EDIFICIO DAVID

Título	Autor/Autores	Año de publicación
Investigación histórica, edificio David centro histórico la Matuna, Cartagena de indias	Arq. Ricardo Zabaleta Puello	2016
Análisis de vulnerabilidad y riesgo ante escorrentía pluvial	Ing. Federico A. Vega Bula Arq. Ligia M. García Schiller	2010
Vulnerabilidad sísmica edificio David Cartagena	Ing. Jorge Reyes	2013

FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), INFORMACIÓN DISPONIBLE EDIFICIO DAVID

- **Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.**

Se cuenta con la autorización de los propietarios: Edgard David Chartuní, María del Socorro David Chartuní y otros.

- **Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración**

La exploración será realizada por: Ing. José Gabriel Bello, Arq. Elta Gissell Rook, Ing. Angela María Villamil.

- **Medios para realizar la exploración:**

Se realizarán inspecciones visuales ensayos no destructivos, y con la autorización de los propietarios ensayos destructivos.



6.3 HISTORIA CLÍNICA

6.3.1 DATOS GENERALES DEL PACIENTE

Tabla 6.DATOS GENERALES DEL PACIENTE

DATOS GENERALES DEL PACIENTE	
Responsables del estudio	Ing. José Gabriel Bello, Arq. Elta Gissell Rook, Ing. Angela María Villamil.
Fecha de realización del estudio	Abril 2020
Nombre	Edificio David
Ubicación geográfica	Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia.
Propietario	Edgard David Chartuní, María del Socorro David Chart uní y otros.
Administrador	Edgard David Chartuní (Propietario).
Implantación urbana	Edificación en lote esquinero
Uso original	Locales comerciales en primera planta. Apartamentos (Vivienda) en la segunda.
Uso actual	Locales comerciales en la primera planta y solo cuatro apartamentos ocupados de un total de 17.
Uso actual y previsto del sector	comercial
Fecha de Construcción	1953.
Periodo histórico	Moderno
Arquitecto - diseño	Arq. Carlos Uribe
Constructor	Ziesel & Martelo (ing. Enrique Ziesel).
Clasificación arquitectónica	Edificio contemporáneo
Contexto urbano	Edificaciones de corte moderno de la urbanización La Matuna construidos en la década de 1950
Clasificación arquitectónica	enmarcado dentro de las características de la arquitectura moderna de Cartagena
Sistema estructural/constructivo	Pórticos en concreto, entrepiso en sistema reticular celulado, El consta de columnas y vigas armadas en 2 direcciones con placa Aligerada en un reticular celulado, muy usado en la época. Son 8 ejes de columnas de 5 unidades cada una, total 40. (NO TOMA EN CUENTA SOLICITACIONES SISMICAS SOLO GRAVITACIONALES).
Importancia del paciente	El edificio David fue uno de los primeros edificios modernos construidos en Cartagena, que dispone de 17 apartamentos que representan lucro cesante para el propietario, por lo que se deben evaluar las afecciones y presupuestar sus reparaciones a fin de que el propietario pueda tomar una decisión respecto al inmueble
Normativa actual	NSR-10
Monumento de conservación	No aplica

FUENTE. ADAPTADO DE INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS AÑO 2016



6.3.2 DATOS GENERALES DE LA EDIFICACIÓN Y/O CONSTRUCCIÓN CIVIL

Tabla 7. DATOS GENERALES DE LA EDIFICACIÓN Y/O CONSTRUCCIÓN CIVIL

DATOS ESTRUCTURALES GENERALES	
Tipo de cimentación	La cimentación es un sistema de zapatas con 4 pilotes, implantadas a 3 metros de profundidad.
Categoría de la unidad de construcción tabla H.3.1-1	Media, entre 4 y 10 niveles, cargas máximas de columnas en servicio entre 801 y 4000 kN
Altura	20.82 m
Número de pisos	5 plantas 1 penth house
Calidad de la construcción original	Buena $\Phi_c = 1$ Dado el estado actual de la estructura y el uso de cimentación combinada y losa aligerada en dos direcciones, refuerzo transversal.
Fidelidad de los planos	Media: Se tienen planos arquitectónicos elaborados recientemente, sin embargo, no se ha tenido acceso a los planos estructurales
Estado de la estructura A.10.2.2.2	Regular $\Phi_e=0.8$ ausencia de: afecciones por sismos, asentamientos diferenciales, reformas, deflexiones excesivas, integridad de nudos. Presencia de: Fisuración, corrosión de las armaduras y humedades
Aplicación patológica	Geriátrica
Representación grafica	Planos en planta y alzado
Patología más relevante	Desprendimiento de acabados, humedad.
Tipos de lesiones	Mecánicas (fisuras, grietas, desprendimientos), físicas (humedades, erosión), químicas(erosión), biológicas (crecimiento de vegetación, insectos xilófagos)

FUENTE. ADAPTADO DE INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS AÑO 2016

6.3.3

6.3.4 DESCRIPCIÓN SECTORIAL

Enclavado sobre el paramento sur de la Avenida Venezuela, es un edificio de 6 pisos de altura que conforma conjunto urbano con el resto de edificaciones que constituyen el actual panorama de la Matuna.

FOTOGRAFÍA 6. UBICACIÓN EDIFICIO DAVID



FUENTE. GOOGLE EARTH

- **Edificaciones vecinas.**

FOTOGRAFÍA 7. perfil urbano edificio David



BANCO POPULAR COMERCIOS LA MATUNA EDIFICIO DAVID EDIF. BCO ESTADO

FUENTE. INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS AÑO 2016

6.4 ANÁLISIS AMBIENTAL

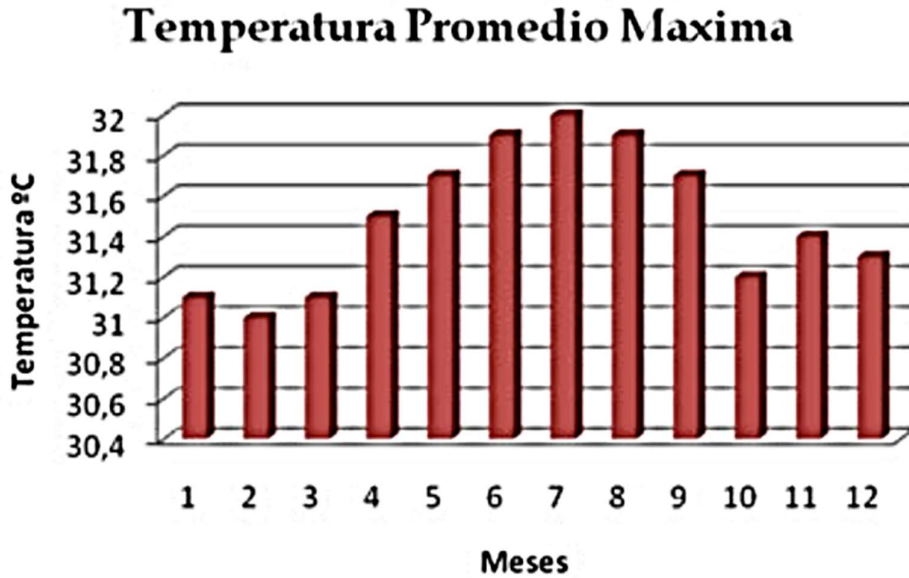
6.4.1 CLIMATOLOGÍA CARTAGENA

Altura barométrica: 0 m.s.n.m

Topografía: Plana

Nivel freático y escorrentías: Presenta afectación por escorrentías

Ilustración 7.temperatura promedio máxima



FUENTE. CIOH

Ilustración 8.PROMEDIO MULTIANUAL DE HUMEDAD RELATIVA

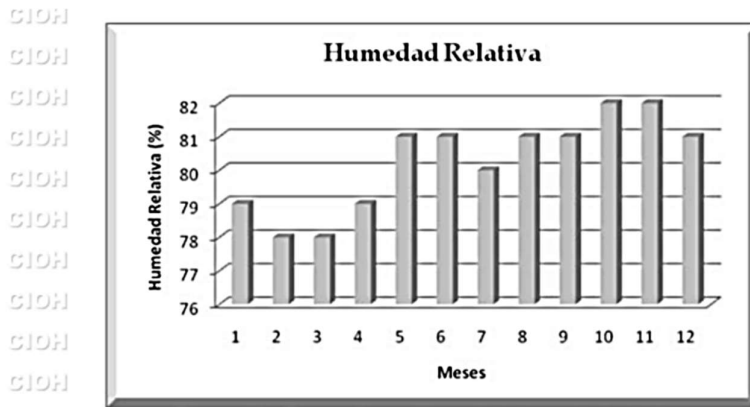


Figura 10. Promedio multianual de humedad relativa.

Humedad relativa: Los mayores niveles de humedad se registran en los meses de Octubre y Noviembre, los más lluvioso con 82%, le siguen Mayo, Junio, Agosto, Septiembre y Diciembre con 81%, y los de menor humedad son Febrero y Marzo con 78%, así mismo la media anual es de 80%.

FUENTE. CIOH

VIENTOS

El viento es un factor que permite la erosión mecánica lo que afecta áreas expuestas como fachadas, balcones, además de favorecer los daños producidos por las sales y contenidos

químicos típicos de la zona costera, lo que favorece el deterioro evidente del edificio David.

A continuación, se describe el comportamiento de los vientos en la ciudad de Cartagena.

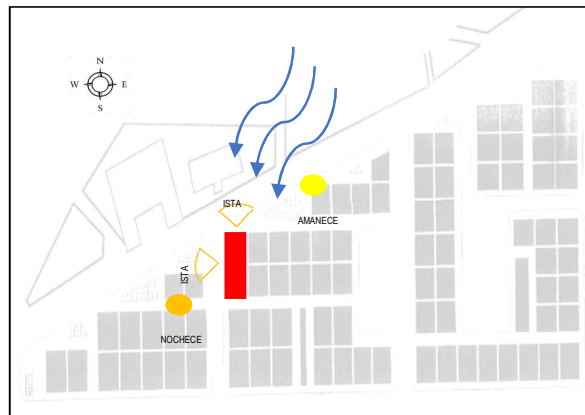
Tabla 8. VIENTOS EN CARTAGENA

Época	Meses	Intensidad
Seca	Diciembre-marzo	5 nudos -10 nudos pueden llegar a 30 nudos
Húmeda	Agosto-noviembre	02 nudos a 05 nudos pueden llegar a 05 nudos
Transición	Abril-julio	oscilan entre 6 nudos y 10 nudos.

FUENTE. ADAPTADO DE CIOH

El edificio David se encuentra expuesto al ambiente marino de Cartagena, lo que favorece el ataque de cloruros, al estar ubicado en una zona comercial se ve expuesto a CO₂ que favorece la carbonatación, además su tiempo de construcción no se contó con impermeabilizaciones, protección contra carbonatación, y concreto de recubrimientos que favorecieran la durabilidad del mismo, la humedad presente en el ambiente y pluvial, influye directamente en el aspecto técnico y estético del edificio, llevando a acelerar procesos patológicos, físicos y químicos.

Ilustración 9 EXPOSICIÓN A AGENTES CLIMÁTICOS.



FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), EXPOSICIÓN A AGENTES CLIMÁTICOS.

6.4.2 Análisis de vulnerabilidad y riesgo ante escorrentía pluvial año 2010

El estudio fue motivado a causa de las múltiples inundaciones que sufre el edificio; el primer reporte de inundación fue el 14 de diciembre de 2006.



Las inundaciones son causadas por lluvias que superan la intensidad media con duraciones superiores a los 15 minutos, se inunda el andén y alcanzado la totalidad del área de la mayoría de los locales y el lobby del edificio, situación que ha generado perjuicios como: el daño de mercancías, muebles, y enseres en los locales comerciales y afectación de la estructura, mampostería y acabados del propio edificio.

Inicialmente la evacuación de las aguas lluvias captadas en el edificio se llevaba a cabo mediante descarga superficial sobre el pavimento de la vía, a través de conductos empotrados en los andenes de las mismas. Este sistema funciono satisfactoriamente, hasta la construcción de la red vial de transcribe la altura del borillo de la calzada se encuentra a un nivel por encima del piso del portal del edificio. El nivel del piso de portal del edificio David con el que limita, a través de una rampa de transición entre los dos niveles, la diferencia de nivel se aprecia por el incremento de la altura que llega a ser de dos escalones.

Por fuera del perímetro del portal del edificio se construyó un cárcamo con una sección efectiva de 0.15 m de ancho por 0.15 m de profundidad cubierto con adoquines a manera de reja, que son fáciles de extraer y se acumula basuras que no permiten el funcionamiento óptimo. Este cárcamo se extiende hasta un punto ubicado frente a la mitad del acceso lateral del edificio; a partir de dicho punto el andén y el piso del portal del edificio, sin ningún dispositivo que intercepte la escorrentía de agua, creándose un canal de flujo de agua hacia el piso del portal.

Según el caculo realizado en este estudio, se indica que con intensidades superiores a 85 mm/h, con duraciones por encima del tiempo de concentración, para el caso, relativamente corto, superan la capacidad de evacuación del cárcamo, y dependiendo su duración, generan riesgo de inundación, por lo que se recomendó *ampliar el cárcamo, colocar rejillas y tragantes que impidan la contaminación.*



6.4.3 *AGENTES CONTAMINANTES EN EL EDIFICIO DAVID*

Cartagena, no es ajena a la contaminación, que actualmente preocupa a todas las regiones, producida por el desequilibrio, resultando en la agregación de agentes extraños al medio ambiente, causando efectos negativos en la salud de la comunidad.

El medio ambiente imperante en el sector ha favorecido la aparición de mohos y eflorescencias, ayudado por diferentes tipos de humedades, como ascensión por capilaridad o infiltraciones laterales. Las zonas internas de las edificaciones de más 50 años de construidas, por lo general no tienen una buena impermeabilización, lo que motiva que cimientos y muros de arranque en contacto con el suelo, tengan absorción de humedad con la consecuente aparición de mohos, el cual siempre tiene mal olor, repugnante sensación visual y posibilidad de causar deterioro estructural. El medio ambiente, es afectado por la acumulación de monóxido de carbono, mercurio, hierro, azufre residuos de petróleo y crudos, cobre, óxido de nitrógeno y compuestos de plomo, Estos gases son de tipo invernaderos y permanecen activos en la atmosfera por largo periodo de tiempo y pueden convertirse en lluvia acida que favorece en gran medida la degradación y la corrosión de materiales de construcción , las partículas originadas por los automóviles y procesos industriales originan partículas que se van acumulando en fachadas siendo los agentes climáticos medios de transporte, y demás elementos expuestos también se deben mencionar los residuos flotantes que alteran el ecosistema marítimo y por ende el equilibrio de la zona, entre estos se incluyen, plásticos, residuos de icopor, residuos metálicos, equipos de pesca, residuos de madera, vidrio papel y caucho.

La humedad propia del medio ambiente causa ciclos de mojado y secado pueden atacar a la madera, al concreto y a la arcilla cocida, produciendo agrietamiento, descascaramiento y hasta desintegración. Recordando que Todos los materiales sufren cambios volumétricos con



cambios en la humedad relativa del aire y con variaciones en la temperatura ambiente, que pueden eventualmente incidir en su integridad. Muchas de las manifestaciones patológicas por exposición ambiental son agrietamientos superficiales en forma de tela de araña, descascaramiento, desconcha miento y desintegración.

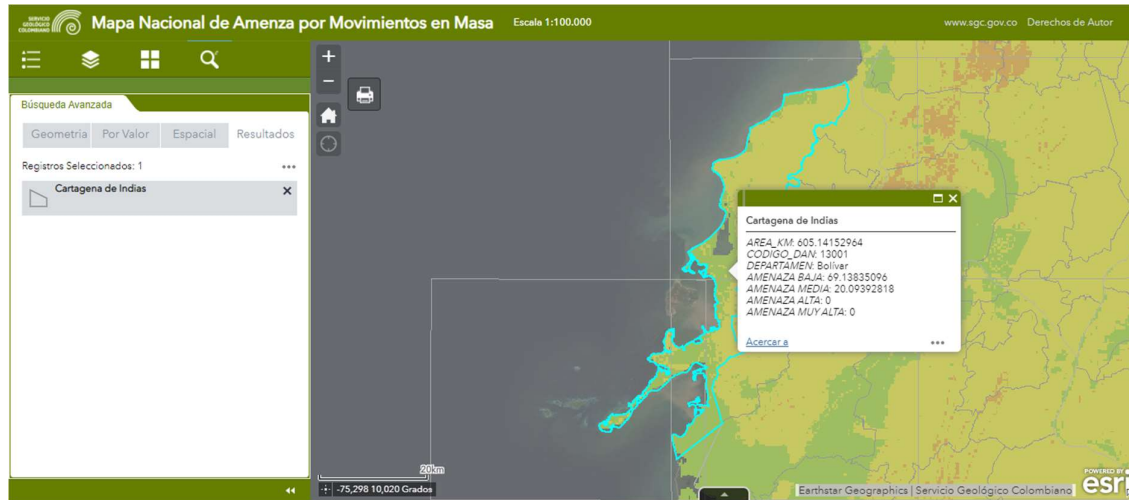
La contaminación sonora y la visual son factores que también afectan el entorno del edificio David. En el entorno del edificio David, en el paseo peatonal de su primera planta, se presenta contaminación sonora, dada la presencia de ventas ambulantes de música, se requiere especial atención los desechos orgánicos e inorgánicos, que producen los establecimientos comerciales de la zona, es necesario establecer una campaña de información sobre el manejo adecuado de estos residuos, para minimizar el impacto negativo al medio ambiente, igualmente es importante atacar los mohos que se presentan en el edificio, ya que pueden ocasionar congestión nasal, irritación de los ojos y problemas pulmonares.

6.5 AMENAZAS GEOTECNICAS

6.5.1 AMENAZAS GEOTÉCNICAS

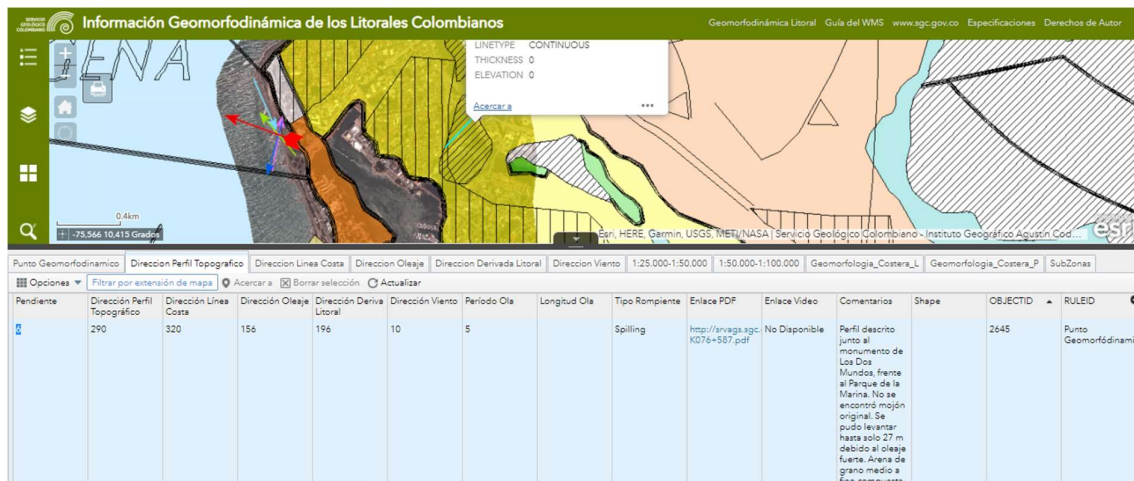
El edificio David no se encuentra bajo amenaza de movimientos en masa, geomorfodinamica, amenazas geotécnicas, fallas geológicas, depósitos de agua subterráneas, como se puede evidenciar en las siguientes ilustraciones extraídas del sistema geológico colombiano.

Ilustración 10. Amenaza por movimientos en masa



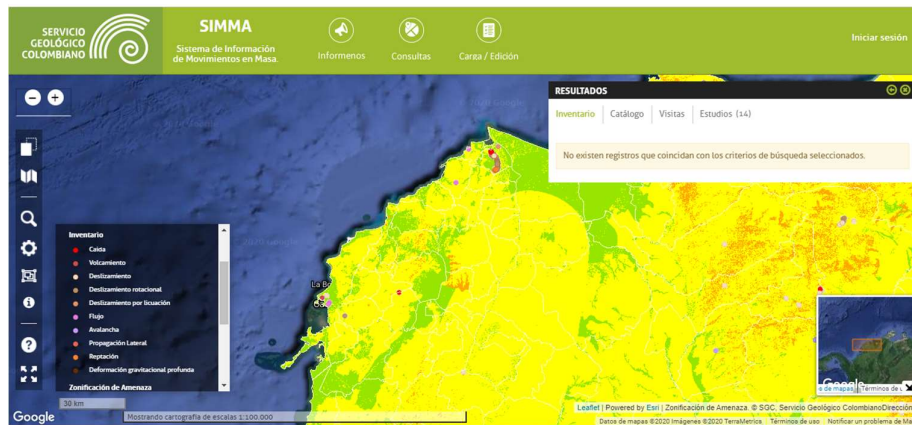
FUENTE. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Ilustración 11. Geomorfodinamica de los litorales colombianos



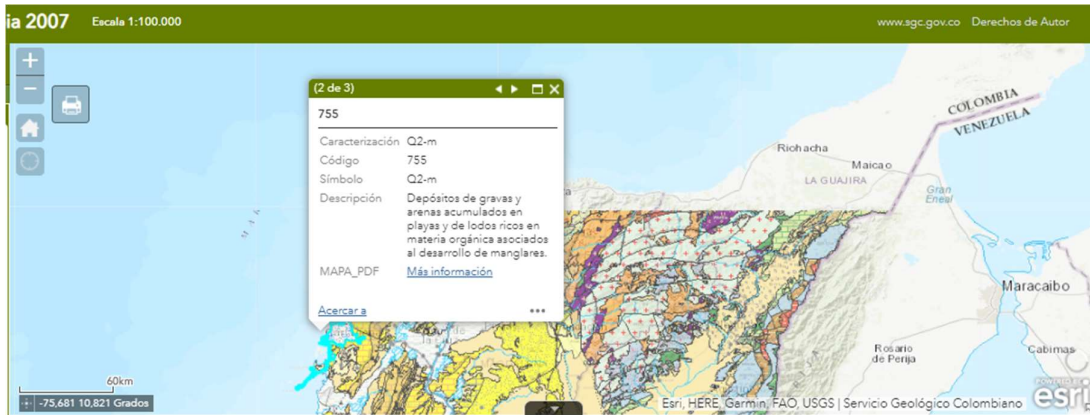
FUENTE. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Ilustración 12. Amenazas geotécnicas



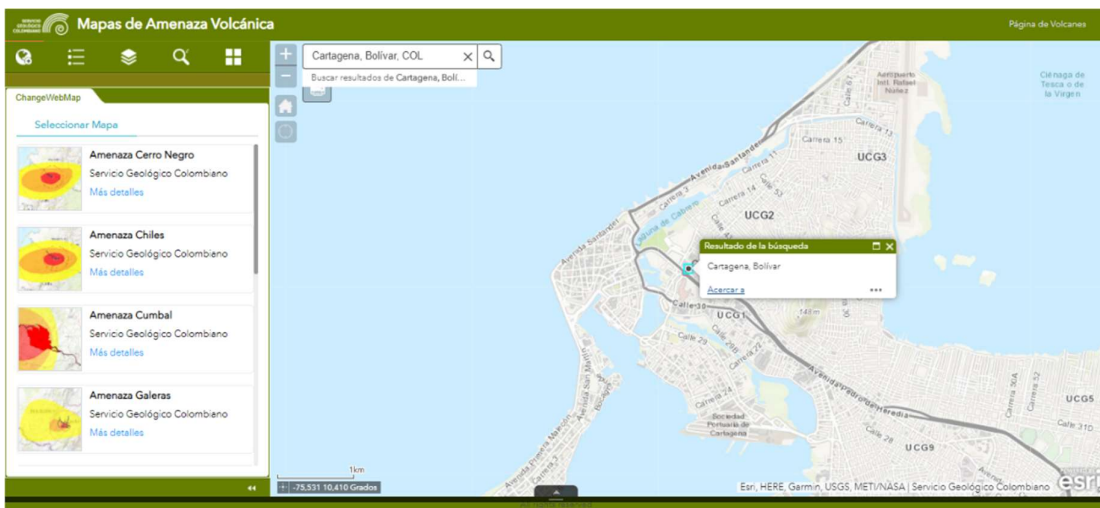
FUENTE. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Ilustración 13. Descripción geológica



FUENTE. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Ilustración 14. Amenaza volcánica



FUENTE. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Ilustración 15. Presencia de aguas subterráneas

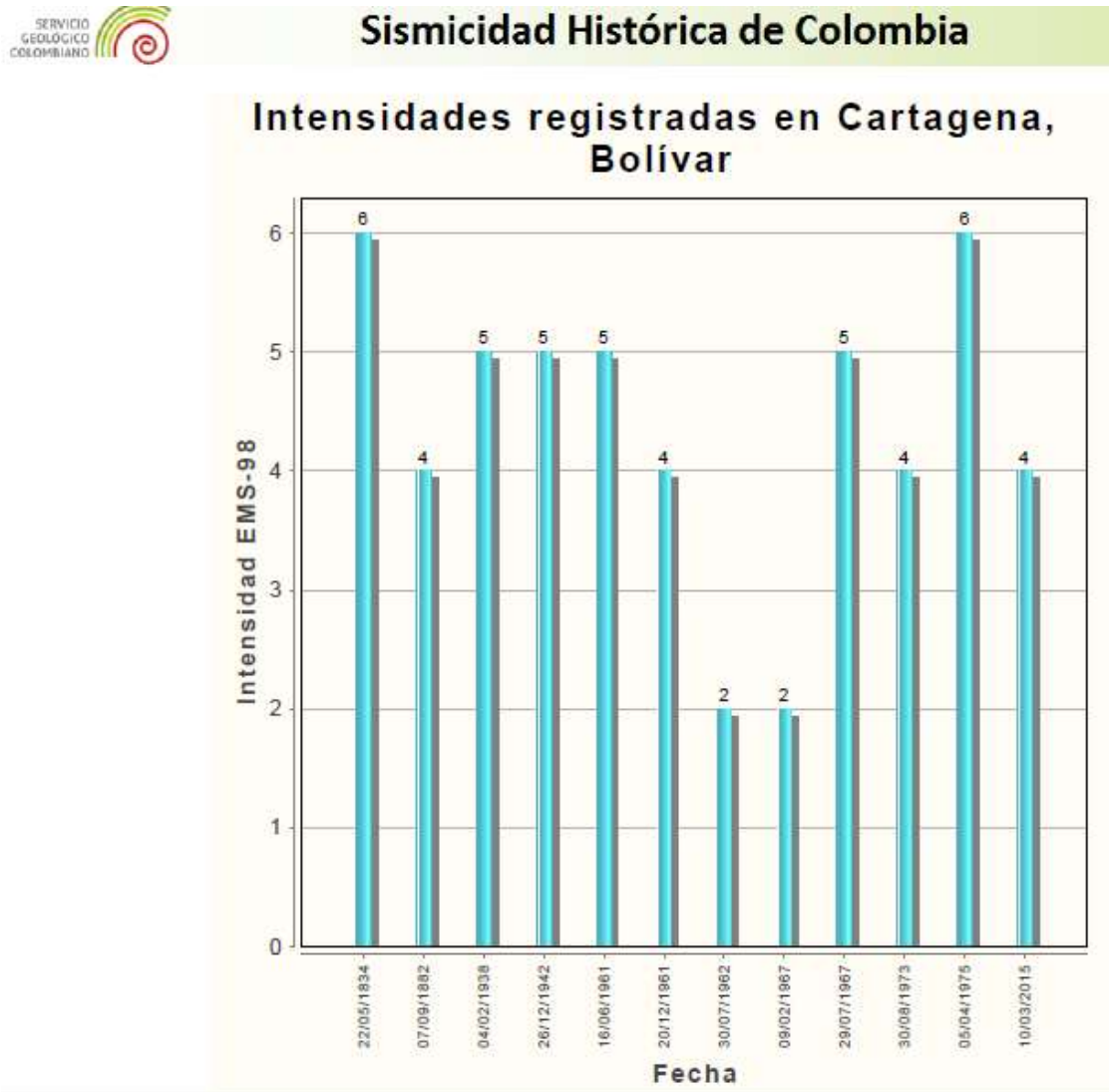


FUENTE. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

EVENTOS SÍSMICOS

Cartagena es una ciudad ubicada en una zona de amenaza sísmica baja, lo que ha permitido al edificio David comportarse satisfactoriamente en durante sus más de 50 años de construcción.

Ilustración 16.intensidades de sismos registrados en Cartagena



FUENTE. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Dadas las características de intensidad de los sismos; teniendo en cuenta la configuración geométrica y la cantidad de pisos, el edificio David presenta susceptibilidad a los sismos presentados históricamente con intensidades medias, sin embargo, **no** se han evidenciado daños causados por sismos.



6.6 DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA

Edificación esquinera que ocupa el 96% del lote, en la primera planta se separa del predio posterior por medio de un callejón que funciona como cámara de aire, a la vez que constituye el acceso a los apartamentos de manera independiente.

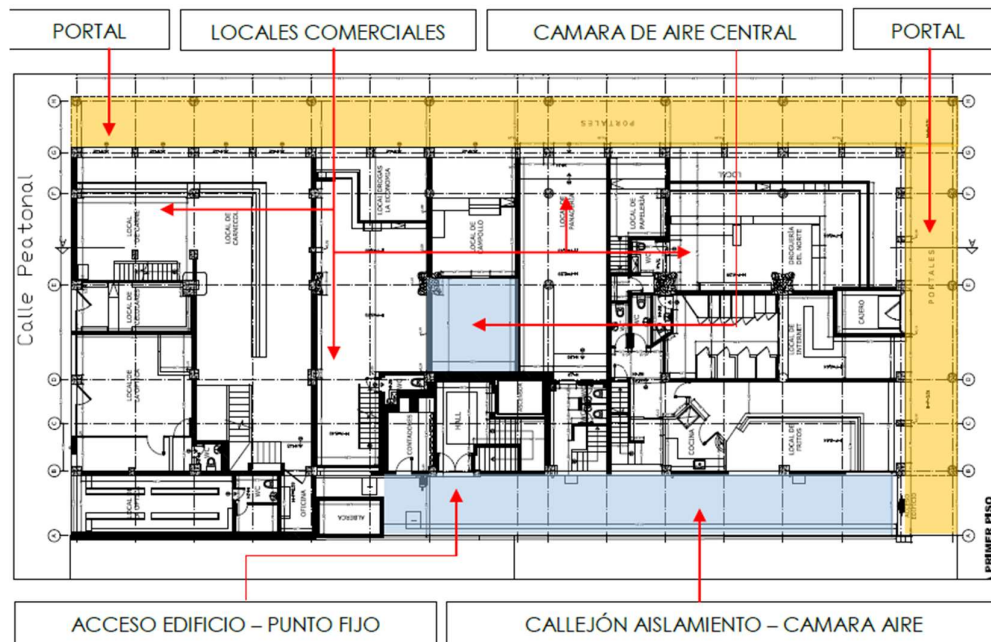
6.6.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

El edificio se desarrolla en cinco plantas más un sexto piso destinado al pent-house, acompañado por dos terrazas laterales.

PRIMERA PLANTA:

A nivel de la primera planta el edificio presenta un portal o pórtico de doble altura soportado con columnas de fuste de sección circular, el cual paramenta las fachadas principales. Este portal funciona como un elemento bio-ambiental, protegiendo espacios comerciales del primer piso de la incidencia directa de los rayos del sol, a la vez permite la circulación peatonal al cobijo de buena sombra provista por un muro con calados ubicados en la parte superior, los cuales fueron retirados en el año 2016. Cuenta con un vacío central que funciona como cámara de aire, luz y ventilación natural.

Ilustración 17. DISTRIBUCIÓN PRIMERA PLANTA EDIFICIO DAVID



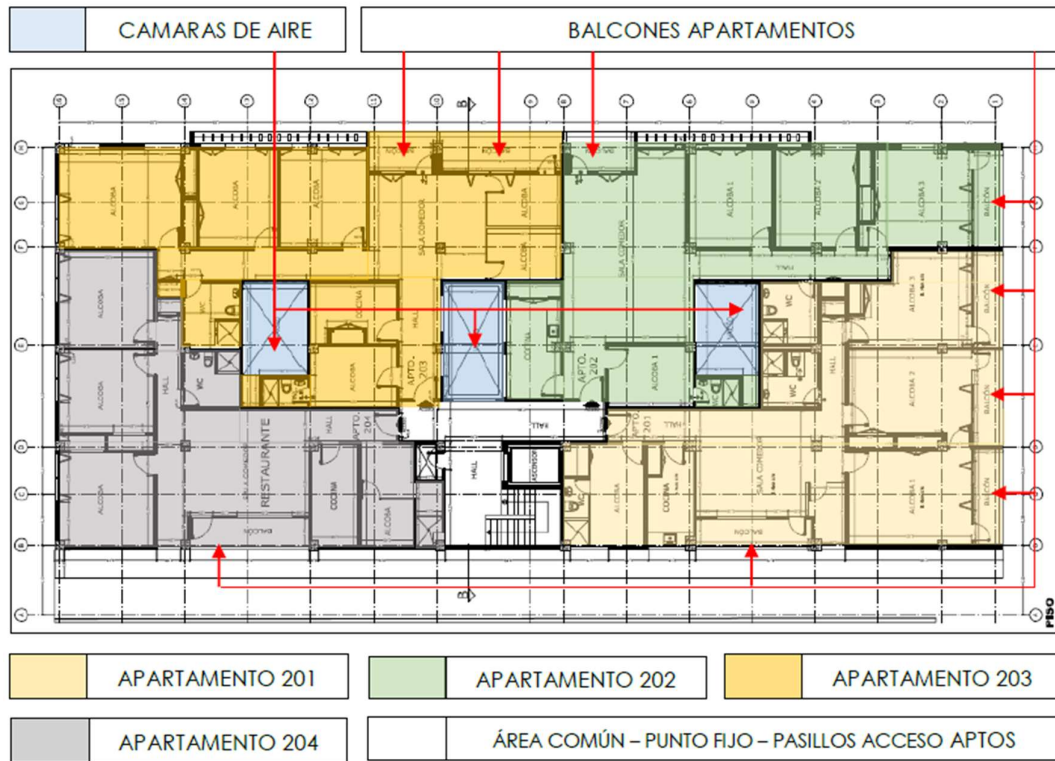
FUENTE. INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS AÑO 2016

- **SEGUNDA TERCERA, CUARTA, QUINTA PLANTA (Plantas tipo)**

A nivel de la segunda planta hasta la quinta, el edificio desarrolla cuatro apartamentos por piso; dos laterales; uno que da hacia la avenida Venezuela por el costado norte y el otro por el costado sur paramentando la calle peatonal o avenida “D”, los otros dos apartamentos, intermedios a centro del edificio, dan hacia la carrera 9. Los apartamentos están conformados por cuatro alcobas, incluida la del servicio, sala comedora, cocina y balcones.

El punto fijo, constituido por una escalera de dos tramos y un ascensor, se encuentran ubicados a la entrada del edificio por el callejón posterior que lo aísla del predio vecino.

Ilustración 18. DISTRIBUCIÓN PLANTAS TIPO EDIFICIO DAVID P2-P5



FUENTE. INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS AÑO 2016

- **SEXTA PLANTA – PENT-HOUSE**

Constituyendo el remate del edificio, la sexta planta corresponde al pent-house, el cual está conformado por: cuatro alcobas, incluyendo la de servicio, cocina, sala y comedor. En este piso se encuentra el cuarto de máquinas del ascensor apartamentos laterales del piso anterior (piso 5), están cubiertos por una placa de concreto, la cual se constituye, a lado y lado del apartamento de la sexta planta, en unas terrazas, las cuales actualmente se encuentran cubiertas con una canaleta 90.

- **PLANTA DE CUBIERTA**

El apartamento del último piso del edificio presenta una cubierta a dos aguas con canaleta 90. Las tres cámaras de aire están cubiertas con placas planas de concreto, las cuales están provistas de unas franjas en vidrio block que permite la entrada de luz cenital a través de ellos.

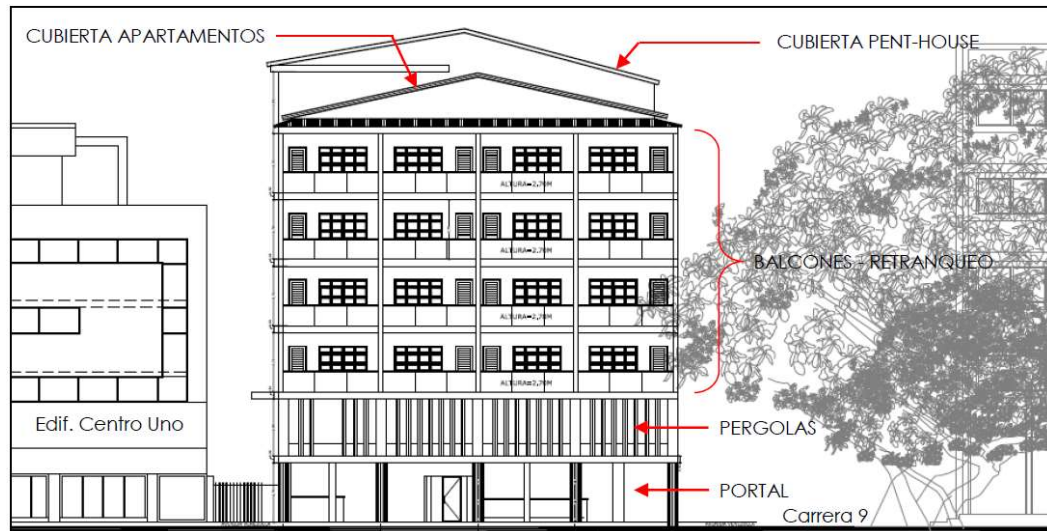
- **DESCRIPCIÓN FACHADAS**

El edificio David por su condición de inmueble esquinero, presenta dos fachadas que constituyen sus paramentos; uno hacia la avenida Venezuela y la otra hacia la carrera 9 con frente hacia el antiguo edificio de la Caja Agraria.

Ambas fachadas presentan unos retranqueos a nivel de sus paramentos, lo que les permite generar los balcones de los apartamentos, los cuales se abren hacia las vistas principales.

- **FACHADA NORTE SOBRE LA AVENIDA VENEZUELA**

Ilustración 19 Fachada norte edificio David



FUENTE. INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS AÑO 2016

Para efectos de resolver la incidencia solar, el diseño contempla un retranqueo general de cada apartamento hacia la avenida Venezuela a partir de la segunda planta. Dicho retranqueo, permite la generación de los balcones, los cuales haciendo parte del diseño compositivo de la fachada la fraccionan verticalmente en cuatro franjas.

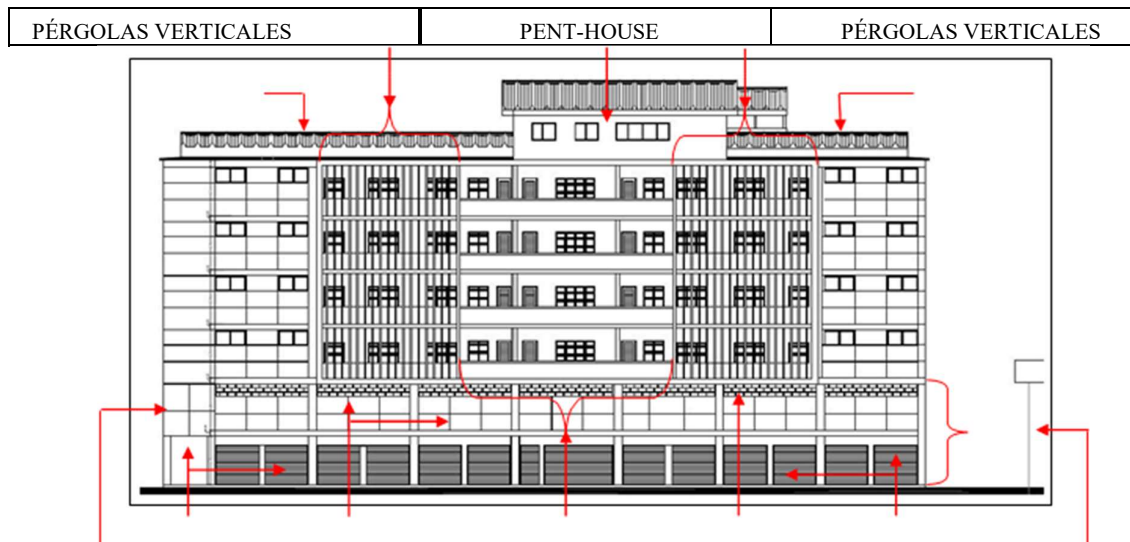
La primera planta presenta el portal que permite el acceso a los locales comerciales que dan hacia la avenida. Estos por el efecto de doble altura, presentan en su parte superior una serie de pérgolas verticales que permiten el control solar y la entrada libre y direccionada de

los vientos provenientes del norte. Estos elementos desafortunadamente fueron retirados recientemente para efectos de evitar un accidente dado su estado deplorable de conservación.

- **FACHADA OESTE SOBRE LA CARRERA 9**

Ilustración 20. Fotos de las fachadas principales

La primera del 2013 donde se observan los calados y las pérgolas verticales, tanto en el portal como sobre las ventanas de la fachada de la carrera 9. La otra foto del 2016, muestra el aspecto actual sin estos elementos



Podemos considerar esta fachada como la principal del edificio, dado que hacia la carrera 9, que es la vía que la separa del edificio de la antigua Caja Agraria, esta paramenta el lado más largo de las dos fachadas principales que tiene. Además de ser la que presenta un repertorio formal bien trabajado como respuesta a la puesta del sol en horas de la tarde.

En ella es notable el portal, el cual está provisto de un muro alto el cual en la parte superior presenta unos calados, los cuales fueron retirados recientemente, dejando a la



FUENTE. INVESTIGACIÓN HISTÓRICA, EDIFICIO DAVID CENTRO HISTÓRICO LA MATUNA, CARTAGENA DE INDIAS AÑO 2016



- **ACCESO PRINCIPAL EDIFICIO DAVID**

Planteado como un aislamiento posterior entre el edificio David y el predio vecino (*Edificio comercial Centro Uno*), un callejón de 3 metros de ancho, además de conformar una cámara de ventilación e iluminación para los espacios que del edificio David dan hacia él, constituye la zona del acceso principal a los apartamentos, donde se encuentra el punto fijo (un ascensor y una escalera de dos tramos).

6.7 DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

La edificación debiera cumplir con A.10.1.3 de la NSR-10 y/o normativa vigente al momento de diseñar/construir el refuerzo de la estructura, al ser una estructura construida antes de la emisión de la normativa sismo resistente, por lo que dado el interés los propietarios en recuperar la funcionalidad y total ocupación del edificio el presente trabajo se acoge a A.10.1.3 1 “Reparaciones y cambios menores”, por lo que las intervenciones recomendadas para devolver la funcionalidad al edificio se deben enfocar en NO afectar el sistema de resistencia sísmica ni la integridad estructural.

El enfoque se realiza bajo recomendación de los propietarios quienes están interesados en recuperar la funcionalidad del edificio y quienes ya cuentan con un estudio de vulnerabilidad y recomendaciones estructurales previas, sin embargo, dada la naturaleza residencial/comercial del edificio se recomienda el cumplimiento de la normativa sismo resistente en vigencia a fin de salvaguardar las vidas de los habitantes y en lo posible el patrimonio de los propietarios.

6.7.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural, consta de columnas y vigas armadas en 2 direcciones con placa aligerada Las viguetas están apoyadas sobre vigas maestras., muy usado en la época. Son 8 ejes de columnas de 5 unidades cada una, total 40.



6.7.1.1 GEOMORFOLOGÍA

La zona de estudio se identifica como depósitos de playa, localizados a lo largo de la línea de costa y constan de arenas de grano fino a grueso, ocasionalmente gravas, el sector fue formado por acreción antrópica donde los rellenos hidráulicos de las arenas con caracolejos fueron realizados para adosar el sector de la Matuna a la zona de expansión geográfica del centro histórico de Cartagena. Como se puede observar en las ilustraciones 8-13, no se presentan amenazas de carácter geotécnico.

6.7.1.2 CIMENTACIÓN

La cimentación es un sistema de zapatas, implantadas a 3 metros de profundidad e interconectadas por vigas de amarres en suelos surtidos, estas zapatas actúan como dados de 4 pilotes cada una, dichos pilotes tienen un diámetro de 50 cm y una profundidad de 5 metros.

ASENTAMIENTOS

Durante la inspección inicial y en las entrevistas a los propietarios/habitantes, no existe manifestación de desnivelaciones o agrietamiento de muros divisorios, por lo que se deduce que la estructura ha tenido un buen comportamiento.

6.8 ESTADO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

El ataque interno de cloruros y sulfatos puede estar relacionado con la presencia de aguas servidas, las cuales están restringidas a la zona de las escaleras allí se encuentran los baños en todos los niveles y se presenta un sistema de placas de 0.20 m de Altura.

Según la información previa del año 2013 “Vulnerabilidad sísmica edificio David Cartagena”, se tienen aceros en muy buen estado con síntomas de oxidación, debido a que el agua atraviesa la placa en la pared vertical de la viga. Los elementos aligerados se observan saturados y



presentan exceso de humedad a pesar de haber cesado las lluvias, es necesario entonces evaluar los aceros pues al estar saturados pudieron ser afectados. carbonatación

En cuanto a la carbonatación, en todos los elementos la profundidad de carbonatación fue de 3 y 4 cm en columnas para recubrimientos de más de 5 cm y en algunos sectores con presencia de morteros y elementos adicionales que aumentan los recubrimientos se disminuyen la exposición de la estructura a la carbonatación, en placas y vigas se encontraron en estado de saturación o muy próximas a este estado de manera cualitativa. Esta condición presenta el mecanismo de carbonatación como efecto muy ligero e insignificante en estas estructuras.

6.8.1 CLORUROS Y SULFATOS

Igualmente, la presencia de cloruros o sulfatos sobre 1.5 cm a 3 cm, más superficiales, no indican valores importantes en los concretos auscultados y por lo tanto no se considera como significativa en el proceso de deterioro sobre la estructura, además se descartan la presencia de daños puntuales de “picaduras” en acero, por lo que se descarta la afección.

6.9 IDENTIFICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ENCONTRADAS EN INFORME AÑO 2013

Como ataque más evidente se presentó la lixiviación de los concreto en las placas y localmente sobre algunas columnas adyacentes al área correspondiente al sector central, que sirve como acceso a toso los niveles a través de las escaleras, donde se observó mayor flujo de aguas y rebose hace otros sectores de placa (ataque químico), la lixiviación del hidróxido de calcio del concreto trae como consecuencia la degradación de oreos componentes de la pasta hidratada, el concreto pierde resistencia y se desintegra; este fenómeno se aumenta por la presencia de *cielos rasos en yeso sobre* la zona de las escaleras y ascensor, que concentran y retienen humedad que percola a través de algunos sectores de placas y produce



adicionalmente un efecto de humedecimiento y secado de las placas, aunque no se observan grietas abiertas se presenta un proceso de filtración de las placas que indica una falla del sistema de impermeabilidad de las mismas, a través de todos los niveles investigado y estos humedecimientos y secados, potencialmente provocan una propagación rápida de grietas por cambios de temperatura, y rigidez entre placas y vigas existentes que es probable que este en proceso este acelerado en los pisos de los niveles más altos.

Adicionalmente se observa un proceso de agrietamiento muy importante con grietas en muros y vigas de fachada, especialmente en la fachada frontal y lateral derecha, las cuales presentan grietas abiertas en los pisos 1 y 2, los cuales son potencialmente peligrosas por su efecto de caída sobre los peatones que transitan en los alrededores de la edificación en estudio. Estos muros presentan manchas típicas de Humedecimiento-secado y pérdida de impermeabilidad del elemento. Consecuentemente, los cambios de temperatura han provocado la formación de grietas y la mayor concentración de humedad ante grietas abiertas.

Es necesario evaluar con ensayos las situaciones anteriormente descritas para conocer su evolución y severidad actual.

6.9.1 RESULTADOS ANÁLISIS SÍSMICO AÑO 2013

El comportamiento del edificio bajo cargas verticales, es satisfactorio, las columnas, soportan las cargas verticales, sin embargo, en cuanto a las fuerzas sísmicas aplicadas con la NSR-10, se supera el límite de 1% de la altura de piso, por lo que se hace necesario aumentar las secciones y/o rigidizar con pantallas o perfiles metálicos la estructura a fin de cumplir con la NSR10.

Aunque existe este informe, no se tiene acceso actualmente al modelo, por lo que es necesario modelar nuevamente y bajo condiciones de la normativa vigente al momento de realizar la actualización al reglamento en caso se realizarse después de la emisión de una



nueva normativa sismo resistente en el país. Además, dada la contingencia causada por la pandemia no fue posible la realización de ensayos que permitieran establecer el refuerzo y configuración estructural del edificio, por lo que no fue posible un análisis detallado.

6.10 CLASIFICACIÓN POR DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

6.10.1 CLASIFICACIÓN POR DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN NSR-10

A.10.2.2.1

Durante la construcción del edificio David, se utilizó la mejor tecnología existente en la época, al usarse entrepiso en reticular celulado, sin embargo, dada la distribución de elementos que aportan rigidez al edificio este se clasifica como *BUENA*, aunque posee potencial mal comportamiento ante solicitaciones sísmicas.

6.10.2 CLASIFICACIÓN POR ESTADO DE LA ESTRUCTURA NSR-10

A.10.2.2.2

Se clasifica como regular de acuerdo al estudio anterior, ejecutado en el 2013 en el que se evidencian inicios de carbonatación y presencia de humedades, algunos muros se encuentran afectados con fisuraciones, sin embargo, el edificio se encuentra en un estado *REGULAR*, al ser necesarias reformas locativas que permitan su uso total.

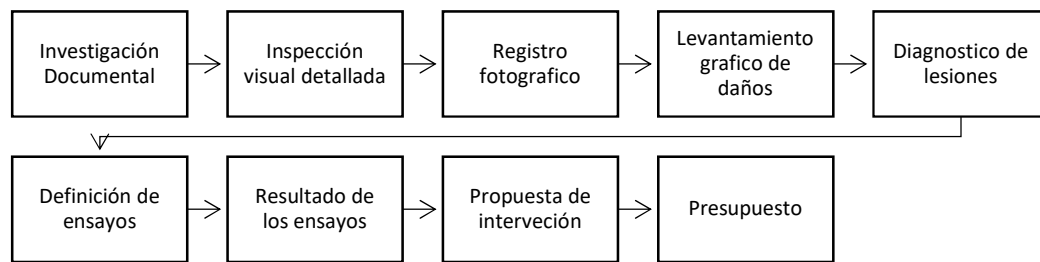
Tabla 9. Calificación cuantitativa de la calidad del diseño y el estado de la edificación

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CAL.	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
φ_c	Calidad del diseño y la construcción	1	Buena
φ_e	Estado de la edificación	0.8	Regular

6.11 DIAGNOSTICO

Se efectuará la siguiente secuencia de pasos:

Ilustración 21. Metodología



Fuente. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), METODOLOGÍA DE DIAGNOSTICO

6.11.1 Investigación Documental

Con base a la información disponible, anteriormente mencionada (*tabla* información disponible edificio David), se hace investigación con los propietarios del edificio y en lo posible con personas que hayan sido parte de la construcción del proyecto, acerca del historial del edificio.

6.11.2 pre diagnostico

Las principales causas del estado de deterioro en que se encuentra el edificio David, son la humedad y el ataque ambiental, principales promotores de lesiones patológicas.

Después de conseguir un permiso especial para realizar 3 visitas al edificio David, cada una de 4 horas solamente, se procedió a ejecutar inspección visual.

En la zona del primer piso donde fue posible el acceso, ya que la mayoría de los locales estaban cerrados debido a la cuarentena por el Covid 19, se observan problemas serios de humedad por capilaridad, como resultado de la poca importancia que se le daba a la



impermeabilización de cimientos y muros de amarre en la época que fue construido el edificio.

El problema de humedades se agudizó a partir de la construcción de la Avenida Venezuela, de las calzadas de Transcaribe con sus respectivos andenes, los cuales en su parte más alta tiene una diferencia de 21 cm con respecto al nivel de acceso al edificio, generándose por consiguiente una contrapendiente que ha causado inundaciones en todo el primer piso, hasta el punto que varios locales han tenido que construir una barrera, desde todo punto de vista antiestético para evitar el ingreso del agua. Esta situación se repite igualmente en todos los locales ubicados en el lado occidental del edificio, también por la intervención de Transcaribe en los andenes de la Carrera 8 donde varios desagües de aguas lluvias quedaron por debajo del nivel de la cuneta recolectora.

En los muros en el primer piso se ve una fuerte concentración de humedad hasta una altura aproximada 1.50 metros y también hay una presencia de zonas con mohos, otro foco de humedad es la cubierta, la cual presenta fisuración y desprendimiento de concreto, causando filtraciones que afectan todos los pisos y contribuyen a la aparición de lesiones patológicas. La zona de la estructura correspondiente a la escalera de acceso a los diferentes pisos, presenta lixiviación en los concretos de placas y columnas, debido a que tienen una gran recepción de aguas lluvias, las cuales disuelven los compuestos cálcicos del concreto, de igual manera que los ácidos. Los componentes de la pasta sufren degradación debido a la lixiviación del hidróxido de calcio del concreto, y la fisuración por ciclos de humedecimiento/secado, produciéndose una pérdida de resistencia y degradación.

Muros internos y de fachadas también presenta humedades, fisura y muros. Además, hay presencia de hongos en la fachada frontal y occidental, lo cual muestra una bioreceptividad



de la estructura, que favorece la colonización, establecimiento y desarrollo de microorganismos de origen vegetal y animal, afectándose la visualidad de la construcción.

En la fachada norte y en la fachada occidental se observa actualmente un preocupante proceso de agrietamiento en muros y vigas, especialmente en los pisos 2 y 3 representando un gran peligro para los posibles desprendimientos que puedan ocasionar un accidente sobre peatones y vehículos que transitan por la carrera 8.

El día 08 de julio de 2020 se 2 apiques para determinar el nivel freático en zona del edificio David y se encontró a -0.95 m debajo del nivel del primer piso, cabe resaltar que en Cartagena, para este mes se presentan bajas precipitaciones, por lo que se espera que con el aumento en el régimen de lluvias el nivel freático ascienda, esto combinado con la contrapendiente que tienen los andenes laterales, debido a la subida de niveles para la calzada de Transcaribe, hace que drene hacia el edificio un gran volumen de agua, que al no tener el cárcamo capacidad para evacuarla y los cimientos no estar impermeabilizados, gran parte asciende por capilaridad, ocasionando la aparición de humedades y organismos vivos como mohos y comején.

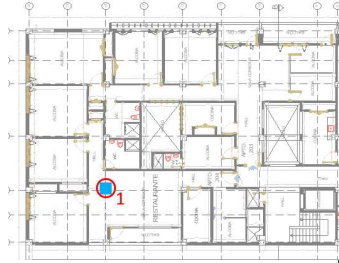



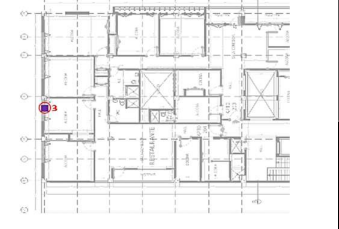

6.11.3 Registro fotográfico y levantamiento grafico de daños


Se realizaron planos permiten ilustrar gráficamente las lesiones y su ubicación, llevándolas a una clasificación, de acuerdo al tipo, severidad y ubicación del elemento afectado, el cual será sustentado por medio de fichas patológicas con un registro fotográfico sustentando cada patología con una breve descripción de ella ***ver anexo inspección visual, vulnerabilidad sísmica***, esto con el fin de establecer los diferentes parámetros donde están afectando estas lesiones.

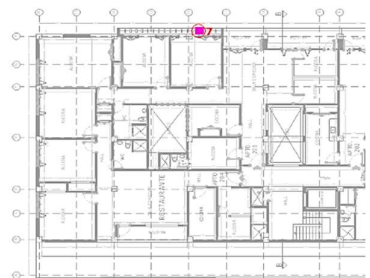

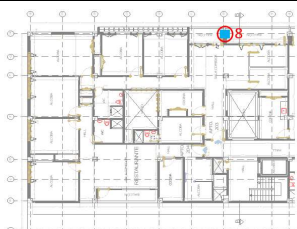

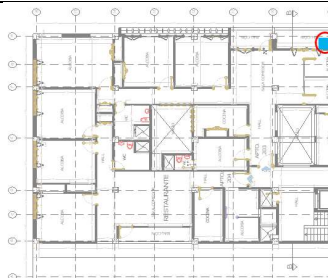


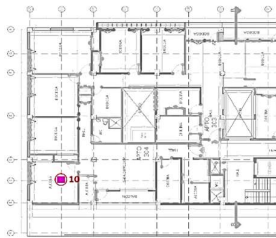

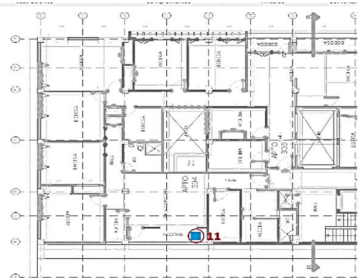

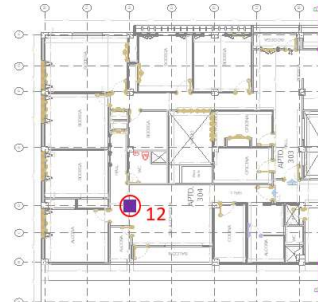



Tabla 10. Lesiones presentadas en el edificio David


	TIPO DE LESIÓN	SEVERIDAD	PLANIMETRÍA	ALTIMETRÍA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	Erosión atmosférica	Leve		H(m): 0,4 S(cm): 5,0 B(m): 0,35 D(m): 0,65	
	Corrosión en columna	Moderada			
	Erosión atmosférica	Moderada		H(m): 2,5 S(cm): 7,0 B(m): 2,0 D(m): 0,4	
	Corrosión en vigueta de placa aligerada.	Moderada			
	Grieta de cortante	Moderada			
	Desprendimiento	Leve			
	Humedad por filtración en muro	Moderada		H(m): 1,5 S(cm): 0,5 B(m): 1,2 D(m): 4,2	
	Desprendimiento	Leve			

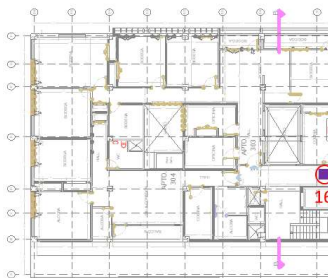

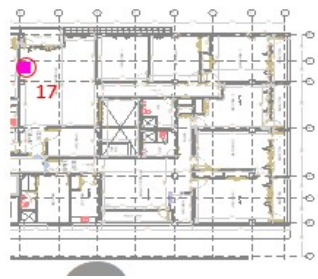



	Erosión atmosférica	Leve		H(m): 2,5 S(cm): 6 B(m): 2,8 D(m): 80	
	Corrosión en vigueta	Moderada			
	Desprendimiento	Leve			
	Fisura	Leve		H(m): 2,2 S(cm): 10 B(m): 2 D(m): 1,2	
	Fisura	Leve			
	Erosión atmosférica	Leve		H(m): 2,5 S(cm): 1 B(m): 1,5 D(m): 2	
	Corrosión en vigueta de placa reticular celularada	Moderada			
	Desprendimiento	Leve			
	Desprendimiento	Leve			


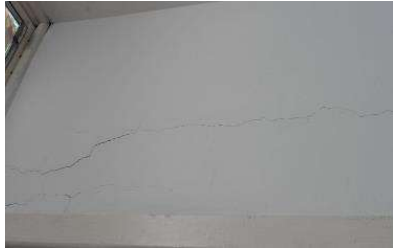
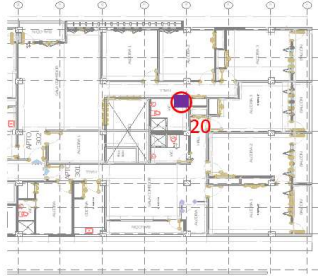

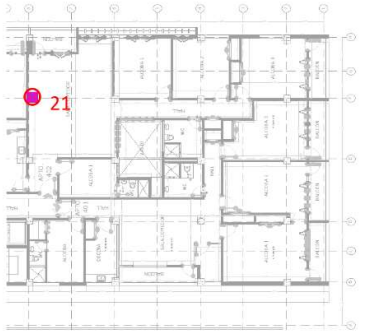

	Fisura	Leve		H(m): ,80 S(cm): 5 B(m): 20 D(m): 30	
	Fisura	Leve			
	Erosión atmosférica	Moderada		H(m): 1 S(cm): 1 B(m): 1,8 D(m): 1	
	Corrosión en columna	Moderada			
	Humedad por Filtración	Moderada		H(m): 0,3 S(cm): 2 B(m): 20 D(m): 40	
	Suciedad	Moderada			
	Fisuras	Moderada			
	Fisuras	Moderada			
	Desprendimiento	Moderada			
0	Desprendimiento	Moderada		H(m): PISO	



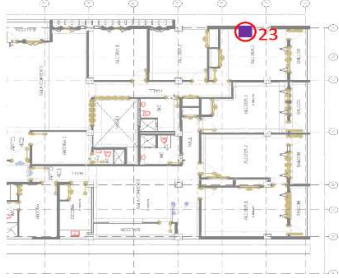

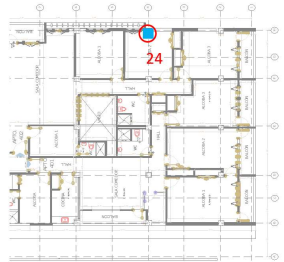

	Desprendimiento	Moderada		S(cm): 1 B(m): 1 D(m): 0,8	
1	Humedad por Filtración	Leve		H(m):2,5 S(cm): 5 B(m): 1 D(m): 0,35	
	Desprendimiento	Moderada			
	Refuerzo expuesto a los agentes atmosféricos	Moderada			
2	Erosión atmosférica	Leve		H(m): 0,3 S(cm): 1 B(m): 1 D(m): 3	
	Corrosión en columna	Moderada			
	Desprendimiento	Leve			





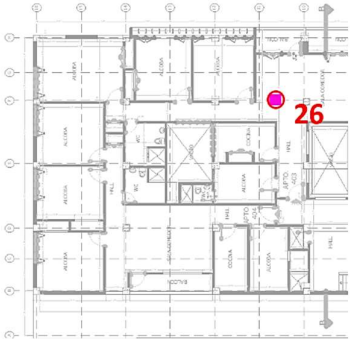

3	Humedad por filtración en muro	Moderada		H(m): 2,5 S(cm): 1 B(m): 1 D(m): 2,5	
	Desprendimiento	Leve			
4	Organismos	Leve		H(m): 1,5 S(cm): 1 B(m): 1 D(m): 1,5	
5	Humedad por Filtración	Moderada		H(m): 1 S(cm): 6 B(m): 0,1 D(m): 0,5	
	Suciedad	Moderada			
	Fisuras	Moderada			
	Fisuras	Moderada			
	Desprendimiento	Leve			

6	Humedad por Filtración	Leve		H(m): 2,5 S(cm): 1 B(m): 1 D(m): 3	
	Desprendimiento	Moderada			
7	Humedad por filtración	Leve		H(m): 2,5 S(cm): 2 B(m): 1,4 D(m): 2	
	Fisura	Moderada			
	Desprendimiento	Moderada			
8	Fisura por adherencia	Moderada		H(m): 2,5 S(cm): 2 B(m): 1,45 D(m): 1,4	

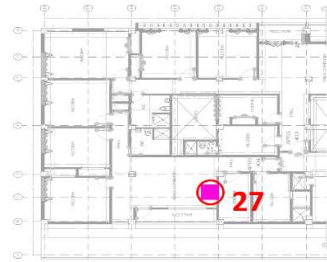

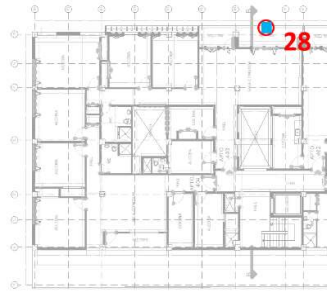



9	Fisura por cortante en muro	Moderada		<p>H(m): 1,5 S(cm): 2 B(m): 0,5 D(m): 1,5</p>	
0	Fisura	Moderada		<p>H(m): 2,5 S(cm): 2 B(m): 1,5 D(m): 2</p>	
1	Fisura por adherencia	Moderada		<p>H(m): 40 S(cm): 2 B(m): 0,45 D(m): 2,2</p>	
	Desprendimiento	Moderada			
	Corrosión en refuerzo de columna	Moderada			



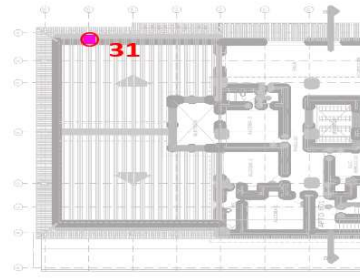
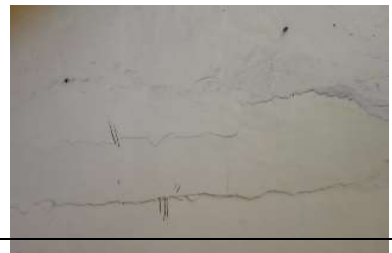
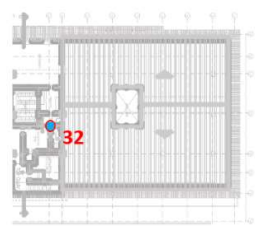

2	Organismos	Leve		<p>H(m): 2,5 S(cm): 6 B(m): 55 D(m): 35</p>	
3	Humedad por Filtración	Moderada		<p>H(m): 2,5 S(cm): 1 B(m): 48 D(m): 1</p>	
	Desprendimiento	Moderada			
	Organismos	Leve			
4	Desprendimiento	Moderada		<p>H(m): 2 S(cm): 6 B(m): 20 D(m): 20</p>	
	Corrosión en refuerzo de columna	Moderada			

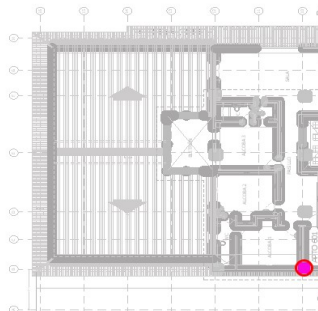

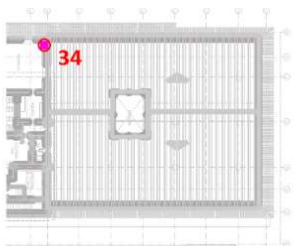

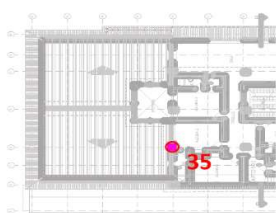



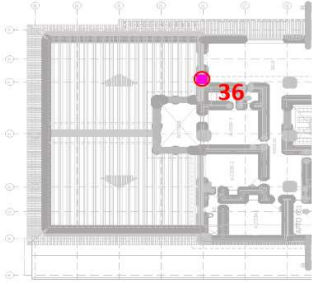

5	Humedad por Filtración	Leve		H(m): 0,2 S(cm): 1 B(m): 0,5 D(m): 0,8	
	Suciedad	Leve			
6	Humedad por filtración	Leve		H(m): 2,5 S(cm): 2 B(m): 1 D(m): 2,2	
	Fisura	Moderada			



7	Fisura	Moderada		H(m): 0,4 S(cm): 1 B(m): 1 D(m): 1,5	
8	Humedad por Filtración	Moderada		H(m): 0,4 S(cm): 1 B(m): 1 D(m): 1,5	
	Suciedad	Moderada			
	Fisuras	Moderada			
	Fisuras	Moderada			
9	Erosión atmosférica	Moderada		H(m): 1,2 S(cm): 4 B(m): 0,4 D(m): 1,4	
	Desprendimiento	Moderada			
	Corrosión en refuerzo de columna	Moderada			
0	Humedad por Filtración	Leve		H(m): 2,5	

	Suciedad	Moderada		S(cm): 1 B(m): 0,6 D(m): 2,5	
	Desprendimiento	Moderada			
1	Humedad por filtración	Leve		H(m): 3,2 S(cm): 1 B(m): 1 D(m): 2,8	
	Desprendimiento	Moderada			
2	Organismos	Leve		H(m): 1,4 S(cm): 1 B(m): 1 D(m): 1,5	
3	Fisura	Moderada			

	Desprendimiento	Moderada		H(m): 0,35 S(cm): 2 B(m): 1 D(m): 0,5	
4	Humedad por filtración	Leve		H(m): 2,5 S(cm): 3 B(m): 1 D(m): 1	
	Desprendimiento	Moderada			
5	Fisura por adherencia	Moderada		H(m): 1,5 S(cm): 3 B(m): 1 D(m): 1,8	
6	Fisura por adherencia	Moderada			

Desprendimiento	Moderada		H(m): 0,6 S(cm): 5 B(m): 0,38 D(m): 1,35	
Corrosión en refuerzo de columna	Moderada			

FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), LESIONES PRESENTADAS EN EL EDIFICIO DAVID



6.11.4 Fichas diagnósticas lesiones

Con el fin de organizar los datos obtenidos durante la visual, se realizaron las siguientes fichas que permiten categorizar la información y brindar un mejor diagnóstico:

Tabla 11. Formatos de inspección

Nombre	Descripción	Código
Información general del inmueble	Describe aspectos arquitectónicos, estructurales, locativos, y condiciones actuales del edificio David	Ed.david.inf 01
Inspección visual	Se evalúa cada lesión en categorías que incluyen: <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: lesión, descripción breve de la lesión, material • Tipificación: causa, tipo, calificación. • Diagnóstico: causa directa y causa indirecta. • Intervención: eliminación de la causa, reparación del efecto. • Prevención • Ubicación en planta y altimetría • Registro fotográfico: ubicación y fecha. 	Ed.david.ins px
Ficha resumen piso x/ ficha resumen general	Se categorizan las lesiones y se realizan gráficos que permitan su mejor entendimiento, la ficha está compuesta por: <ul style="list-style-type: none"> • Localización general • Lesiones por área • Lesiones primarias • Lesiones secundarias • Registro fotográfico • Lesiones • Elementos • Tipo de lesión 	ED. DAVID.GENERAL
Ensayos a realizar	Se realizaron los siguientes formatos <ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de laboratorio plan de trabajo • Ensayos de laboratorio ultrasonido • Ensayos de laboratorio ubicación general de ensayos 	<ul style="list-style-type: none"> • ENSAYOS DE LABORATORIO PLAN DE TRABAJO • ENSAYOS DE LABORATORIO ULTRASONIDO • ENSAYOS DE LABORATORIO UBICACIÓN GENERAL DE ENSAYOS
Fichas vulnerabilidad	Se analizan los siguientes aspectos por lesión <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: lesión, elemento y calificación del tipo de lesión que se presenta 	<ul style="list-style-type: none"> • ED. DAV –VUL

	<ul style="list-style-type: none"> • Material: Descripción del material y cumplimiento del mismo según ítem correspondiente NSR-10. • Calidad de la construcción: Aspecto externo, agresividad del medio, constantes fisicoquímicas, comportamiento estático • Valoración visual: Afectación y grado de recuperación. • Vulnerabilidad: Observaciones, Área afectada, dimensiones. • Registro fotográfico. • Manifestación típica encontrada en bibliografía. 	
Fichas de intervención /plano	Se detalla en planos los detalles de la intervención que se va a realizar	• ED.DAV-INTERVENCIÓN

FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), *FORMATO DE INSPECCIÓN*

6.11.5 Ensayos a realizar

Ilustración 22. Actividades desarrolladas en estudio de patología estructural



FUENTE. NOTICRETO

Inicialmente se planean realizar los siguientes ensayos: esclerómetro, escáner, extracción de núcleos, a fin de evidenciar el estado de los materiales definiendo el tipo de intervención y su intensidad, lo que influirá directamente en el presupuesto y el tipo de intervención a



realizar partida a la intervención, se debe tener en cuenta la importancia del elemento a intervenir y la influencia en la ocupación del edificio.

Verificar el acceso a los puntos de inspección seleccionados, la cantidad y tipo de ensayos, se debe marcar el área de la toma de muestras, se debe contar con los formatos a diligenciar, evitando el uso de borradores que lleven a confusiones, esta operación en campo, se debe planear como acceder a los puntos de inspección, el orden de ejecución este proceso se debe llevar cumpliendo los parámetros de SST.

6.11.5.1 Prueba de carbonatación

En el concreto es una reacción causada por el dióxido de carbono de la atmosfera que reacciona con el dióxido de carbono de la atmosfera haciendo que se desactive la capa pasiva del acero dando inicio a la corrosión.

La carbonatación es un proceso inevitable para el concreto, que está expuesto a los agentes atmosféricos que van reaccionando con los componentes químicos del concreto, creando nuevos compuestos con características químicas diferentes.

La carbonatación se puede advertir, en ocasiones como una zona descolorida en la superficie del concreto, a fin de evidenciarse con más facilidad, se aplica un indicador visual, fenolftaleína, que debe quedar disuelta con un disolvente adecuado como el isopropílico en una solución al 1%, el ensayo consiste en aplicar esta solución en la superficie de la muestra de concreto, lo que producirá una coloración rosa oscuro cuando está en presencia de un PH alcalino que impide la corrosión del acero de refuerzo; el valor límite esta estandarizado en 9.5, conservando la capa de pasividad.

Esta prueba se recomienda para establecer un estimado de la profundidad del frente de carbonatación; para llegar a una confirmación de este alcance es preciso la microscopia para ratificar y profundizar en los resultados, también se puede usar un potenciómetro,



estandarizado por medio de la norma ASTM-D1293, en el que se determina el nivel de alcalinidad del concreto.

Cabe resaltar que la carbonatación es indicada en esta prueba, ante la ausencia de coloración de la fenolftaleína, la estimación de la carbonatación cambia con el tiempo y la profundidad, en un concreto de buena calidad con relaciones agua/cemento bajas, suele ser muy lento de aproximadamente 1.0 mm al año, si el concreto es de baja calidad la carbonatación puede aumentar a 5 mm por año.

Los resultados de la prueba en el edificio David son los siguientes:

Tabla 12 Resultados de la prueba de carbonatación edificio David

ELEMENTO	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN EN mm	ELEMENTO	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN EN mm
P1 COL 10D	6.8	P3 COL 4D	21.3
P1 COL 6B	11.2	P3 COL 4F	19.5
P1 COL 2B	8.4	P3 ESC	20.8
P2 COL 12D	11.3	P4 COL 2E	22.3
P2 COL 14D	16.8	P4 COL 8D	21.7
P2 COL 16E	18.5	P5 COL 12B	23.1
P2 COL 10H	13.1	P5 COL 2F	23.6
P2 COL 10 E	12.6	P5 ESC	22.9
P2 COL 16 H	15.9	P6 COL 12E	12.2
P2 COL 6F	14.7	RECUBIRMIENTO	40
P3 COL 8E	19.1	REC min	20.9

En el edificio David el recubrimiento mínimo disponible para la protección del acero, es de 20.9 mm, que es insuficiente en ambiente marino, perjudicial para el acero y el comportamiento del concreto, por lo que se debe realizar una recuperación de los elementos, retirando la capa que ha perdido PH y reemplazándola por concreto con características que disminuyan la vulnerabilidad del mismo a los agentes contaminantes.

6.11.5.2 Esclerómetro NTC 3692

Es una prueba que establece la resistencia a la compresión mediante la determinación de la dureza u homogeneidad de una superficie de concreto; no existe relación directa entre la



dureza y la resistencia del concreto, se definen relaciones empíricas; se considera una evaluación de la uniformidad del concreto insitu por lo que **NO** debe ser usado como criterio de aceptación o rechazo del concreto.

Condiciones De Aplicación

En el siguiente cuadro se enuncian algunas condiciones de aplicación del método según ASTM C805” *standard method for rebound number of hardened concrete*”

Ilustración 22 Condiciones para aplicación del esclerómetro

Esesor minimo del elemento: 10 cm	Evitar superficies de concreto que presenten escamacion y/o alta porosidad	El diametro minimo del elemento es de 15 cm	Se debe preparar la superficie de concreto si es necesario con una piedra abrasiva
Eliminar el agua libre superficial antes del ensayo.	Se debe usar un solo equipo	Se debe contar con la revision certificada anual	Hacer al menos dos cuadrículas por elemento con una separacion menor a 1m
Impactar de forma perpendicular a la superficie	La distancia entre impactos sera como minimo 1".	No impactar sobre concreto con recubrimiento menor a 2 cm	La superficie debe estar libre de acero, fisuras e imperfecciones.
Se debe aplicar en una posicion comoda y confortable para el operario.	El mismo operario debe desarrollar la totalidad del ensayo con el mismo equipo	Retirar el concreto carbonatado, con verificando con fenotaleina	

FUENTE. ADAPTADO DE [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=CRCWC_QASM](https://www.youtube.com/watch?v=CRCWC_QASM)



Variaciones

Aunque el método permite una estimación confiable al ser una medición de superficie sus resultados se ven afectados por múltiples variables algunas enunciadas en el siguiente cuadro:

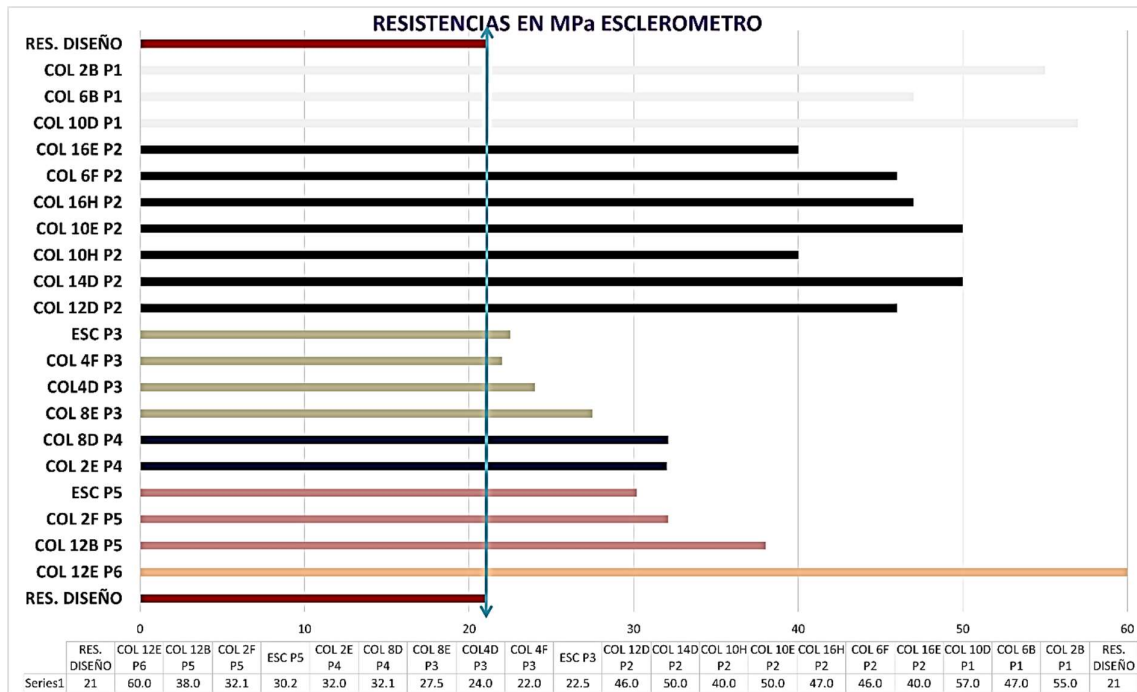
Tabla 12. Fuentes de dispersión del ensayo ACI 228

FUENTES DE DISPERSIÓN DEL ENSAYO ACI 228.1R " In-Place Methods to Estimate Concrete Strength"				
FUENTE	VARIABLE	↑	-	↓
TIPO DE ENCOFRADO	fenólico/aceitado	X		
	Metálico			X
TEXTURA SUPERFICIAL	Liso	X		
	Áspero			X
ORIENTACIÓN DEL EQUIPO	Arriba	X		
	Horizontal		X	
	Abajo			X
CONDICIONES DE SUPERFICIE	Agregado	X		
	Mortero			X
	Acero	X		
PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN	Mayor	X		
	Menor			X
HUMEDAD SUPERFICIAL	Seco	X		
	Húmedo			X

FUENTE. ADAPTADO DE [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=-CRCWC_QASM](https://www.youtube.com/watch?v=-CRCWC_QASM)

Previa realización del ensayo, se retiró el recubrimiento buscando superficies sanas, lisas, limpias, a fin de tener resultados más certeros, se extraerán núcleos.

El ensayo se realizó con la empresa **CARIBELAB**, evaluando principalmente elementos estructurales arrojando los siguientes resultados:



En cuanto a las resistencias entre el número de rebote y la resistencia del concreto ($f'c$), suministrada por el fabricante del equipo, *solo se usan para determinar la resistencia relativa* del concreto en diferentes zonas de una estructura, sirviendo como indicativo inicial, se deben extraer como mínimo 12 núcleos que comparan el resultado con el esclerómetro.

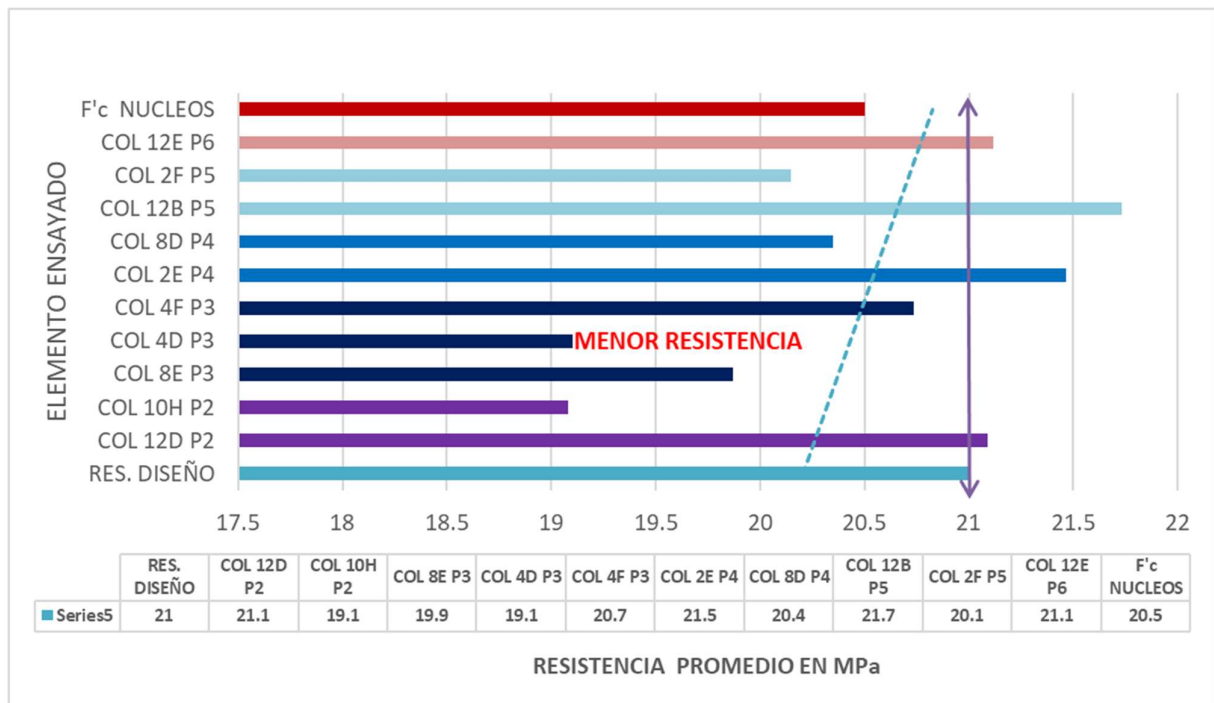
Cabe resaltar que las resistencias obtenidas en este ensayo son en su totalidad superiores a la resistencia de diseño 21 Mpa, por lo que se cumple lo consignado en el capítulo C de la NSR10; pues los resultados son superiores a 17 Mpa.

6.11.5.3 Extracción de núcleos NTC 36584

Es una prueba para evaluar si la capacidad estructural de un miembro de concreto es adecuada. Este método de ensayo proporciona procedimientos estandarizados para obtener y probar especímenes para determinar la resistencia a la compresión, a la rotura y la flexión del concreto. Generalmente, se espera que el valor obtenido para la resistencia de los núcleos sea superior al 85% de la resistencia esperada del elemento, esto es debido a la descompresión de la muestra que se genera cuando es extraída.

Se realizó la extracción de núcleos en los siguientes elementos:

Ilustración 23. Resultados extracción de núcleos



Para hallar el f'_c de los núcleos, se calcula la media geométrica de los resultados de las muestras falladas, para el edificio David se tiene un $F'_c=20.5$ Mpa, cuyo modulo de elasticidad valor que interviene en las deflecciones, derivas y rigidez de la estrucutra, es el siguiente:

$$E_c = 3900\sqrt{F'_c} = 3900\sqrt{20.5 \text{ MPa}} = 1765800.10 \text{ MPa}$$

La anterior ecuacion consignada en C.8.5 y es “el valor medio para toda la informacion experimental nacional, sin distinguir el tipo de agregado”, valor conveniente y funcional ante la ausencia de informacion especifica de los agregados usados durante la construccion del edificio David.



6.11.5.4 *Evaluación y resultados*

La estructura tiene problemas de durabilidad al acercarse la carbonatación al refuerzo, por lo que el concreto se está en un punto crítico en el que es prudente/necesario hacer una intervención que mejore las condiciones actuales a fin de lograr prolongar la vida útil del edificio David, en cuanto a seguridad, funcionalidad y aspecto.

El proceso que más podría afectar al concreto del edificio David es la difusión de cloruros dada su ubicación en ambiente marino y también dado su carácter urbano se puede presentar carbonatación, sin embargo, en el caso de estudio se descarta el ataque de difusión de cloruros, dada la ausencia de ataques localizados de corrosión, situación que puede cambiar si no se reparan las fisuras que permitirían el inicio del proceso en el acero.

6.11.6 LESIONES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS

6.11.6.1 *Lesiones físicas*

Actualmente en el edificio David se presentan lesiones físicas como:

- **Humedad de filtración:** Afecta a elementos estructurales, elementos no estructurales y acabados, está presente en la totalidad de los pisos del edificio, y debe ser tratada pues propicia la corrosión y los desprendimientos de acabados, y mal aspecto. Se presenta principalmente en los pisos inferiores dado el desnivel del edificio y mala conducción de lluvias y en los pisos superiores consecuencia de infiltración de la cubierta original.
- **Erosión física atmosférica:** Que afecta principalmente a los miembros expuestos del edificio, en este caso afecta a los elementos estructurales de concreto, causando pérdidas de espesor, cabe resaltar que los desprendimientos evidenciados en las columnas y demás elementos reforzados, son parte de la exploración patológica, en busca del refuerzo.



- **Humedad accidental:** Dadas las lesiones 16 y 17 evidenciadas en el piso 3, se evidencian lesiones causadas por humedades, mayores a las de filtración en las demás placas, por lo que se les dar un tratamiento especial, revisando el buen estado de las redes, u otras fuentes de humedad.
- **Suciedad por deposito:** Presente en los acabados de los antepechos en los pisos 3 y 5, que están expuestos a los agentes atmosféricos, dada la ausencia de elementos que permitan la protección de las fachadas, se tienen manchas de color negro, en la pintura, dada la interacción con la lluvia se tienen manchas irregulares de tonalidades marrón-negra y fisuras en el mortero, la pintura.

6.11.6.2 Lesiones mecánicas

Actualmente en el edificio David se presentan lesiones químicas como:

- **Fisura por soporte:** Se presenta en los pisos 2,3,5, se presenta en los apoyos/extremos del elemento, se deben vigilar al ser indicativos del buen comportamiento de nudos y conexiones.
- **Fisura por acabado:** Presente en elementos estructurales, elementos no estructurales y acabados, se evidencia principalmente en morteros y recubrimientos, presente con lesiones en la totalidad de los pisos inspeccionados, lo cual indica posible falta de adherencia entre las superficies
- **Desprendimiento acabado continuo:** Presente en elementos estructurales, elementos no estructurales y acabados, se evidencia principalmente en pinturas,



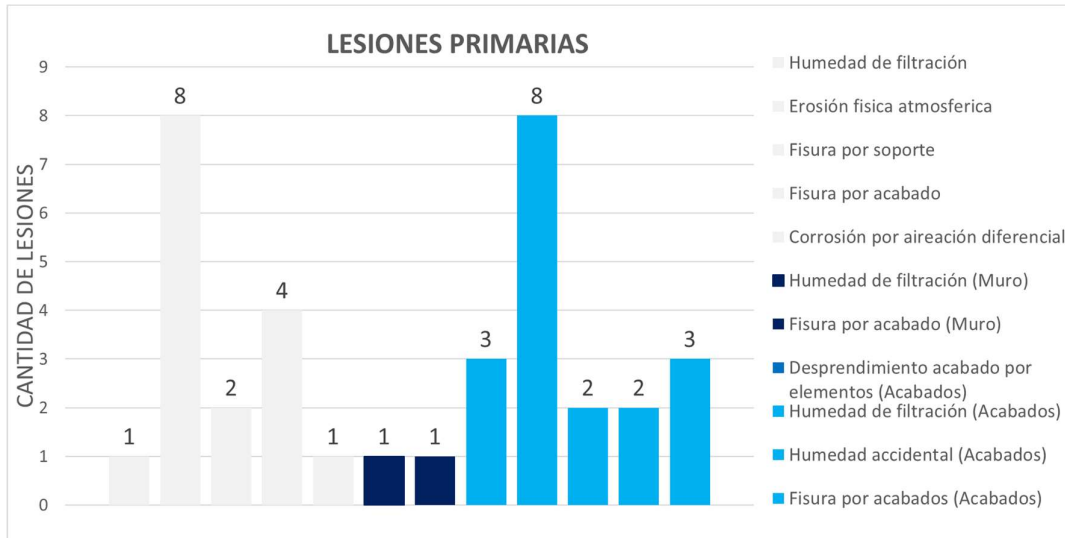
presente con lesiones en la totalidad de los pisos inspeccionados, lo cual indica posible falta de adherencia entre las superficies (mortero/pintura), donde la humedad es precursora de esta lesión.

- **Desprendimiento acabado por elementos:** Presente en los enchapes del piso y columna.

6.11.6.3 Lesiones químicas

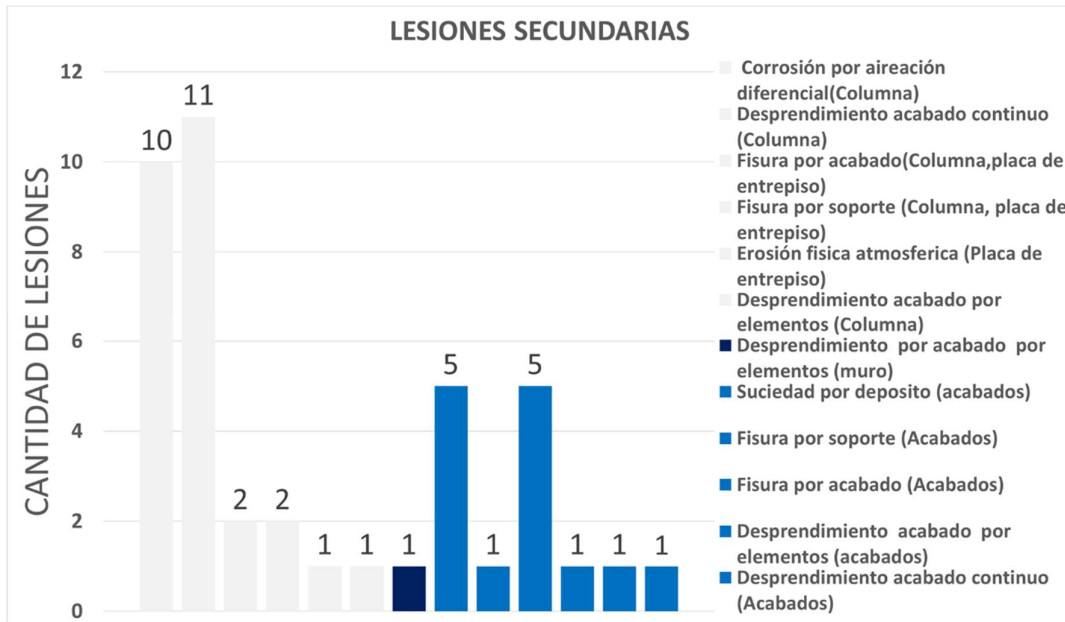
- **Corrosión por aireación diferencial:** Presente en los elementos de concreto reforzado, viguetas y columnas, se presenta coloración marrón y pérdida de estriados del acero, cabe resaltar a que los espaciados de los estribos superan la distancia recomendada, lo que combinado con la corrosión causa deterioro de la resistencia del acero, lo que conlleva a una posible, falla frágil.
- **Insectos xilófagos:** Presente en la carpintería de madera en 2 ventanas de madera, de los pisos 3 y 4 pues son leves, pero dada la humedad presente este efecto puede potencializarse.

Ilustración 24. Lesiones primarias



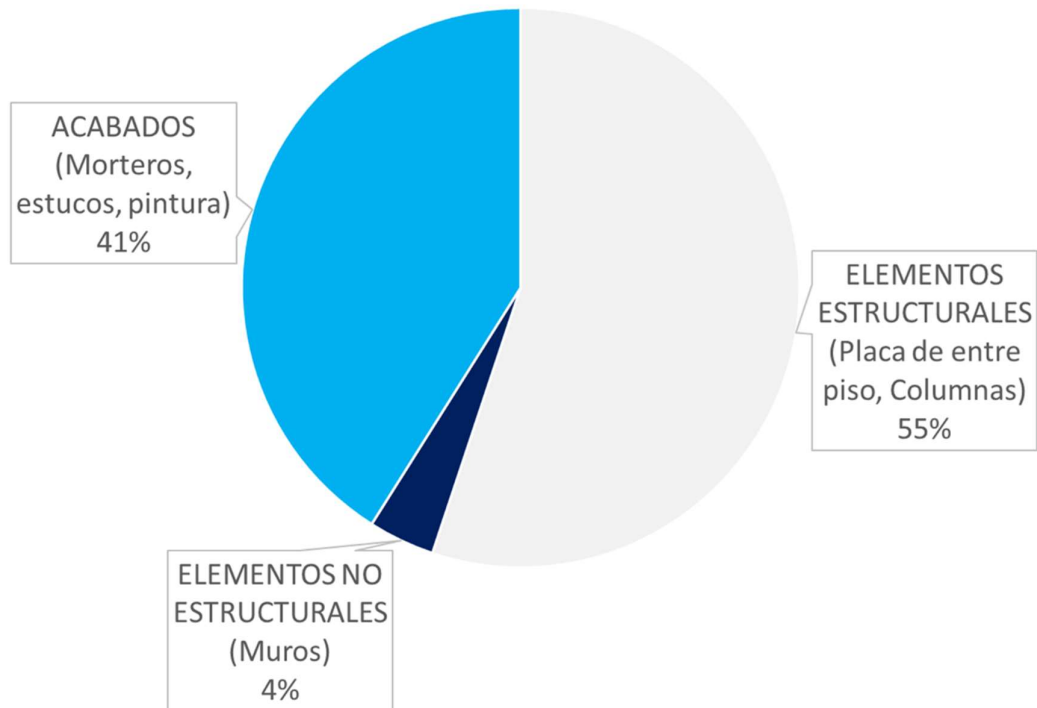
FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), LESIONES PRIMARIAS

Ilustración 25. Lesiones secundarias



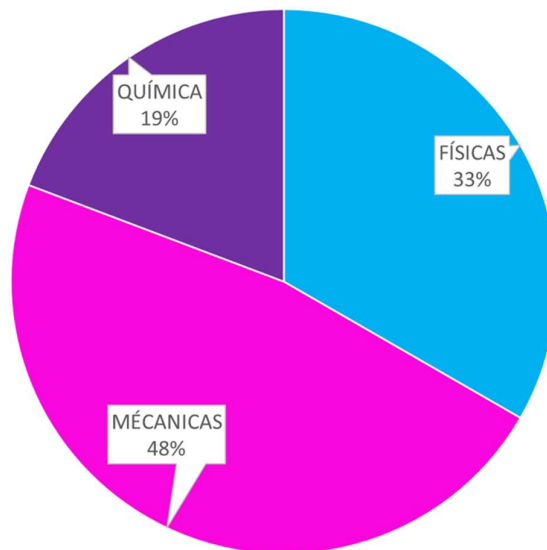
FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), LESIONES SECUNDARIAS

Ilustración 26. lesiones por área



FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), LESIONES POR ÁREA

Ilustración 27. Tipo de lesión



FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), TIPO DE LESIONES



6.11.7 *Diagnóstico*

El edificio posee humedades en los pisos superiores dado el mal estado de la cubierta original, en los pisos inferiores se presentan humedades dada la diferencia de nivel con respecto a la vía, lo que produce que la humedad ascienda, por los muros causando mal aspecto y malos olores.

Las lesiones mecánicas mencionadas, deben ser intervenidas para mejorar el comportamiento sísmico, la impermeabilidad y aspecto estético en los acabados, en elementos estructurales y no estructurales.

En la fachada deben evitarse todas las filtraciones pues originan múltiples problemas patológicos, aplicando un buen sistema de impermeabilización con productos de óptima calidad.

Con respecto a columnas y placas, estas deben ser intervenidas para recuperar las condiciones iniciales de diseño, y en lo posible cumplir la normativa vigente, en todas las zonas que presentan lesiones que pongan en riesgo la estabilidad de la edificación.

Se clasificaron los daños y se determinó su severidad a fin de establecer prioridades de intervención basados en los esquemas realizados, se procederá posteriormente a formular las técnicas de intervención convenientes que la edificación requiera.

En términos generales el edificio David, presenta lesiones de diferentes patologías, algunas ligadas íntimamente a la edad del mismo, entre las lesiones que se observan en la inspección visual, tenemos además de las humedades ya descritas, fisuras en placas y columnas, desprendimientos en placas y columnas, agrietamientos en muros, corrosión en todos los pisos debido a ataques de cloruros y sulfatos y también desprendimientos de estuco y pintura.



De acuerdo a la investigación preliminar, realizada al edificio David, ubicado en la ciudad de Cartagena, sector La Matuna, esquina de Avenida Venezuela con Carrera 8 ,podemos concluir que este presenta un estado de deterioro aceptable, para una edificación con más de 60 años de construida y que ha estado sometida a acciones físicas(Cambios volumétricos en el concreto, debido a variaciones de humedad y temperatura),acciones químicas(Provocadas por la descomposición y el lavado de los compuestos de la pasta de cemento endurecida), acciones mecánicas (Deformación por fluencia, sobrecargas, impactos y vibraciones), acciones biológicas (organismos y microorganismos de origen vegetal y animal), por lo tanto sí es factible una investigación profunda, que permita un diagnostico detallado de las lesiones que se han presentado y establecer el procedimiento de intervención, para lograr que el edificio recupere las condiciones de diseño con las cuales fue concebido.

6.11.8 SEGUIMIENTO DE LAS LESIONES

El seguimiento a fisuras y grietas, se ejecutará utilizando deformímetros, testigos de yeso, sin embargo, dada la contingencia actual por el COVID 19, no ha sido posible implementarlos ya que el acceso al edificio está restringido pro lo que no es posible tomar lecturas a una misma hora del día y en condiciones iguales para evidenciar posibles movimientos y cambios, las fisuras se evaluaran con el uso de fisuro metros, midiendo testigos periódicamente.

Se realizaron inspecciones visuales ensayos no destructivos y con la autorización de los propietarios ensayos destructivos, que permitan establecer cuantitativamente las propiedades de los materiales.

En el caso de las instalaciones hidrosanitarias su valoración se hace evaluando su continuidad, cuya falla en la misma implica cambio del sistema, dada la antigüedad de las mismas.

Se realiza con el fin de buscar la causa de las lesiones, estableciendo el proceso patológico que presenta la lesión, por lo que se debe recopilar la información disponible de las intervenciones realizadas en el edificio.

Este proceso se apoyará en un registro fotográfico con diferentes tomas que potencializan el análisis, siempre tomando patrones de medida que permitan establecer la severidad de cada lesión, para finalmente determinar el estado actual de la edificación.

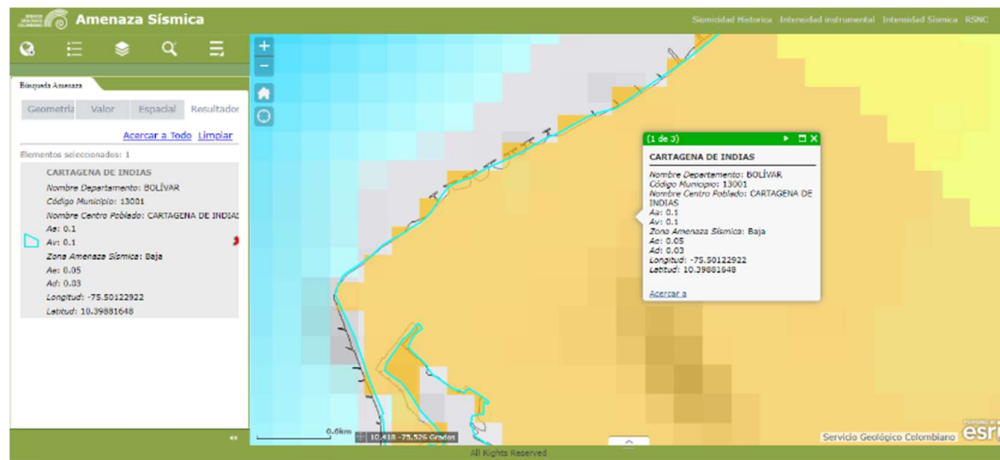
Si las lesiones lo ameritan, se establecerán mecanismos que permitan el seguimiento de las fisuras y humedades.

Se realizó un levantamiento arquitectónico, contrastando niveles, plomos, dimensiones de los elementos estructurales, y no estructurales, a fin de evidenciar variaciones en la calidad de los materiales o de la construcción.

7. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

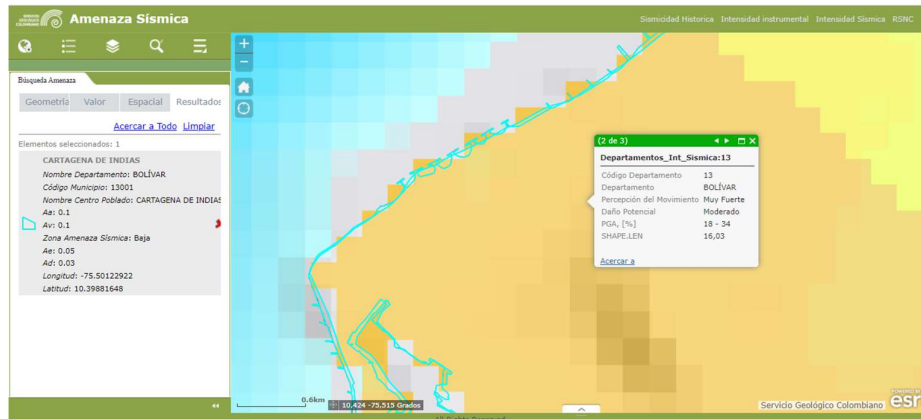
7.1 ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y PARÁMETROS SÍSMICOS

Ilustración 28. Zonificación sísmica Cartagena



FUENTE. SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

Ilustración 29. Intensidad sísmica



FUENTE. SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

Ilustración 30. Percepción de los eventos sísmicos

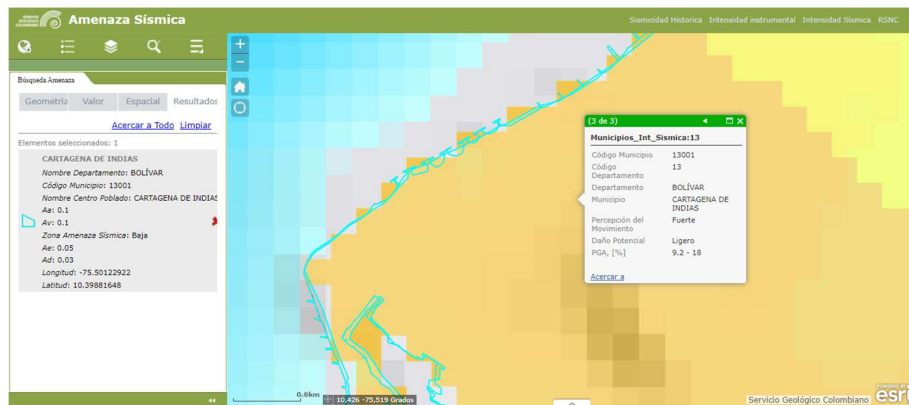
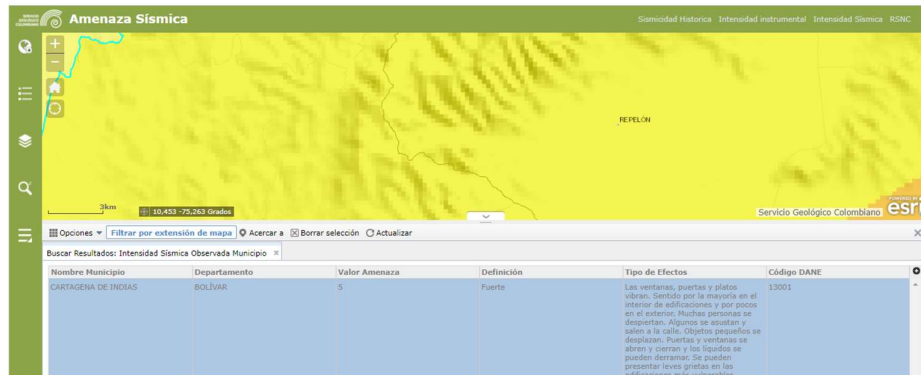


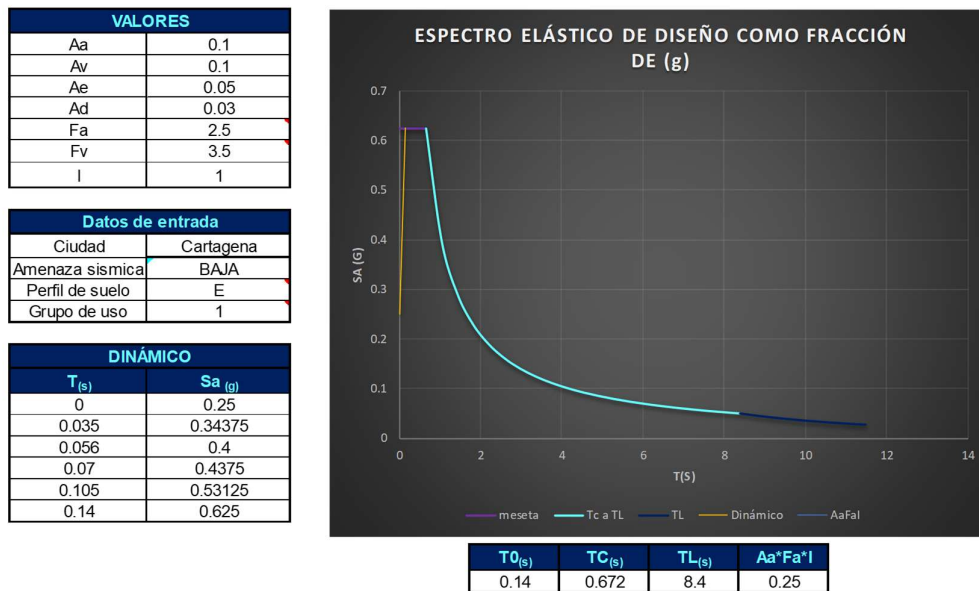
Ilustración 31. Amenaza sísmica

FUENTE. SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

7.1.1 ESPECTRO SÍSMICO

Tomando como base el capítulo A.2.6.1.2 de la NSR-10 siguiendo la figura A.2.6-1 “espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de la gravedad”, se calcula el espectro de diseño que permite cuantificar y clasificar el comportamiento de la edificación durante la ocurrencia de un sismo, considerando las características de respuesta del tipo de suelo y el periodo de vibración propio de la edificación.

Ilustración 32. Espectro sísmico fracción de gravedad



FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), ESPECTRO

7.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PACIENTE

En la actualidad no ha sido posible acceder a planos estructurales del paciente y dada la contingencia actual no ha sido posible el levantamiento de los elementos estructurales a fin de contar con las dimensiones reales de campo. Se están adelantaron las gestiones pertinentes, (solicitud de estudios, planos y demás documentación en las entidades de la ciudad de Cartagena y con los propietarios del inmueble); no ha sido posible el acceso a la modelación y a los planos estructurales del edificio.



7.2.1 IRREGULARIDADES

Sistema estructural, se asigna un valor de $R_0 = 2.5$ dada la altura del edificio, y su losa en reticular celular, baja zona de amenaza sísmica, cuya altura máxima es de 21 m.

Ilustración 33. Sistema estructural de pórtico resistente a momentos

Tabla A.3-3
Sistema estructural de pórtico resistente a momentos (Nota 1)

C. SISTEMA DE PÓRTICO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			Alta		Intermedia		baja	
				uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
4. Pórticos losa-columna (incluye reticular celular)									
a. De concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	2.5	3.0	no se permite		si	15 m	si	21 m
b. De concreto con capacidad mínima de disipación de energía (DM)	el mismo	1.5	3.0	no se permite		no se permite		si	15 m

Ilustración 34. Evaluaciones de irregularidades en planta

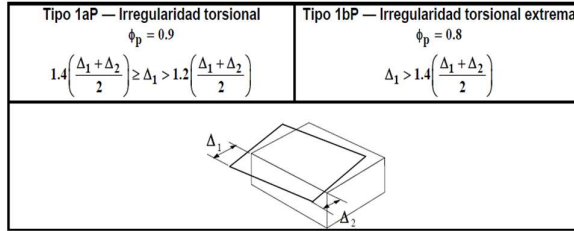
IRREGULARIDADES

IRREGULARIDADES EN PLANTA

$\Phi_P = 1.00$

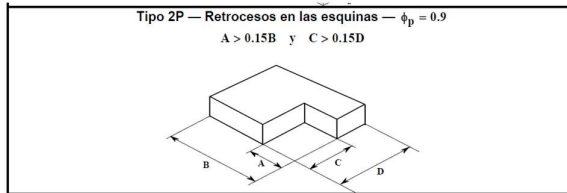
TIPO 1aP	$\Delta 1$	$\Delta 2$
Irregularidad	0	0
$\Phi_P =$	NA	

TIPO 1bP	$\Delta 1$	$\Delta 2$
Irregularidad Torsional Extrema	0	0
$\Phi_P =$	NA	



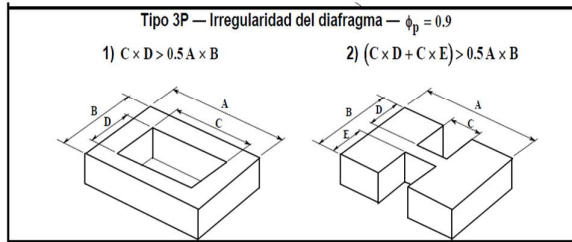
Tipo 2P Retrocesos en las esquinas

B	A	D	C
48.31	0	22.3	0
$\Phi_P =$	NA		



Tipo 3P Irregularidad del diafragma

TIPO 3P (1)	TIPO 3P (2)
A 48.31	A 0
B 22.3	B 0
C 5.55	C 0
D 5.47	D 0
$\Phi_P =$ NA	E 0
	$\Phi_P =$ NA



Tipo 4P Desplazamiento de los planos de Acción

NO $\Phi_P =$ NA



Tipo 5P Sistemas no paralelos

NO $\Phi_P =$ NA

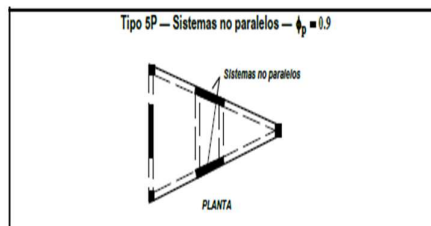




Ilustración 35. Irregularidades en altura

IRREGULARIDADES EN LA ALTURA $\Phi_a = 1.00$

Condiciones Iniciales

Notas Tabla A.3-7

- | | | | |
|---|------------|---------|----------------------------|
| 1 | $\Delta 1$ | 0.0122 | Puede considerarse que no |
| | $\Delta 2$ | 0.01831 | existen 1aA, 1bA, 2A, ó 3A |
| 2 | | | Revisar 4A, 5aA y 5bA |
| 3 | | | Revisar 5aA y 5bA |

IRREGULARIDADES EN LA ALTURA $\Phi_a = 1.00$

<p>Tipo 1aA — Piso flexible $\phi_a = 0.9$ $0.60 \text{ Rigidez } K_D \leq \text{Rigidez } K_C < 0.70 \text{ Rigidez } K_D$ $0.70 (K_D + K_C + K_F) / 3 \leq \text{Rigidez } K_C < 0.80 (K_D + K_C + K_F) / 3$</p>	
<p>Tipo 1bA — Piso flexible extremo $\phi_a = 0.8$ $\text{Rigidez } K_C < 0.60 \text{ Rigidez } K_D$ $\text{Rigidez } K_C < 0.70 (K_D + K_C + K_F) / 3$</p>	

Tipo 1aA - Piso Flexible

KA	0
KB	0
KC	0
KD	0
KE	0
KF	0
$\Phi_a =$	NA
$\Phi_a =$	NA

Tipo 1bA - Piso Flexible extremo

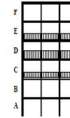
KA	0
KB	0
KC	0
KD	0
KE	0
KF	0
$\Phi_a =$	NA
$\Phi_a =$	NA

Tipo 2A Distribucion de masa

mE	0
mD	0
mC	0
$\Phi_a =$	NA
$\Phi_a =$	NA

Tipo 2A — Distribución masa — $\phi_a = 0.9$

$m_D > 1.50 m_E$
 $m_D > 1.50 m_C$

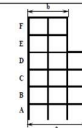


Tipo 3A Geometria

A	0
B	0
$\Phi_a =$	NA

Tipo 3A — Geométrica — $\phi_a = 0.9$

$a > 1.30 b$



Tipo 4A Desplazamiento dentro del plano de acción

A	0
B	0
$\Phi_a =$	NA

Tipo 4A — Desplazamiento dentro del plano de acción — $\phi_a = 0.8$

$b > a$



Tipo 5aA - Piso Débil

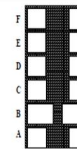
Resis. Piso Sup	0
Resis. Piso Inf	0
$\Phi_a =$	NA

Tipo 5aA — Piso débil
 $\phi_a = 0.9$
 $0.65 \text{ Resist. Piso C} \leq \text{Resist. Piso B} < 0.80 \text{ Resist. Piso C}$

Tipo 5bA - Piso Débil extremo

Resis. Piso Sup	0
Resis. Piso Inf	0
$\Phi_a =$	NA

Tipo 5bA — Piso débil extremo
 $\phi_a = 0.8$
Resistencia Piso B < 0.65 Resistencia Piso C



IRREGULARIDADES EN LA ALTURA $\Phi_r = 1.00$



8. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

8.1 OBRAS DE REHABILITACIÓN

A fin de devolver integridad y estética del edificio David para permitirle ser parte activa del comercio y recuperar la ocupación a plenitud de los apartamentos; las obras se enfocarán en reparar los problemas de humedad capilar y de filtración de las cubiertas y placas, para esto se planean ejecutar las siguientes actividades:

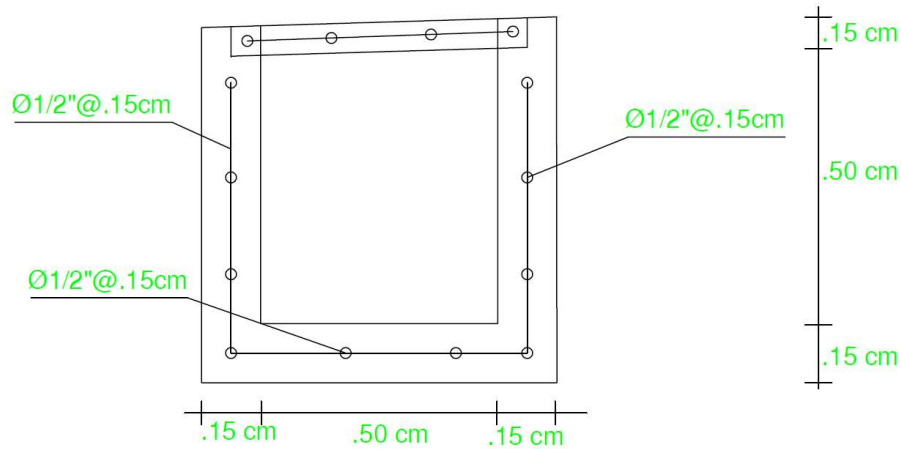
8.1.1 OBRAS DE REHABILITACIÓN DE LA HUMEDAD CAPILAR EN EL NIVEL INFERIOR

En cuanto a la intervención de los muros inferiores de la fachada, para la reparación de esta lesión, se propone el uso de los tubos higroconvectores de PVC que actúan como desecamiento en los muros afectados.

A su vez, se realizará un cárcamo de 60 cm x.60 cm, para conducir el agua producto de la precipitación, esta sección tiene una pendiente de dos (2) cm que le permite conducir el agua de forma eficiente, para evitar inundaciones y problemas de capilaridad en el edificio David dadas las diferencias de nivel existentes con la vía.

Para realizar esta actividad se deben realizar actividades como: demolición, excavación, adecuaciones de las redes existentes previa construcción del cárcamo.

Ilustración 36. Detalle de Cárcamo



DETALLE CÁRCAMO TRANSVERSAL

FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020)

8.1.2 OBRAS DE REPARACION CUBIERTA

Se busca devolver la cubierta a su estado original de construcción y aprovechando el avance de la tecnología constructiva usando protecciones para el acero y una membrana impermeabilizante.

La placa de cubierta, debe ser impermeabilizada con membrana sikaplan o similar, para garantizar que no continúen las filtraciones desde el nivel superior, que han afectado al edificio desde hace años, originando humedades y proceso de lixiviación.

La membrana de PVC sikaplan tiene un espesor de 1.2 mm y su flexibilidad facilita la instalación con aire caliente sobre la cubierta para su impermeabilización.

Esta es producida con refuerzo de fibra poliéster de alta tenacidad para darle estabilidad dimensional.

Entre las ventajas de este producto podemos destacar su alta permeabilidad al vapor de agua, no hay riesgo de delaminación o filtraciones de agua y que es un material reciclable.



8.2 OBRAS DE ACTUALIZACIÓN Y MEJORAS (SUGERENCIAS)

- Actualización de redes hidrosanitarias y redes eléctricas a fin de hacer más eficiente el uso de los servicios, con fines económicos y ambientales.
- Recuperación de acabados: el edificio David debe recuperar su estética y todos los componentes que lo hacen un edificio de tipo moderno.
- Mantenimiento/repación de las carpinterías metálicas y de madera como complemento al punto anterior.
- Adecuación e implementación de elementos arquitectónicos en la fachada para proteger y embellecer los vanos de los agentes climáticos
- Limpieza en los paramentos de las fachadas, picado y reparación de los materiales que presentan degradación como el estuco y el mortero.
- Reemplazo o reconstrucción de elementos afectados por diferentes lesiones en base a sus diseños originales para conservación del lenguaje arquitectónico del edificio.



8.3 CALENDARIO DE MANTENIMIENTO

Tabla. 14. Calendario de mantenimiento

CALENDARIO DE MANTENIMIENTO EDIFICIO DAVID												
Elementos	Descripción	Uso correcto	Frecuencia	Inspeccionar	Frecuencia	Limpiar	Frecuencia	Reparar	Frecuencia	Renovar	Fallas frecuentes	
Cimentación (Registro de variaciones dimensionales y desplazamientos)												
Cimentación		Concreto	Uso de filtros que impidan concentraciones de humedades, impedir concentraciones de cargas	semestral / 5 años	Revisión general de bases y muros divisorios, se deben revisar las humedades, filtraciones de agua, presencia de mohos, plantas, y fisuras. Revisión de asentamientos	A necesidad	En cuanto se presenten fisuras: Limpieza de maleza, mohos, de forma manual o mecánica, limpieza de los muros,	A necesidad	Revisión de juntas y reparación de las mismas en caso de que se presenten fallas	A necesidad	En cuanto se presenten fisuras: Se realiza una limpieza general y se	Deformaciones, asentamientos, sobrecargas, humedad, hongos, filtraciones, grietas
Estructura (Asegurar buena distribución de cargas, integridad de los materiales)												
Acabados	Muros divisorios	Amazón de cubierta	Placas	Escaleras	Vigas	Columnas	Muros estructural es					
Pintura, cerámica	Mampostería	concreto	concreto			concreto						
limpieza periódica, aplicación de pinturas de acuerdo al uso (exterior, cocina etc.)	Los elementos que forman parte de la estructura del edificio no se pueden alterar sin el control de un arquitecto/ingeniero.											
5 años	semestral	mensual	Revisión general del estado de conservación de los diferentes elementos estructurales de concreto reforzado del edificio (columnas y vigas), se revisa la aparición de fisuras, grietas, huecos, flechas, humedad, manchas, degradación química, suciedad, etc. Consultar a un experto para determinar el origen de estas									
Revisión por parte de un experto para determinar la integridad y buen comportamiento de la estructura	Semestral											
Aparición de eflorescencias, mohos, humedades y suciedades.												
semestral/A necesidad												
Prevía consulta a un experto a fin de establecer la severidad de las lesiones. Limpieza general, en las zonas que se encuentran humedades aplicar hidrofugantes y pinturas anti hongos, resanar y pintar pañetes micro fisurados con pintura elastométrica, repintado.												
Cambio de norma /cambio de uso/modificaciones												
Estudio de vulnerabilidad, actualización y modificaciones permitentes. Reemplazo de material de cerámica que se desprenda. Reemplazo de acabados por remodelación												
Grietas/Fisuras. Desprendimiento y picado de piezas, Picado de superficie (concreto afinado), Suciedad, Manchas, Ralladuras/ Desgaste. Humedad.	Pinturas y recubrimiento: abombamientos, detrimiento del color, desprendimiento y/o final de las vidas útiles		Deformaciones, asentamientos, sobrecargas, humedad, hongos, filtraciones, grietas.									



Cubierta (Asegurar la evacuación de la lluvia)										
Instalaciones	Afiches y letreros	Vidrios	Rejas	Barandillas	Carpintería	Balcones	Revestimientos	Placa de cubierta	Revestimiento de la cubierta	Reves timent
Variable	Variable	Vidrio	Vari	mader	madera,	Mortero , Pintura,		PVC, ACERO VARIABLE		
uso eficiente de las redes, ahorro de energía	Anclajes óptimos revisión de vidas útiles y anclajes	mantene r la integrida d del elemento	Evitar sobre esfuerzos	No se deben dar golpes, fuertes a las	Los acabados de la fachada acostumbra n a ser uno de los puntos más frágiles del edificio ya que están en			Mantenimiento integral, evitar el ingreso de gruesos que provoquen obstrucción, cambio de alineación de los mismos		
Semestral				anual				semestral		
Revisión del estado del depósito de agua se realiza detección de fugas, además el vaciado y limpieza de éste,	Inspección visual que permita detectar desprendimiento de elementos, suciedad, humedades, fractura de elementos, pérdida de unidades, fisuras, graffiti, variaciones en l verticalidad y el color del elemento. Inspeccionar el estado de la ventanera y el sello de estas, antepechos de ventanas (interno y externo), cornisas exteriores (juntas del enchape en estas), y salientes de la fachada							Revisión de aparición de goteras y de detectarse alguna su reparación debe ser inmediata	Revisión de deformaciones o pérdida de agua en las canales y bajantes, de detectarse alguna falla se debe reparar	Inspección visual que permita detectar desprendimiento de elementos, suciedad, humedades, fractura de elementos, pérdida de unidades, fisuras
semestral				ANUAL				Semestral		
Para sistemas fijos de extinción: -Comprobación de que las	En cuanto se presenten fisuras: Limpieza de maleza, mohos, de forma manual o mecánica, limpieza de los muros,							limpieza general y revisión del estado de conservación del techo y red de desagüe, revisar la cubierta y las tejas canaletas 90, canaletas, bajantes pluviales y las cajas de registro. que se requieren para preparar la estructura y otra finalizando con el propósito de observar el desempeño de este.		
A necesidad				ANUAL				A necesidad		
tuberías a necesidad	Previa consulta a un experto a fin de establecer la severidad de las lesiones, Limpieza general, en las zonas que se encuentran humedades aplicar hidrofugantes y pinturas anti hongos, resanar y pintar pañetes micro fisurados con pintura elastométrica, repintado.							La reparación de gotera y demás daños en cubierta deben ser reparados de forma inmediata, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de los elementos y los implementos necesarios para trabajo en altura		
renovación de grifos, accesorios,	Cambio de impermeabilizaciones, repintado y revoques a necesidad			ANUAL				A necesidad		
rotura, fallas ,desprendimientos	Roturas u orificios, Mal anclaje, Deformaciones, suciedad, manchas, hongos, humedad, desprendimientos, desconchado, filtraciones							Cambio de impermeabilizaciones y anclajes del bajantes, canales y demás elementos.		
	Roturas u orificios, Corrosión, Mal anclaje, Deformaciones suciedad, manchas, hongos, humedad, desprendimientos, desconchado, Estancamientos ,Mal funcionamiento, Filtraciones									

Fachada (Asegurar el comportamiento termo higrométrico y evitar los desprendimientos a la calle)



9. PRESUPUESTO

Tabla 15. Presupuesto

Ítem	DESCRIPCIÓN	UND	Cant.	Valor Unitario	Valor Parcial
1	Estudios de Profundización y detalle				
1.1	Ensayos de Laboratorio	gl	1	1000000	1000000
Subtotal					1.000.000

Ítem	DESCRIPCIÓN	UND	Cant.	Valor Unitario	Valor Parcial
2	Obras de Rehabilitación				
2,1	Columnas				
2,2	Demolición de pañete	m ³	52	570.000	29.640.000
2,3	Escarificación concreto	m ²	485	40.000	19.400.000
2,4	Limpieza mecánica del acero	kg	1328	5.100	6.772.800
2,5	Protección acero con armatec 110	kg	1328	3.848	5.110.144
2,6	Concreto 4000 psi	m ³	105	1.944.000	204.120.000
2,7	Colocación mortero sikatop 122 plus	m ³	2,0	14.850.000	29.700.000
2,8	Levante de muros en bloque numero 15 mortero de pega 1:4	ml	500	31.850	15.925.000
Subtotal					\$ 310.667.944

Ítem	DESCRIPCIÓN	UND	Cant.	Valor Unitario	Valor Parcial
3	Placas de Entrepiso				
3,1	Apuntalamiento placas entrepisos	m ²	5200	3.950	20.540.000
3,2	Retiro concreto carbonatado	ml	1200	18.500	22.200.000
3,3	Limpieza mecánica del acero	kg	3600	5.100	18.360.000
3,4	Protección acero con armatec 110	kg	3600	3.848	13.852.800
3,5	Colocación mortero sikatop 122 plus	m ³	3,0	14.850.000	44.550.000
3,6	Concreto 4000 psi	m ³	3,0	1.458.000	4.374.000
3,7	Colocación malla con vena	m ²	600	20.250	12.150.000
3,8	Pañete de cielo	m ²	600	38.750	23.250.000
3,9	Limpieza general y retiro escombros	GL	1,0	5.000.000	5.000.000
Subtotal					\$ 164.276.800



Ítem	DESCRIPCIÓN	UND	Cant.	Valor Unitario	Valor Parcial
4	Obras de Reparación Cubierta				
4,1	Desmante canaleta	m ²	740	6.875	5.087.500
4,2	Demolición pendiente	m ²	740	4.850	3.589.000
4,3	Reemplazo acero mal estado	kg	392	5.900	2.312.800
4,4	Protección acero epocem110	kg	392	3.848	1.508.416
4,5	Reparación grietas y fisuras	ml	56	52.342	2.931.152
4,6	Construcción pendiente	m ²	740	28.680	21.223.200
4,7	Aplicación membrana sikaplan	m ²	740	33.725	24.956.500
Subtotal					\$ 61.608.568

Ítem	DESCRIPCIÓN	UND	Cant.	Valor Unitario	Valor Parcial
5	Obras de Reparación Cárcamo				
5,1	Demolición	ml	120	17.500	2.100.000
5,2	Excavación	m ³	72	52.250	3.762.000
5,3	Retiro material	m ³	90	35.250	3.172.500
5,4	Adecuación inst. eléctricas	GL	1,0	1.775.000	1.775.000
5,5	Adecuación inst. hidráulicas	GL	1,0	1.225.000	1.225.000
5,6	Adecuación inst. sanitarias	GL	1,0	1.180.000	1.180.000
5,7	Adecuación inst. de gas	GL	1,0	1.050.000	1.050.000
5,8	Concreto de limpieza	ml	120	12.500	1.500.000
5,9	Formaleta	ml	120	25.000	3.000.000
5,1	Concreto impermeabilizado 3000 psi	m ³	45	400.000	18.000.000
5,1	Conexión a red aguas pluviales	GL	1,0	1.200.000	1.200.000
Subtotal					37.964.500

TOTAL, COSTO DIRECTO	575.517.812
A.I.U (15%)	86.327.672
TOTAL	661.845.484

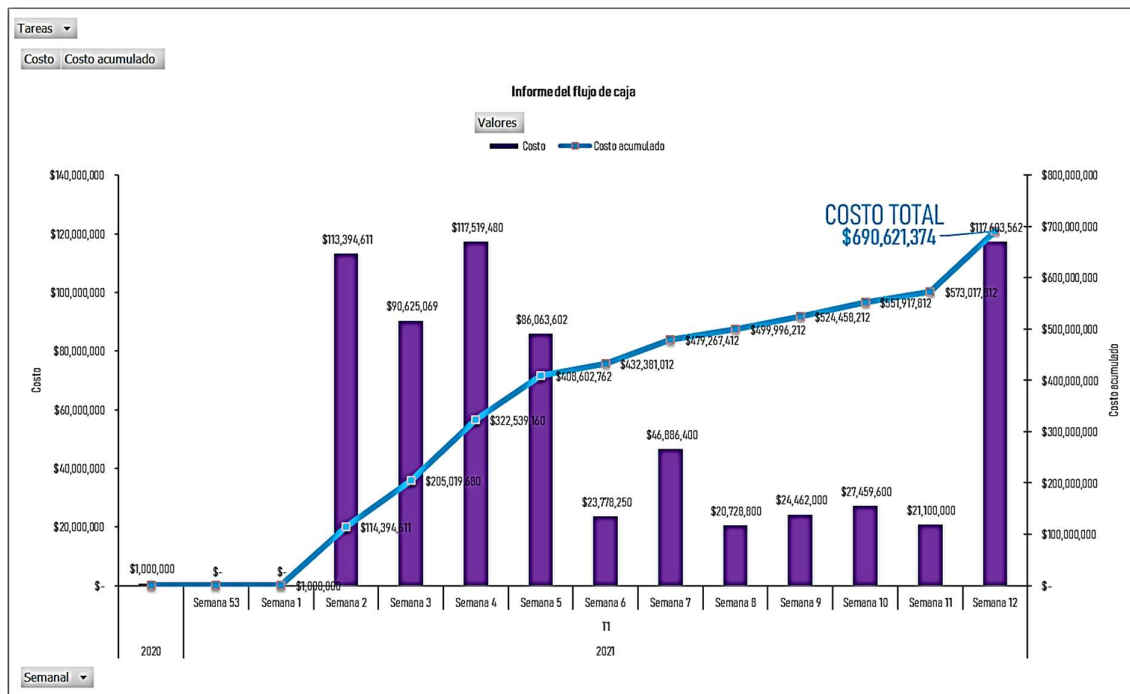
FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020),

9.1 INTERVENCIÓN

La intervención propuesta se enfoca en rehabilitar las columnas, las placas de entrepiso, la cubierta y el nivel inferior susceptible a inundación, se dividió en estos capítulos a fin de dar la opción a los propietarios de ejecutar en tramos la intervención.

El siguiente flujo de caja toma la intervención completa y se hace una programación con diferentes frentes de obra, estrategia recomendada dada la naturaleza comercial del edificio, el cual no puede pasar su disponibilidad y menos influir negativamente en labores acontecidas en el sector de la Matuna.

Tabla.16. Flujo de Caja



FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020),

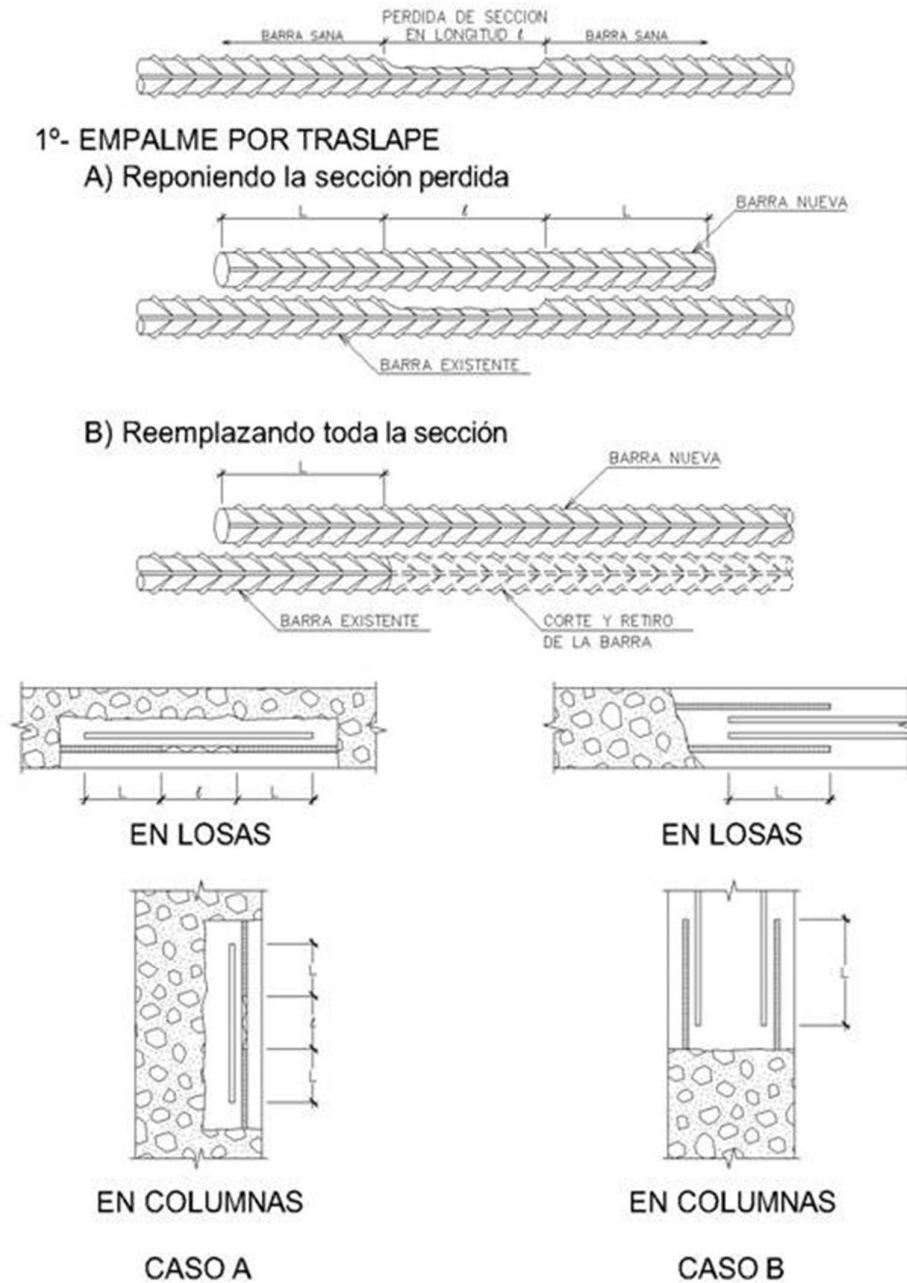
Los elementos de mampostería agrietados deberán ser intervenidos con un proceso de reparación, que les permita recuperar sus condiciones de estabilidad e impermeabilidad de diseño. Igualmente deber ser retirados algunos elementos que están en la fachada occidental, que pueden desprenderse y generar accidentes, sobre peatones que transitan todo el día la zona.



Con referencia a la estructura, las zonas a intervenir deben ser apuntaladas, las columnas y zonas de placas en mal estado, serán sometidas a un procedimiento de escarificación, hasta llegar a un sustrato sano y firme; se recomienda aplicar hidroblasting, para dejar la superficie libre de polvo y garantizar un buen desempeño, después de una recuperación de sección. Al refuerzo que presente corrosión, se le aplicará sandblasting, hasta alcanzar una tonalidad color gris comercial y si su sección disminuye más de 1/4" de su diámetro nominal, se procede a reemplazarlo. El acero será protegido, con un inhibidor de corrosión tipo sikatop epocem 110 o similar, con el propósito de aumentar su vida útil y se anclará utilizando anchorfix 4 o similar. Para la recuperación de secciones en columnas y placas, se debe aplicar un puente de adherencia tipo sikadur 32 primer o similar, con el fin de facilitar la interacción entre el concreto existente y el nuevo, este concreto tendrá un agregado grueso máximo de 1/2" y un asentamiento de 6" para evitar hormigueros. En las zonas donde el espesor del concreto sea inferior a 4 centímetros, se aplicará un mortero de reparación estructural, tipo sikatop 122 plus o similar, este producto se usará también en los cuellos de las columnas.

ESQUEMA REEMPLAZO DE ACEROS POR PERDIDA DE SECCIÓN

Ilustración 37. Esquema de reemplazo de aceros





10. PROGRAMACIÓN

Se realiza la siguiente programación de las actividades de intervención del edificio David, incluyendo duración, costo, fecha de comienzo y fecha de finalización, el diagrama de Grant se encuentra en anexo “programación Edificio David”

Tabla 17. Programación actividades intervención edificio David

Nombre de tarea	Duración	Costo	Comienzo	Fin
Presupuesto Edificio David	195 días?	\$ 690,621,374	mié 24/06/20	mar 23/03/21
1 Estudios de profundización y detalle	96.75 días	\$ 1,000,000	mié 24/06/20	jue 5/11/20
1.1 Ensayos de Laboratorio	96.75 días	\$ 1,000,000	mié 24/06/20	jue 5/11/20
2. Obras de Rehabilitación columnas	15 días	\$ 310,667,944	mar 12/01/21	lun 1/02/21
2.1 Demolición de pañete	1 día	\$ 29,640,000	mar 12/01/21	mar 12/01/21
2.2 Escarificación concreto	1 día	\$ 19,400,000	jue 14/01/21	jue 14/01/21
2.3 Limpieza mecánica del acero	1 día	\$ 6,772,800	lun 18/01/21	lun 18/01/21
2.4 Protección acero con armatec 110	1 día	\$ 5,110,144	lun 18/01/21	lun 18/01/21
2.5 Concreto 4000 psi	10 días	\$ 204,120,000	mar 19/01/21	lun 1/02/21
2.6 Colocación mortero sikatop 122 plus	1 día	\$ 29,700,000	mar 19/01/21	mar 19/01/21
2.7 Levante de muros en bloque numero 15 mortero de pega 1:4	1 día	\$ 15,925,000	lun 18/01/21	lun 18/01/21
3. Obras de rehabilitación Placas de Entrepiso	50 días	\$ 164,276,800	mar 12/01/21	lun 22/03/21
3.1 Apuntalamiento placas entrepisos	12 días	\$ 20,540,000	mar 12/01/21	mié 27/01/21
3.2 Retiro concreto carbonatado	8 días	\$ 22,200,000	mar 2/02/21	jue 11/02/21
3.3 Limpieza mecánica del acero	5 días	\$ 18,360,000	lun 15/02/21	vie 19/02/21
3.4 Protección acero con armatec 110	4 días	\$ 13,852,800	jue 18/02/21	mar 23/02/21
3.5 Colocación mortero sikatop 122 plus	10 días	\$ 44,550,000	mié 24/02/21	mar 9/03/21
3.6 Concreto 4000 psi	10 días	\$ 4,374,000	vie 26/02/21	jue 11/03/21
3.7 Colocación malla con vena	4 días	\$ 12,150,000	lun 8/03/21	jue 11/03/21
3.8 Pañete de cielo	5 días	\$ 23,250,000	vie 12/03/21	jue 18/03/21
3.9 Limpieza general y retiro escombros	2 días	\$ 5,000,000	vie 19/03/21	lun 22/03/21
4.0 Obras de Reparación Cubierta	11 días	\$ 61,608,568	vie 22/01/21	vie 5/02/21
4.1 Desmonte canaleta	3 días	\$ 5,087,500	mar 2/02/21	jue 4/02/21
4.2 Demolición pendiente	3 días	\$ 3,589,000	mié 3/02/21	vie 5/02/21
4.3 Reemplazo acero mal estado	2 días	\$ 2,312,800	vie 29/01/21	mar 2/02/21
4.4 Protección acero epoceml 10	3 días	\$ 1,508,416	lun 1/02/21	mié 3/02/21
4.5 Reparación grietas y fisuras	7 días	\$ 2,931,152	vie 22/01/21	lun 1/02/21
4.6 Construcción pendiente	3 días	\$ 21,223,200	vie 29/01/21	mar 2/02/21
4.7 Aplicación membrana sikaplan	2 días	\$ 24,956,500	mié 3/02/21	jue 4/02/21
5.0 Obras de Reparación Cárcamo	13 días?	\$ 37,964,500	mar 2/02/21	jue 18/02/21
5.1 Demolición	4 días	\$ 2,100,000	mar 2/02/21	vie 5/02/21
5.2 Excavación	3 días	\$ 3,762,000	lun 8/02/21	mié 10/02/21
5.3 Retiro material	2 días	\$ 3,172,500	vie 5/02/21	lun 8/02/21
5.4 Adecuación inst. eléctricas	4 días	\$ 1,775,000	mar 9/02/21	vie 12/02/21
5.5 Adecuación inst. hidráulicas	4 días	\$ 1,225,000	mar 9/02/21	vie 12/02/21
5.6 Adecuación inst. sanitarias	4 días	\$ 1,180,000	mar 9/02/21	vie 12/02/21



5.7 Adecuación inst. de gas	4 días	\$ 1,050,000	mar 9/02/21	vie 12/02/21
5.8 Concreto de limpieza	1 día?	\$ 1,500,000	vie 12/02/21	vie 12/02/21
5.9 Formaleta	4 días	\$ 3,000,000	lun 15/02/21	jue 18/02/21
5.10 Concreto impermeabilizado 3000 psi	4 días	\$ 18,000,000	lun 15/02/21	jue 18/02/21
5.11 Conexión a red aguas pluviales	4 días	\$ 1,200,000	jue 11/02/21	mar 16/02/21
6.0 AIU+Bioseguridad	1 día	\$ 115,103,562	mar 23/03/21	mar 23/03/21

FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020)



11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 CONCLUSIONES

- El estado actual y funcionalidad del edificio David es aceptable, pues, aunque existen lesiones no son severas y no cubren grandes áreas del edificio, sin embargo, las reparaciones funcionales dependen también del estado real de las propiedades intrínsecas de los materiales, actualmente.

- Se recolectó información que permitió describir el edificio David en aspectos arquitectónicos, estructurales e históricos, lo que permitió establecer un informe completo y detallado.

- Después de tener localizado con precisión las fallas y grietas en todos los elementos categorizados, se realizó un plan de acción para cada una de estas, garantizando que estas reparaciones a realizar mantengan las propiedades y especificaciones con lo que los acabados y estructura se diseñó, se debe mantener secciones, resistencias de los materiales y cuantías establecida en los planos

- Se desarrolló una ficha técnica resumen de las lesiones que presenta el edificio, detallando los tipos de lesiones por piso y de forma general.

11.2 RECOMENDACIONES

- Se debe crear un patrón que permita evidenciar en las fotografías, el tamaño de las lesiones.



- Se debe establecer un plan de trabajo previo, con los formatos definitivos, que permitan tomar todos los datos necesarios para un estudio eficiente, se deben evitar los borradores, pues se prestan para confusiones.



12. BIBLIOGRAFÍA Y WEB GRAFÍA

12.1 BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Colombina de Ingeniería Sísmica (ACIS), (2010) Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Capítulo A.
- Investigación histórica, Edificio David centro histórico la Matuna, Cartagena de Indias año 2016

12.2 WEB GRAFÍA

- Enciclopedia Broto de patologías de la construcción. Recuperado de https://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf
- Guía de patologías constructivas. estructurales y no estructurales. Recuperado de http://www.idiger.gov.co/documents/20182/112614/Guia_patologias_constructivas_estructurales_no_estructurales.pdf
- POT Cartagena. Recuperado de <http://www.curaduria2cartagena.com/pdf/POT.pdf>
- Investigación Histórica. Recuperado de http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/886/2/Investigaci%C3%B3n%20Hist%C3%B3rica%20Antigua%20Iglesia%20San%20Francisco_Ricardo%20Zabaleta_USBCTG_2012.pdf
- Servicio Geológico colombiano. Recuperado de <https://www.sgc.gov.co/>
- Sikaplan-12 RCO. Recuperado de https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/q/sikaplan_-12_r_co.pdf
- Google Earth. Recuperado de <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- Climatología Cioh. Recuperado de <https://www.cioh.org.co/index.php/es/>
- Revista Noticreto. Recuperado de <http://www.asocretovirtual.com/tienda-virtual/index.php?route=product/category&path=59>
- ASTM International – Standars. Recuperado de <https://www.astm.org/Standards/C1202>
- Norma Técnica Colombiana NTC. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-96894.html?_noredirect=1



- Tratado de Rehabilitación tomo patología técnica. Recuperado de <https://www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/tratado-rehabilitaci%F3n-tomo-patolog%EDa-t%E9cnicas/>
- ACI 228.1R. Recuperado de <https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=228103>



13. ANEXOS

13.1.1 RESULTADOS ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS


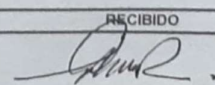
Tabla 13. Ensayo esclerómetro

INFORME DE METODO PARA DETERMINAR EL NUMERO DE REBOTE (INDICE ESCLEROMETRICO) EN EL CONCRETO ENDURECIDO (INV E-413/2013)								
CARIBELAB S.A.S NIT: 901330277-7. TEL: 3116159522								
CLIENTE ING. ANGELICA VILLAMIL - ARQ. ELTA ROOK - ING. JOSE BELLO								
PROYECTO EDIFICIO DAVID - CENTRO SECTOR MATUNA. ESQ. AV VENEZUELA CON GRAB								
FECHA DE ENSAYO 24/06/2020 INF N° C-20200626-1								
N° Elemento ensayado	Identificación y ubicación				Fecha fundida:	Fc (MPa)	Proveedor	
1	COLUMNA 12D PISO 2				AÑO 1953	21	S/D	
2	COLUMNA 14 D PISO 2				AÑO 1953	21	S/D	
3	COLUMNA 10 H PISO 2				AÑO 1953	21	S/D	
4	COLUMNA 10 E PISO 2				AÑO 1953	21	S/D	
5	COLUMNA 16 H PISO 2				AÑO 1953	21	S/D	
6	COLUMNA 8 E PISO 3				AÑO 1953	21	S/D	
7	COLUMNA 4D PISO 3				AÑO 1953	21	S/D	
8	COLUMNA 4 F PISO 3				AÑO 1953	21	S/D	
N° rebotes / Elemento	DATOS OBTENIDOS POR ELEMENTO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	42	38	40	45	44	34	32	30
2	41	44	38	44	46	34	30	30
3	44	48	42	52	41	34	32	30
4	46	42	41	44	44	34	32	30
5	42	46	41	44	38	34	30	30
6	41	44	44	44	41	36	30	28
7	42	44	40	44	48	34	30	30
8	46	40	36	36	42	32	30	38
9	52	40	30	46	42	32	30	36
10	42	52	36	48	45	34	28	36
11	43	50	38	43	38	34	34	32
12	42	44	44	46	45	30	32	30
13	44	44	44	41	38	30	32	30
14	52	42	38	44	44	34	34	28
15	50	48	40	48	44	34	34	28
16	46	50	39	41	44	34	32	28
17	43	44	44	46	49	32	32	30
18	44	45	44	44	40	36	29	26
19	46	44	42	45	44	34	30	24
20	40	46	44	47	43	34	30	28
N (Numero datos)	20	20	20	20	20	20	20	20
Promedio	44.4	44.8	40.3	44.6	43.0	33.5	31.2	30.1
Desviación Estándar	3.50	3.57	3.63	3.20	3.06	1.57	1.69	3.34
Rango inferior	40.9	41.2	36.6	41.4	39.9	31.9	29.5	26.8
Rango superior	47.9	48.3	43.9	47.8	46.1	35.1	32.8	33.4
Promedio corregido	43.4	44.6	39.9	44.7	43.3	33.6	30.9	29.5
Resistencia MPa	46.0	50.0	40.0	50.0	47.0	27.5	24.0	22.0
Resistencia PSI	6571	7143	5714	7143	6714	3929	3429	3143
OBSERVACIONES:								
FIRMA:					FIRMA:			
NOMBRE: ANGELA VILLAMIL					NOMBRE: ELTA ROOK			

FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), ENSAYO ESCLERÓMETRO



Tabla 14. Ensayo esclerómetro

INFORME DE METODO PARA DETERMINAR EL NUMERO DE REBOTE (INDICE ESCLEROMETRICO) EN EL CONCRETO ENDURECIDO (INV E-413/2013)								
CARIBELAB S.A.S NIT: 901330277-7. TEL: 3116159522								
CLIENTE	ING. ANGELICA VILLAMIL - ARQ. ELTA ROOK - ING. JOSE BELLO							
PROYECTO	EDIFICIO DAVID - CENTRO SECTOR MATUNA. ESQ. AV VENEZUELA CON CRA8							
FECHA DE ENSAYO	24/06/2020	INF N°	C-20200626-3					
N° Elemento ensayado	Identificación y ubicación	Fecha fundida:	Fc (MPa)	Proveedor				
1	COLUMNA 16E PISO 2	AÑO 1953	21	S/D				
2	COLUMNA 10D PISO 1	AÑO 1953	21	S/D				
3	COLUMNA 6B PISO 1	AÑO 1953	21	S/D				
4	COLUMNA 2B PISO 1	AÑO 1953	21	S/D				
5								
6								
7								
8								
N° rebotes / Elemento	DATOS OBTENIDOS POR ELEMENTO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	40	44	46	52				
2	42	44	40	48				
3	38	50	40	48				
4	40	50	40	46				
5	40	46	42	40				
6	42	44	42	40				
7	46	52	40	40				
8	40	50	38	50				
9	40	44	44	50				
10	44	52	44	44				
11	40	44	46	44				
12	42	48	46	42				
13	42	46	44	40				
14	42	46	44	50				
15	40	46	52	52				
16	36	46	46	40				
17	36	48	38	56				
18	42	52	42	46				
19	42	50	44	44				
20	42	44	48	46				
N (Número datos)	20	20	20	20				
Promedio	40.8	47.3	43.3	45.9				
Desviación Estándar	2.38	2.99	3.51	4.79				
Rango Inferior	38.4	44.3	39.8	41.1				
Rango superior	43.2	50.3	46.8	50.7				
Promedio corregido	41.1	47.8	43.1	46.5				
Resistencia MPa	40.0	57.0	47.0	55.0				
Resistencia PSI	5714	8143	6714	7857				
OBSERVACIONES:								
 CARIBELAB S.A.S NIT. 901330277-7 EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA								
FIRMA:					RECIBIDO			
								

FUENTE. BELLO, VILLAMIL, ROOK, (2020), ENSAYO ESCLERÓMETRO

13.1.2 REGISTRO FOTOGRAFICO



FOTOGRAFIA NO.1



FOTOGRAFIA NO.2



FOTOGRAFIA NO.3



FOTOGRAFIA NO.4



FOTOGRAFIA NO.5



FOTOGRAFIA NO.6