

**CREACIÓN DE FICHAS PATOLOGICAS PARA LA EVALUACIÓN, DIAGNOSTICO
PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN POR PARTE DE LA EMPRESA
INGENIERÍA DE PROYECTOS CIVILES & CONSULTORÍA S.A.S**

PESENTADO POR:

ALEXANDRA CAROLINA SARMIENTO ARREGOCÉS
Estudiante de Ingeniería Civil

CÓDIGO ESTUDIANTIL:

2017115053

PRESENTADO A:

EDGARDO JOSÉ DÍAZ OÑATE
Tutor de prácticas profesionales

JOSÉ CARLOS CAMPO SILVA
Tutor empresarial

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

Fecha de entrega: 02/06/2022

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN	6
2. OBJETIVOS Y/O FUNCIONES.....	8
2.1 Objetivo general	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
2.3 Funciones del practicante en la empresa	8
3. JUSTIFICACIÓN.....	9
4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	10
4.1 Descripción.....	10
4.2 Planeación estratégica	10
4.3 Especialidades de servicios ofrecidos	11
6. BASES TEÓRICAS RELACIONADAS	15
6.5 Lesiones mecánicas	17
6.6 Lesiones químicas	18
6.7 Lesiones biológicas	18
6.8 Fisuras	19
6.9 Grietas	19
6.10 Deterioro.....	19
6.11 Corrosión.....	19
6.12 Erosión	20

6.13	Humedad	20
6.14	Suciedad	20
6.15	Eflorescencia	20
6.16	Profundidad de carbonatación.....	20
6.17	Resistencia a compresión	21
6.18	Velocidad de pulso ultrasónico	22
7.	DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....	24
7.1	Investigación preliminar.....	¡Error! Marcador no definido.
7.2	Descripción y localización	24
7.3	Características del proyecto	25
7.4	Identificación de las lesiones de las estructuras implementando las fichas técnicas	25
8.	CRONOGRAMA.....	42
9.	CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS	43
10.	ANEXOS.....	44
	Bibliografía	50

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Representación esquemática del avance de la carbonatación del hormigón en el tiempo (Disminución del pH). Adaptación de Possan (2010).	21
Ilustración 2. Esquema de principio de ensayo del método ultrasónico. Fuente: Grupo Argos. ..	23
Ilustración 3. Tipos de transmisión.....	24
Ilustración 4. Localización general del proyecto.	25
Ilustración 5. Nombre de la empresa, y descripción del proyecto.	26
Ilustración 6. Fecha de medición, dirección y ciudad del proyecto, y Número de ficha.....	26
Ilustración 7. Localización del proyecto.....	27
Ilustración 8. Imagen en donde se evidencia el elemento afectado y su identificación.....	27
Ilustración 9. Tipos de lesiones.....	28
Ilustración 10.Descripción, causas y prevención de la lesión.....	29
Ilustración 11. Resumen de los resultados de la investigación.....	30
Ilustración 12. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para el Muro de contención eje C (N-3.75). con registro fotográfico.....	32
Ilustración 13. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para la Viga 1 entre los ejes A Y B del nivel (N+0.00). con registro fotográfico.....	33
Ilustración 14. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para la Columna A3 (N+0.00) con registro fotográfico.....	34
Ilustración 15. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para la Losa 1 entre los ejes 2-3 y C-B (N+0.00) con registro fotográfico.....	35
Ilustración 16. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para la columna C4 (N+0.00) con registro fotográfico.....	36

Ilustración 17. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para la Viga A entre los ejes 1 y 2 del nivel (N+7.85). con registro fotográfico.	37
Ilustración 18. Comparación de la velocidad entre los diferentes elementos estructurales.	40
Ilustración 19. Tabla de ensayos realizados al elemento y su respectiva conclusión.	41

1. PRESENTACIÓN

En el ámbito de la construcción uno de los problemas habituales que se presenta con el paso del tiempo es el deterioro de las estructuras mostrando diferentes patologías en los materiales de construcción que se utilizan, esto debido a diferentes factores que se encuentran relacionados con el desgaste de los materiales que la conforman, la inadecuada definición y ejecución del proceso constructivo, los cambios atmosféricos, el grado de exposición que se encuentra la estructura, entre otros.

La patología de estructuras es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en una obra, ya sea en una edificación nueva o antigua; basándose en un análisis sistemático que permite la realización de diagnósticos del comportamiento de una estructura o de los elementos que la componen, identificando la presencia de daños o lesiones dentro de la estructura, generados por factores externos o internos comprometiendo la seguridad de esta.

Actualmente, en la ciudad de Barranquilla una de las obras que se desea intervenir es el museo de arte moderno, estructura que será utilizada como un lugar para disfrutar y aprender del arte moderno, de la configuración de un nuevo patrimonio cultural para el país y de la creación de un espacio que albergará el gran mural del pintor y escultor Alejandro Obregón (Cárdenas, 2020). No obstante, para la restauración de dicha estructura es necesario la realización de un estudio patológico para saber el estado en el que se encuentra la estructura con el fin de poner en servicio el museo.

El estudio patológico consta de tres (3) etapas; en la primera etapa se realizó una visita de campo para recolectar toda la información visual con el fin de determinar las tipologías de daños y

lesiones directas e indirectas que están presentes en la edificación. La segunda etapa consiste en la realización de diferentes ensayos patológicos destructivos y no destructivos, con el objeto de evaluar el estado, las propiedades de los materiales que conforman la estructura y medir su resistencia. Y por último se realizará en base a los resultados obtenidos de los ensayos un estudio de vulnerabilidad para presentar las propuestas de intervención y de rehabilitación de la estructura por parte de la empresa Ingeniería De Proyectos Civiles & Consultoría S.A.S.

El objetivo principal de este trabajo está enfocado en la creación de fichas técnicas para la identificación de patologías estructurales usando el software EXCEL, permitiendo realizar un análisis patológico visual, describiendo el diagnóstico de la patología, las causas y la propuesta de intervención del Museo de Arte Moderno que se encuentra ubicado en la ciudad de Barranquilla departamento del Atlántico.

2. OBJETIVOS Y/O FUNCIONES

2.1 Objetivo general

- ❖ Crear un formato para la realización de fichas técnicas patológicas con el fin de identificar fallas dentro de una infraestructura por parte de la empresa Ingeniería de proyectos civiles & consultoría S.A.S.

2.2 Objetivos específicos

- ❖ Conceptualizar las principales fallas patológicas que se presentan dentro de una edificación.
- ❖ Establecer los ensayos necesarios para la determinación de los tipos de lesiones en las estructuras.
- ❖ Diseñar un formato que permite analizar las lesiones directas e indirectas patológica que se presenta dentro de una estructura.

2.3 Funciones del practicante en la empresa

- Apoyar en el diseño estructural haciendo uso de software.
- Apoyar en estudios patológicos.
- Realizar seguimiento de obras en sus etapas de revisión y/o ajustes a los estudios de diseño y construcción, con el fin de cumplir todas las especificaciones contractuales y las exigencias técnicas, administrativas, legales, financieras, presupuestales, sociales, y ambientales.
- Realizar visitas de campo como acompañamiento para el estudio patológico estructural, apoyar en labores de oficina como revisión y elaboración de cantidades de obra.

3. JUSTIFICACIÓN

La patología de estructuras es de gran importancia, debido a que esta determina el grado y alcance de las afecciones que existen en las estructuras. Lo anterior se logra mediante un estudio que tiene como objetivo servir de apoyo para conocer el estado real e interno de una edificación para luego implementar soluciones de intervención. Dicho estudio debe hacerse teniendo en cuenta los requerimientos y lineamientos exigidos por la Norma (NSR-10). Es por esto que se implementan fichas patológicas, en donde se identifican las patologías que sufre la edificación.

Debido a la necesidad que surge en la empresa de la fácil identificación de patologías estructurales aparece la creación de fichas técnicas el cual permite a cualquier persona analizar los daños presentes dentro de la estructura, asimismo llevar a cabo un análisis patológico visual, puesto que las fichas técnicas contienen fotografías que facilitan la caracterización y localización de las lesiones. Por otro lado, mediante inspecciones visuales y visitas técnicas se implementan medidas de mitigación de los daños encontrados y a su vez se plantean propuestas de intervención para recuperar la estructura.

4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1 Descripción

INGENIERÍA DE PROYECTOS CIVILES Y CONSULTORÍA S.A.S es una empresa, dedicada a la consultoría, asimismo se especializa en estudios de diseños estructurales, asesorías, supervisión técnica, interventoría y gestión de infraestructuras de proyectos civiles ofreciendo servicios de diseño estructural para elementos de concreto reforzado, estructuras metálicas o sistemas mixtos.

4.2 Planeación estratégica

Misión

Prestar a nuestros clientes un excelente servicio de consultoría en ingeniería estructural, con altos estándares de calidad haciendo uso de la normativa vigente, con profesionales calificados empleando técnicas innovadoras que dan como resultado proyectos económicamente viables. Se ofrece a nuestros clientes servicios de diseño estructural para elementos de concreto reforzado, estructuras metálicas o sistemas mixtos.

Visión

A 2022 IPCC aspira a ser una empresa reconocida a nivel nacional e internacional, por su calidad y excelencia en la prestación de servicios relacionados con el área estructural a través de nuestro equipo de trabajo y el compromiso con el cliente. El cumplimiento, la calidad, la innovación y el compromiso serán nuestras herramientas para cumplir con nuestra misión.

4.3 Especialidades de servicios ofrecidos

- Análisis y diseños de estructuras: Se centra en asegurar la funcionalidad de la estructura haciendo que esta sea eficiente, segura y económicamente viable, por otro lado es importante que el diseño de estructuras se ejecute con base a los requerimientos que establece la normativa vigente (NSR-10), es de suma importancia hacer un buen pronóstico de las cargas y las condiciones de servicio que están presentes en la estructura. De esta manera se podrán calcular los esfuerzos correspondientes en los elementos que componen la estructura y comparar estos con los esfuerzos críticos de falla.

- ✚ Estructuras de Concreto Reforzado.

- ✚ Estructuras Metálicas.

- ✚ Estructuras Mixtas.

- Patología estructural: La patología estructural tiene el objetivo de conocer el estado de las estructuras y conocer las posibles causas que conlleva los elementos estructurales de una edificación. Asimismo, identifica si existe alguna lesión o falla para plantear soluciones con el fin de garantizar la seguridad de la misma. Es por eso por lo que se deben tener en cuenta tres puntos importantes: el diagnóstico, el tratamiento y la solución de los problemas identificados.

- ✚ Diagnóstico (Identificación de daños).

- ✚ Preservación (Mantenimiento preventivo).

- ✚ Restauración (Mantenimiento correctivo).

- ✚ Reparación (Mantenimiento curativo).

- ✚ Rehabilitación (Intervención de la modificación). ▪ Reforzamiento (Repotenciación).

- Programación y presupuesto de obra: El éxito económico de un proyecto de obra civil depende directamente del grado y la eficiencia de la planificación de este. Realizar una programación y un presupuesto de obra acertado reduce los imprevistos y optimiza tiempos y recursos que finalmente se refleja en un incremento en las utilidades.

- ✚ Programación y presupuestos para proyectos de obra civil.

- Supervisión e interventoría técnica. Verificar el cumplimiento de los lineamientos planteados y las normativas vigentes que rigen para un proyecto de obra civil es primordial para el control de la ejecución y la calidad. Contar con un seguimiento técnico y especializado facilita el cumplimiento de los estándares técnicos más altos para cualquier proyecto de construcción.

- ✚ Supervisión técnica y acompañamiento en obra.

- ✚ Interventoría de obras civiles.

5. SITUACIÓN ACTUAL

Cuando Ingeniería de proyectos civiles & consultoría S.A.S está encargada de un estudio de patología estructural se debe llevar a cabo un proceso, con el fin de tener una organización y presentar un buen trabajo.

- 1- Primero se lleva a cabo una visita de campo en la obra, con el fin de analizar la estructura y realizar un levantamiento estructural para comprobar si las medidas corresponden a lo establecido en el diseño.
- 2- La inspección visual va acompañada con registros fotográficos con el objetivo de identificar las lesiones que se encuentran en los elementos y conocer cómo se encuentra el estado inicial de la edificación.
- 3- Con base a esa primera visita de campo se establecen los puntos en donde se realizarán los ensayos, haciendo el registro en un plano en AUTOCAD.
- 4- Luego se realiza otra visita de campo, pero esta vez con el fin de realizar los ensayos correspondientes para conocer el estado de la estructura internamente, es decir, si puede resistir las cargas que se le va a aplicar, el estado del acero de refuerzo, entre otros.
- 5- Para saber si la estructura cumple con los requisitos establecidos en la norma (NSR-10) se efectúa la modelación de la edificación utilizando el software ETBAS; en este software se ingresan las dimensiones de las columnas, vigas y losa, así como el material correspondiente. Luego se le ingresa las cargas que soportará y se hace un chequeo para saber si la estructura cumple con la normativa.

- 6- Por otro lado, se revisa la cimentación ejecutando la modelación mediante el software SAFE, y se revisa si la capacidad portante del suelo y los asentamientos cumplen con lo establecido en el estudio de suelo.
- 7- Basándose en los resultados de los ensayos realizados y en el chequeo que se hace con el software se plantean las alternativas de reforzamiento para la rehabilitación de la edificación.
- 8- Y, por último, se entrega a la entidad que contrató a la empresa un informe patológico, en donde se evidencie: las lesiones directas e indirectas que se encontraron, los resultados de los ensayos destructivos y no destructivos con sus respectivas conclusiones, el estudio de vulnerabilidad que se realizó en el software y las propuestas de intervención de la estructura.

Sin embargo, al momento de realizar la primera visita no se encuentra estandarizado la recolección de información con respecto a la localización y caracterización de fallas patológicas dentro de una estructura. Es por ello, que nace este proyecto con el fin de poder establecer un mecanismo para que la información sea obtenida de manera organizada y clara apoyada en la inspección visual y fotográfica de las patologías.

6. BASES TEÓRICAS RELACIONADAS

6.1 Patología

Hace referencia a las lesiones o deterioro que sufre un material, elemento o una edificación y estas a su vez se pueden clasificar dependiendo de su agente causante. Asimismo, las lesiones se organizan según su origen como lesiones físicas, mecánicas y químicas.

6.2 Lesiones indirectas

Estas lesiones son patologías congénitas, es decir, son aquellas que se presentan al momento del proceso constructivo. Se pueden clasificar en:

- Por diseño: se presentan por errores de concepción general de la estructura, por errores en los modelos de cálculo, estimación incorrecta de cargas y sobrecargas, estimación incorrecta de cargas dinámicas y vibraciones externas.
- Por ejecución: Se dan debido a detalles constructivos mal concebidos o diseñados, errores en la acotación, escala, simbología de los planos, por la mano de obra insuficiente, la falta de supervisión técnica y de control de calidad y por el incumplimiento de la Norma.
- Por materiales: Se da debido a la utilización de materiales defectuosos o inadecuados para la construcción.

- Por cambio de uso: Se presenta debido a las sobrecargas en la estructura, o cuando se le da un uso diferente para el cual no fue diseñada la estructura.
- Por mantenimiento: Se presenta por la carencia de procedimientos para el mantenimiento de las estructuras.

6.3 Lesiones directas

Son lesiones que se presentan a lo largo de la vida útil de la estructura. Estas pueden ser físicas, mecánicas, químicas y biológicas.

6.4 Lesiones físicas

Estas lesiones se originan como consecuencia de un proceso marcado por leyes físicas. de este tipo se denominan la humedad, la suciedad y la erosión.

- Humedad: esta patología es una de las más comunes en las edificaciones y se considera como una de las más importantes, debido a que esta está directamente ligada con los niveles de salubridad y habitabilidad de la vivienda. Se puede originar mediante las siguientes causas:
 - ✓ Humedades por filtraciones de agua por fachadas y cubiertas
 - ✓ Humedades por capilaridad o filtración desde el subsuelo. El agua ascendente intenta alcanzar el exterior en un proceso de transpiración para lograr la humedad de equilibrio entre el suelo y el ambiente.
 - ✓ Humedades localizadas en paredes y techos debido a la existencia de puentes térmicos.

- ✓ Humedades causadas por fugas o roturas de tuberías, desagües o por corrosión.
- Suciedad: esta lesión se origina debido a ciertos materiales porosos y cuando la edificación se encuentra expuesta a la contaminación ambiental, favoreciendo en muchos casos la formación de suciedad en la estructura.
- Erosión: Este tipo de patología es producida debido a los agentes atmosféricos externos. Al momento de que la estructura entre en contacto con el agua y se dé un cambio extremo en la temperatura esto puede provocar que el agua se congele y aumente su tamaño, como consecuencia se producen facturas en el material.

6.5 Lesiones mecánicas

Este tipo de lesión se produce debido a algún tipo de sobrecarga en el elemento de la estructura o bien se origina a través de fuerzas externas o internas que pueden ser fuerzas estructurales, constructivas o de utilización. De este tipo se denominan las deformaciones, grietas, fisuras, desprendimientos y erosión.

- Grietas y fisuras: se definen como roturas que se presentan en los distintos elementos de la estructura. La diferencia es que las fisuras son superficiales y las grietas son más profundas que pueden afectar al elemento constructivo.
- Desprendimientos: Esta patología origina una pérdida de adherencia que son causantes por diversos factores.
- Erosión: Esta patología se puede producir debido a rozamientos o por la acción del viento.

- Deformaciones: Estas aparecen en el elemento estructural debido a una fuerza externa llegando a modificar la geometría de la edificación. Las principales causas suelen ser fallos en el terreno donde se asientan los elementos de la cimentación, desplomes de muros portantes, flechas en vigas, forjados o cubiertas, etc.

6.6 Lesiones químicas

Este tipo de lesiones son producidas a través de reacciones químicas que se dan en los materiales que conforman la estructura, los elementos atmosféricos, y productos contaminantes. Entre ellas están las eflorescencias, la oxidación y corrosión.

- Eflorescencias: son cristales de sales que se producen cuando las sales solubles que están presentes en alguno de los elementos de la estructura se cristalizan por donde circula el agua.
- Oxidación: esta patología se origina al momento de que la superficie de los metales se degrada. Si el óxido del elemento metálico se sigue humedeciendo se van produciendo diferentes patologías, como lo es el aumento de volumen o su disolución.
- Corrosión: esto afecta al elemento, ya que se presenta una pérdida de material metálico mediante una pila electroquímica que se produce entre el elemento metálico y otro material, afectando mayormente a todos los metales.

6.7 Lesiones biológicas

Este tipo de lesiones se generan debido al ataque de agentes animales, y vegetales como lo son las raíces de plantas o árboles. Se puede encontrar:

- Entre las lesiones que son causadas por organismos vivos se encuentran los asentamientos que son originadas por sobrepeso, la agresión química debido a los excrementos y la destrucción de materiales como lo son las plagas de insectos o roedores.

6.8 Fisuras

Son roturas que se dan de forma superficial y solo afectan el material que se encarga de recubrir una superficie.

6.9 Grietas

Afectan a los elementos estructurales y son afectaciones más peligrosas, debido a que alteran el funcionamiento del elemento. Se pueden clasificar en:

- Grietas estructurales. Afectan directamente a las vigas y columnas.
- Grietas no estructurales: se generan debido a los procesos de fraguado y endurecimiento del concreto, por mala ejecución, cuantía insuficiente, problemas con el curado, entre otros.

6.10 Deterioro

Cambio de las propiedades físicas o químicas en el interior del elemento a través de la separación de sus componentes.

6.11 Corrosión

Es la desintegración del concreto reforzado debido por el fenómeno electroquímico de la corrosión. Los agentes químicos son los que mayor daño causan en las estructuras

6.12 Erosión

Se produce debido a la reacción química de sus componentes con otras sustancias, generando transformaciones moleculares en la superficie de los materiales.

6.13 Humedad

Se presenta debido a que los materiales de la construcción tienden a absorber agua que proviene de la lluvia, filtraciones, de condensación de humedad del ambiente o la humedad del terreno que asciende por zonas que no están impermeabilizadas; alterando las características de los materiales y causando el deterioro.

6.14 Suciedad

Se presentan debido a las moléculas que acumulan los elementos de la infraestructura.

6.15 Eflorescencia

Se genera a causa de la humedad, debido a que disuelve las sales en el concreto llevándolas hacia la superficie, que al reaccionar con el CO₂ en el aire produce un depósito mineral que es el carbonato de calcio. La eflorescencia no causa problemas estructurales, pero siempre daña el aspecto y la coloración del concreto.

6.16 Profundidad de carbonatación

La determinación del frente de carbonatación indica si el concreto ha perdido su alcalinidad, una propiedad química que le confiere un carácter protector del acero de refuerzo. En general, el concreto tiene un pH de alrededor de 12.5 cuando se funde (Carino, 1999). Este pH mantiene la estabilidad de una capa pasiva de óxido de hierro que cubre las varillas de acero y es crucial para

prevenir su corrosión. Con el tiempo y la exposición a los elementos atmosféricos, ocurre una reacción química en la solución presente en los poros del concreto, entre el dióxido de carbono de la atmósfera y el hidróxido de calcio del cemento (la carbonatación) que empieza a disminuir el pH del concreto. Como resultado de estas reacciones, se consumen iones de hidróxido y se reduce el pH de la solución de los poros del concreto (puede bajar hasta 9). Estas condiciones ya no son favorables para mantener protegida la capa pasiva del acero de refuerzo, y por lo tanto las barras quedan expuestas ante el óxido.

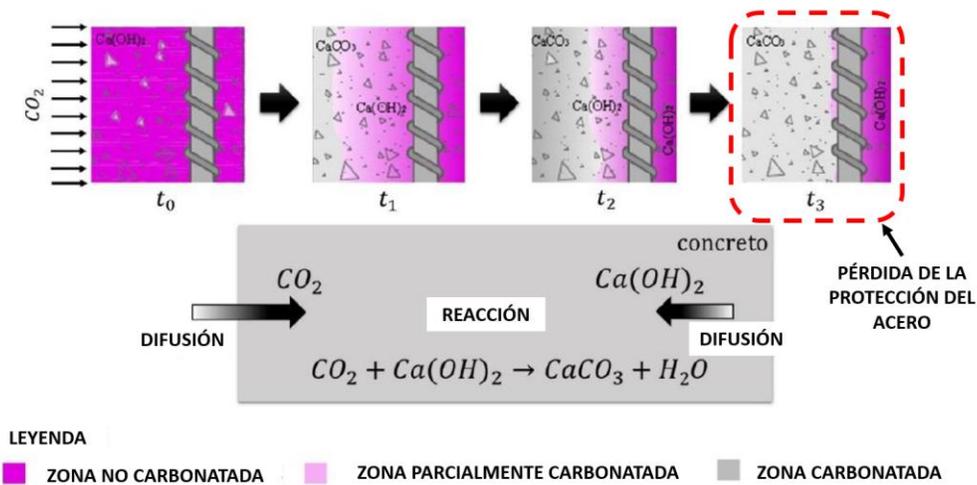


Ilustración 1. Representación esquemática del avance de la carbonatación del hormigón en el tiempo (Disminución del pH). Adaptación de Possan (2010).

6.17 Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión del concreto corresponde a una de sus características mecánicas principales, esta evalúa la calidad del concreto la cual depende de diversos factores externos como lo son la temperatura, la composición química del cemento, la finura, la relación agua-cemento, el curado y la cantidad y calidad de los materiales que conforman la estructura. Se

define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo.

6.18 Velocidad de pulso ultrasónico

Este método de ensayo consiste en determinar la velocidad de pulso ultrasónico a partir de la generación de pulsos de ondas de tensión longitudinal emitidos por un transductor electroacústico que se mantiene en contacto con la superficie del concreto bajo prueba.

Medir la velocidad de pulsos ultrasónicos que atraviesan el concreto es de gran utilidad al momento de determinar la uniformidad del concreto de un elemento o entre elementos, detectar grietas y evaluar su tamaño, así como de vacíos y otros defectos del concreto, medir cambios en las propiedades del concreto a través del tiempo, determinar la correlación de la velocidad del pulso con la resistencia mecánica del concreto, como una medida de la calidad del mismo y para determinar el módulo de elasticidad y del módulo dinámico de Poisson.

El ensayo de pulso se basa en determinar el tiempo en el cual se demora un pulso ultrasónico en recorrer la distancia que hay entre un transductor emisor Tx y un transductor receptor Rx. El transductor electroacústico emisor genera un impulso de vibración longitudinal, que después de recorrer cierta distancia, el receptor recibe la señal, y por medio de un circuito electrónico se mide el tiempo de tránsito o de propagación del impulso. (Silva, 2020)

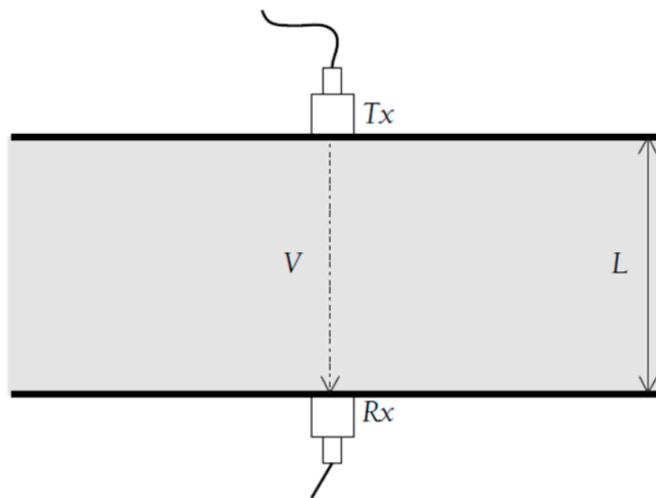


Ilustración 2. Esquema de principio de ensayo del método ultrasónico. Fuente: Grupo Argos.

Existen tres tipos de transmisión, entre las cuales están la transmisión directa los transductores se posicionan en caras opuestas del hormigón, siendo esta la más satisfactoria, debido a que proporciona la máxima sensibilidad y provee una longitud de trayectoria bien definida; por otro lado, se encuentra la transmisión semidirecta, la cual los transductores están situados en dos caras adyacentes, las cuales forman en general un ángulo recto; y por último está la transmisión indirecta en donde los transductores se disponen en la misma cara del elemento que se ensaya, siendo esta la menos satisfactoria, debido a que arroja medidas de velocidad de pulso.

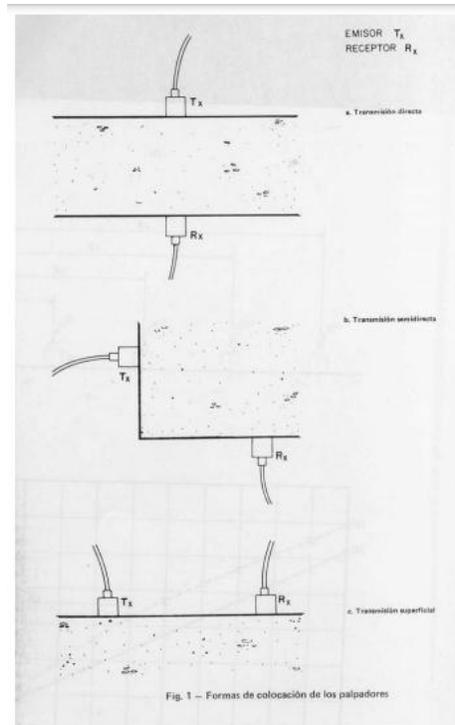


Ilustración 3. Tipos de transmisión.

7. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

7.1 Descripción y localización

El museo de arte moderno se encuentra localizado en la ciudad de Barranquilla departamento del Atlántico en la zona del centro histórico, en un lote delimitado por la Calle 36, la Vía 40, la Carrera 46 y la prolongación de la Carrera 50, en un área compartida con el Parque Cultural del Caribe.

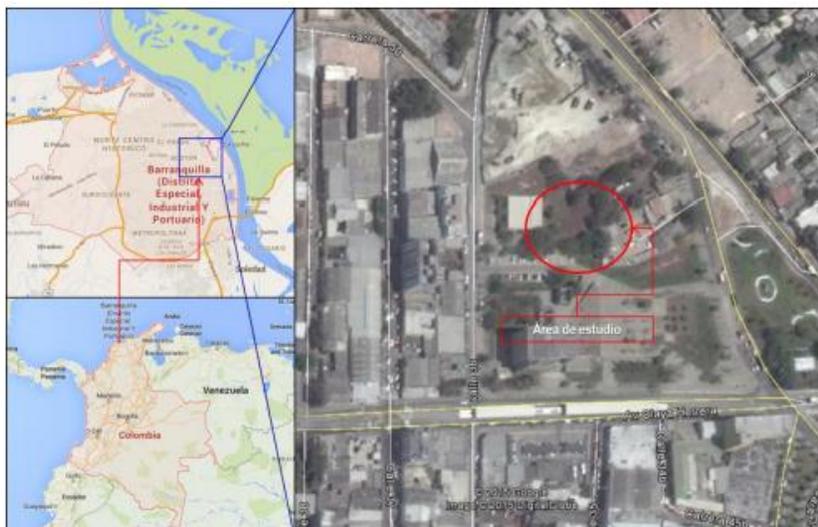


Ilustración 4. Localización general del proyecto.

7.2 Características del proyecto

El museo de arte consta de un edificio de seis (6) niveles y un (1) sótano, el cual tiene una altura total de 36m y un área de construcción de 1127.12 m². El proyecto consta de una estructura en su mayor parte en concreto reforzado y cuenta con elementos en metal como placas metaldeck, vigas IPE y columnas tubulares.

La topografía del sitio es plana, con pocas pendientes, y vegetación escasa. Alrededor del museo se encuentran numerosas edificaciones, de uso comercial, industrial e institucional.

7.3 Investigación preliminar

La investigación preliminar es importante debido a que proporciona información acerca del estado actual del museo de arte moderno mediante una inspección visual y registros fotográficos identificando sus patologías, lesiones y las posibles afectaciones y ayuda en la creación de las fichas técnicas.

7.4 Identificación de las lesiones de las estructuras implementando las fichas técnicas

Para la creación de las fichas patológicas es importante tener en cuenta varios conceptos que ayudan a desarrollar la idea.

- 1- Lo primero que se encuentra en la ficha es el nombre de la empresa y el logo, seguido a esto se puede evidenciar el nombre del proyecto; esto es importante, puesto que con el nombre se puede tener una idea clara de lo que se verá más adelante.

INGENIERÍA DE PROYECTOS CIVILES & CONSULTORÍA S.A.S			
FICHA PATOLOGICA			
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:		MUSEO DE ARTE MODERNO	

Ilustración 5. Nombre de la empresa, y descripción del proyecto.

- 2- Por otro lado, se puede evidenciar la fecha de medición, la dirección y la ciudad en donde se encuentra el proyecto y el número de ficha, ayudando a tener una organización en todas las fichas patológicas.

Fecha de medición	4/04/2022	Dirección	Cl 36 #46-66
Ciudad	Barranquilla	N° de ficha	1

Ilustración 6. Fecha de medición, dirección y ciudad del proyecto, y Número de ficha.

- 3- Asimismo, es importante tener una columna en donde se evidencie la localización del proyecto complementándolo con una imagen para que la ficha sea más dinámica.



Ilustración 7. Localización del proyecto.

- 4- Es esencial que dicha ficha contenga una imagen en la cual se vea el elemento afectado y su identificación, este paso es fundamental, debido a que complementar la información con una ilustración ayuda a que cualquier persona pueda entender de forma rápida y concisa las lesiones que se están presentando.



Ilustración 8. Imagen en donde se evidencia el elemento afectado y su identificación.

- 5- Las fichas patológicas contienen un listado de los tipos de lesiones y como se clasifican cada lesión dependiendo de si es directa o indirecta, esta información es importante debido a que será de gran ayuda para aquellas personas que no tenga conocimiento sobre

este tema y de esta manera al ver el listado entenderán de manera sencilla acerca del estado actual de la estructura.

LESIONES DIRECTAS					
Lesiones físicas					
HUMEDAD			SUCIEDAD		
1	Filtración		5	Deposito	
2	Capilaridad	X	6	Lavado	
3	Condensación		EROSIÓN		
4	De obra		7	Atmosfera	
Lesiones mecánicas					
DEFORMACIÓN			FISURA		
8	Flecha		14	Soporte	
9	Pandeo		15	Acabado	
10	Desprendimiento del concreto		DESPRENDIMIENTO		
11	Alabeo		16	Acabado continuo	
GRIETA			17	Acabado por elementos	
12	Carga		EROSIÓN		
13	Dilatación o contracción		18	Esfuerzos mecánicos	
Lesiones químicas					
EFLORESCENCIA			OXIDACIÓN Y CORROSIÓN		
19	Sales del material		24	Oxidación y corrosión del acero	
20	Sales externas al Material		25	Por inmersión	
CARBONATACIÓN			26	Por aireación	
21	Carbonatación		27	Intergranular	
ALCALIAGREGADO			EROSIÓN		
22	Reac. Alkaliagregado		28	Erosión	
23	Erosiones				
Lesiones biológicas					
FLUIDOS Y MATERIALES			ORGANISMOS VEGETALES		
29	Material descompuesto		34	Hongos	
30	Fluidos		OTRAS LESIONES		
ORGANISMOS ANIMALES			35	Desastres naturales	
31	Insectos		36	Desastres tecnológicos	
32	Aves				
33	Roedores				
LESIONES INDIRECTAS					
DISEÑO			EJECUCIÓN		
37	Sobrecargas		43	Cuantía insuficiente	
38	Vibraciones		44	Recubrimiento insuficiente	
39	Cargas dinámicas		45	Mala compactación	
40	Resistencia inadecuada		46	Desencofrado precoz	
MATERIALES			MANTENIMIENTO		
41	Mala calidad/ Dosificación		47	Falta de mantenimiento	X
42	Otros		48	Otros	

Ilustración 9. Tipos de lesiones.

6- El listado de las lesiones anteriormente mencionado sirve como apoyo para dar una descripción detallada de la lesión que se encuentra en el elemento estructural, además esa

descripción ayuda a que se planteen las posibles causas de dicha patología y asimismo nos indica como intervenir el elemento para su rehabilitación.

Descripción de la lesión	Posibles Causas
Se puede evidenciar humedad por capilaridad en la parte inferior del muro de contención. Además, la falta de mantenimiento ha permitido que la estructura presente manchas.	Debido al nivel freático ocasiona que el agua que se encuentra en el terreno ascienda por los poros de los materiales que componen los muros por capilaridad, como consecuencia la estructura se ve afectada.

Prevención
Como se trata de la presencia de agua como consecuencia de la forma del terreno se aconseja realizar estudios geotécnicos e hidráulicos para implementar medidas que solucionen el nivel freático en esta zona.

Ilustración 10. Descripción, causas y prevención de la lesión

7- Y por último se muestra una tabla de resumen en donde se observa en base a los resultados y la previa investigación el estado del elemento que está afectado, evidenciando el grado de la lesión, y dependiendo de la gravedad dictar un diagnóstico en donde se vea la urgencia de la intervención.

Grado de lesión		Urgencia de intervención	
Leve		Leve	
Moderado	X	Media	X
Severo		Alta	

Elemento estructural	
SI	X
NO	

Ilustración 11. Resumen de los resultados de la investigación.

8- Debido a los problemas que existen en las obras, es necesario plantear alternativas que permitan realizar una evaluación y diagnóstico de la estructura para así resolver dicha problemática. Estas alternativas se hacen de acuerdo con los requisitos que plantea la normativa para la construcción (NSR-10).

Después de realizar la inspección visual y evidenciar las lesiones directas e indirectas que presenta superficialmente la estructura, se deben realizar ensayos destructivos y no destructivos de los elementos que conforman la edificación, puesto que a través de dichos ensayos se conocerá el estado de la estructura internamente, es decir, como se encuentra la calidad de los materiales que la componen, su resistencia, evidenciar si el acero presenta corrosión y como está el PH del concreto. Este es un punto importante para la creación de las fichas patológicas, ya que con los resultados que se obtienen en el laboratorio del estado de la estructura se va a complementar la información que se encuentra en las fichas técnicas y arrojar un indicativo de que tan grave es la patología y que tan urgente se debe realizar la intervención.

A continuación, se muestran algunos ensayos destructivos y no destructivos que se realizaron a los elementos estructurales que conforman la edificación del Museo de Arte Moderno, en este caso se presentan los ensayos de los elementos que hacen parte de las fichas patológicas, con el fin de complementar la información necesaria para su creación:

➤ **Ensayo de carbonatación**

El ensayo del frente de carbonatación se usa para determinar la profundidad hasta donde ha llegado la carbonatación del concreto. Si el pH del concreto se ha disminuido a una profundidad mayor que el recubrimiento del acero de refuerzo, esto quiere decir que la matriz del concreto ya no ejerce esa función de barrera física para proteger el acero de refuerzo contra la corrosión. La penetración del frente de carbonatación depende de la calidad del concreto (la relación agua/cemento y el grado de hidratación) y el grado de saturación de los poros en la pasta cementante.

Para determinar el grado de carbonatación en la estructura de concreto se emplea una solución de fenolftaleína al 1% líquida, la cual se aplica sobre el elemento de concreto y así determinar el avance del frente de carbonatación en el concreto. Esta sustancia al entrar en contacto con la matriz del concreto toma un color rosáceo cuya intensidad es directamente proporcional a la calidad de concreto, es decir, en las zonas donde el color rosado es más intenso la carbonatación del concreto es menor, que en las zonas donde el color es débil o casi nulo.

MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN		
Proyecto :	Museo de arte Moderno	
Elemento:	Muro de contención eje C (N-3.75)	
Información de la estructura		
Coefficiente de carbonatación (K)	2.25	mm/t ^{0.5}
Edad de la estructura (T)	6	años
Avance de carbonatación Xc	5.5	mm

Xc	0,000	5,021	7,100	8,696	10,042	11,227	12,298	13,284	14,201	15,062	15,877
t	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Xc	16,652	17,393	18,103	18,786	19,445	20,083	20,701	21,301	21,885	22,454
t	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Tabla 1. Medición de profundidad de carbonatación Muro de contención eje C (N-3.75).

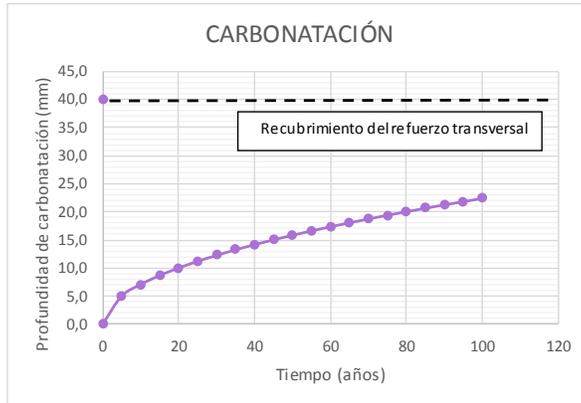


Ilustración 12. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para el Muro de contención eje C (N-3.75). con registro fotográfico.

MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Proyecto : Museo de arte Moderno

Elemento: Viga 1-A-B (Nivel 0.00)

Información de la estructura

Coefficiente de carbonatación (K) 5,31 mm/t^{0.5}

Edad de la estructura (T) 6 años

Avance de carbonatación Xc 13,0 mm

Xc	0,000	11,867	16,783	20,555	23,735	26,536	29,069	31,398	33,566	35,602	37,528
t	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Xc	39,359	41,110	42,788	44,403	45,962	47,469	48,930	50,349	51,728	53,072
t	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Tabla 2. Medición de profundidad de Viga 1 entre los ejes A Y B del nivel (N+0.00).

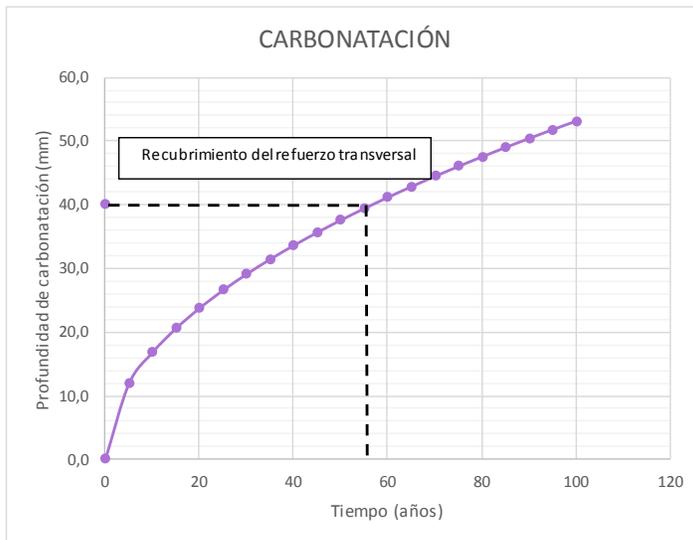


Ilustración 13. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para la Viga 1 entre los ejes A Y B del nivel (N+0.00). con registro fotográfico.

MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Proyecto :	Museo de arte Moderno
Elemento:	Columna A3 (N+0.00)

Información de la estructura		
Coefficiente de carbonatación (K)	3.67	mm/t ^{0.5}
Edad de la estructura (T)	6	años
Avance de carbonatación Xc	9.0	mm

Xc	0,000	8,216	11,619	14,230	16,432	18,371	20,125	21,737	23,238	24,648	25,981
t	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Xc	27,249	28,460	29,623	30,741	31,820	32,863	33,875	34,857	35,812	36,742
t	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Tabla 3. Medición de profundidad de carbonatación Columna A3 (N+0.00).

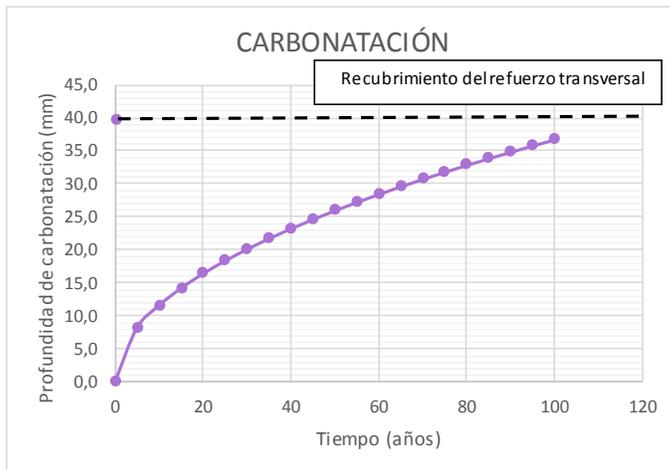


Ilustración 14. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para la Columna A3 (N+0.00) con registro fotográfico.

MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Proyecto :	Museo de arte Moderno
Elemento:	Losa 1 entre los ejes 2-3 Y C-B

Información de la estructura		
Coefficiente de carbonatación (K)	1.43	mm/t ^{0.5}
Edad de la estructura (T)	6	años
Avance de carbonatación Xc	3.5	mm

Xc	0,000	3,195	4,518	5,534	6,390	7,144	7,826	8,453	9,037	9,585	10,104
t	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Xc	10,597	11,068	11,520	11,955	12,374	12,780	13,174	13,555	13,927	14,289
t	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Tabla 4. Medición de profundidad de carbonatación Losa 1 entre los ejes 2-3 y C-B (N+0.00).

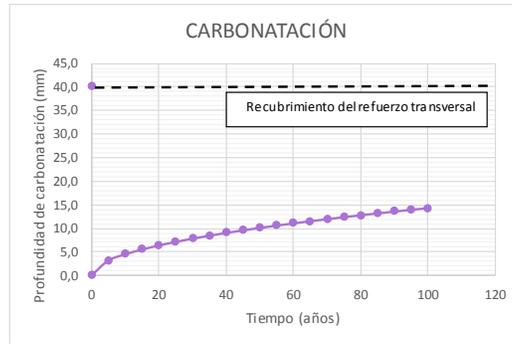


Ilustración 15. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para la Losa 1 entre los ejes 2-3 y C-B (N+0.00) con registro fotográfico.

MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Proyecto :	Museo de arte Moderno
Elemento	Columna C4 (N+0.00)

Información de la estructura		
Coeficiente de carbonatación (K)	1.43	mm/t ^{0.5}
Edad de la estructura (T)	6	años
Avance de carbonatación Xc	3.5	mm

Xc	0,000	3,195	4,518	5,534	6,390	7,144	7,826	8,453	9,037	9,585	10,104
t	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Xc	10,597	11,068	11,520	11,955	12,374	12,780	13,174	13,555	13,927	14,289
t	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Tabla 5. Medición de profundidad de carbonatación columna C4 (N+0.00).

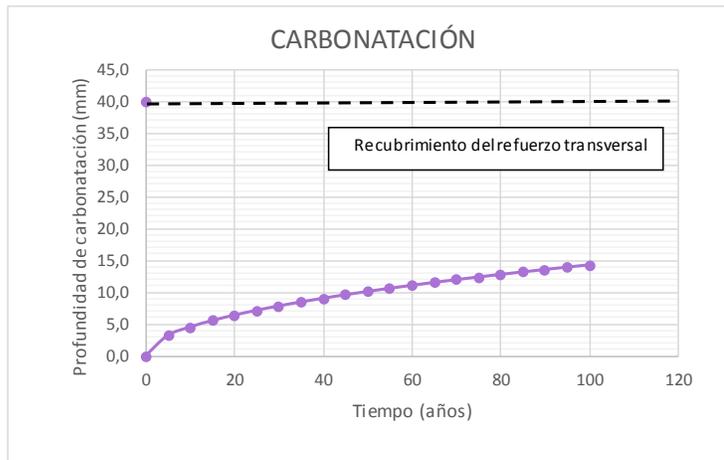


Ilustración 16. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para la columna C4 (N+0.00) con registro fotográfico.

MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Proyecto :	Museo de arte Moderno
Elemento:	Viga A-1-2 (Nivel 7.85)

Información de la estructura		
Coefficiente de carbonatación (K)	0,61	mm/t ^{0.5}
Edad de la estructura (T)	6	años
Avance de carbonatación Xc	1,5	mm

Xc	0,000	1,369	1,936	2,372	2,739	3,062	3,354	3,623	3,873	4,108	4,330
t	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Xc	4,541	4,743	4,937	5,123	5,303	5,477	5,646	5,809	5,969	6,124
t	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Tabla 6. Medición de profundidad de carbonatación Viga A entre los ejes 1 y 2 del nivel (N+7.85)

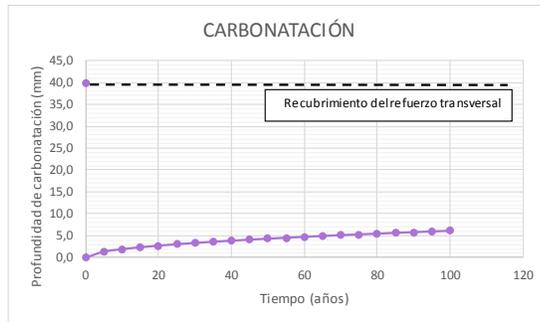


Ilustración 17. Proyección del avance del frente de carbonatación en el tiempo para la Viga A entre los ejes 1 y 2 del nivel (N+7.85). con registro fotográfico.

Luego de realizar el ensayo se realizaron los cálculos correspondientes en una tabla en Excel y se graficó el frente de carbonatación proyectándolo a un periodo de 100 años, esto con el fin de saber cómo se encuentra el PH del concreto durante este tiempo y que tanto soportará la estructura. Asimismo, se concluyó que:

- ✓ la profundidad de carbonatación no supera el recubrimiento de los elementos ensayados.
 - ✓ El frente de carbonatación en los resultados se proyectó a 100 años y durante este periodo el concreto aun no presenta carbonatación.
- **Resistencia a compresión**

Este ensayo, permite evaluar la resistencia del concreto a partir de muestras obtenidas por extracción. Esta resistencia depende del grado de humedad al que la estructura está expuesta, de la orientación a la cual fue extraída la muestra e incluso, de la ubicación de donde fueron extraídos los cilindros de concreto. La toma del espécimen se lleva a cabo de la siguiente manera: Una vez ya establecida la zona en la que se va a extraer el cilindro, se debe determinar la distribución del acero de refuerzo, esto, para que al momento de realizar la perforación no se atraviese ninguna varilla. El equipo se ubica de manera perpendicular a la superficie y se

empieza a perforar; una vez extraído, se registra cualquier peculiaridad, dado caso se presente alguna.

La resistencia a la compresión se lleva a cabo fracturando el núcleo de concreto extraído en campo usando una máquina de ensayos de compresión, los resultados que se obtienen se emplean para verificar si la mezcla de concreto suministrada cumple con los requerimientos de la resistencia especificada ($f'c$) para la estructura.

Núcleo	Ubicación	Elemento evaluado	Fecha de toma	Peso (g)	Resistencia de Diseño ($f'c$ - PSI)	Altura Neta (mm)	Altura con refrentado (mm)
1	Columna C4 (N+0.00)	Columna	1/04/2022	1001.30	ND	93.50	102.00
2	Columna A-3 (N+0.00)	Columna		1652.30	ND	155.50	161.00
3	Muro de Cont. eje C (N-3.75)	Muro	2/04/2022	1640.40	ND	152.50	160.00
4	Losa 1 entre los ejes 2-3 Y C-B (N+0.00)	Losa	2/04/2022	1506.50	ND	139.00	146.50
5	Viga 1-A-B (nivel 0.00)	Viga	4/04/2022	1566.80	ND	153.50	159.50
6	Viga A-1-2 (Nivel 7.85)	Viga		2975.10	ND	196.50	205.50

Núcleo	Ubicación	Elemento evaluado	Diámetro Prom. (mm)	Área (mm)	Densidad (Kg/m3)	Relación (L/D)	Factor de corrección	Carga (kn)	Resistencia (MPa)	Resistencia (psi)
1	Columna C4 (N+0.00)	Columna	78.00	4778	2241.20	1.31	0.93	274.91	53.50	7760
2	Columna A-3 (N+0.00)	Columna	78.00	4778	2223.70	2.06	1.00	189.69	39.70	5758
3	Muro de Cont. eje C (N-3.75)	Muro	78.00	4778	2251.10	2.05	1.00	223.36	46.70	6780
4	Losa 1 entre los ejes 2-3 Y C-B (N+0.00)	Losa	78.00	4778	2268.20	1.88	1.00	180.79	37.80	5488
5	Viga 1-A-B (nivel 0.00)	Viga	78.00	4778	2136.10	2.04	1.00	114.74	24.00	3483
6	Viga A-1-2 (Nivel 7.85)	Viga	95.00	7088	2136.00	2.16	1.00	151.37	21.40	3097

Tabla 7. Resultados de extracción de núcleos para determinar la resistencia a la compresión.

Con base a los resultados obtenidos en el laboratorio del ensayo se puede evidenciar que la resistencia a la compresión del concreto de los elementos ensayados alcanza un promedio de 35.60 MPa, la cual es una resistencia buena debido a que la resistencia es mayor que la resistencia suministrada en el diseño, atendiendo a las sollicitaciones de esfuerzos por sismo y cargas gravitacionales de la estructura.

➤ **Velocidad de pulso ultrasónico**

Este ensayo hace parte de los ensayos no destructivos, el cual es una herramienta útil para determinar la calidad del hormigón endurecido. En el caso de estructuras de dudosa calidad o con un grado de deterioro evidente, ya sea afectadas por esfuerzos o ataques de ambientes agresivos al hormigón, se suele aplicar esta técnica con el fin de efectuar un diagnóstico preliminar del elemento en estudio.

Efectuado éste, se podrán investigar las zonas con mayor daño con técnicas destructivas, y proyectar el estado de las otras zonas, realizando correlaciones entre los elementos que se encuentran en estudio. En general se puede señalar, que los ensayos no destructivos son la etapa previa de los ensayos principales de un estudio.

Elemento / Localización	Forma de toma	Edad (Días)	Distancia (cm)	Fecha de lectura	1 Lectura (µseg)
Columna-C4 (N+0.00)	Directo	(+)28	50.0	7/04/2022	122.9
Columna-A3 (N+0.00)	Directo	(+)29	50.0	7/04/2022	132.8
Muro eje C (nivel-3.75)	Directo	(+)37	30.0	7/04/2022	82.9
Viga entre los 1-A-B (N+0.00)	Directo	(+)32	51.0	7/04/2022	148.7
Losa (N+0.00)	Indirecto	(+)34	15.0	7/04/2022	64.7
Viga A-1-2 (N+7.85)	Directo	(+)35	50.0	7/04/2022	136.6

Elemento / Localización	2 Lectura (µseg)	3 Lectura (µseg)	Promedio lecturas	Velocidad (m/seg)	Calidad del hormigón
Columna-C4 (N+0.00)	120.1	123.1	122.0	4097.0	BUENA
Columna-A3 (N+0.00)	127.9	130.2	130.3	3837.0	BUENA
Muro eje C (nivel-3.75)	84.6	83.1	83.5	3591.0	REGULAR
Viga entre los 1-A-B (N+0.00)	148.7	149.4	148.9	3424.0	REGULAR
Losa (N+0.00)	63.2	64.1	64.0	2344.0	POBRE
Viga A-1-2 (N+7.85)	138.4	136.1	137.0	3649.0	REGULAR

Tabla 8. Resultados de ensayo Pulso ultrasónico y calidad del hormigón.

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron se realizaron los cálculos correspondientes y se graficó el promedio de la velocidad de pulso que se encontró en cada elemento evaluado, además se comparó con los rangos que establecen para clasificar la calidad del hormigón, concluyendo

que las columnas se encuentran con valores de buena calidad, las vigas y muro de contención se encuentran con valores de regular calidad y la losa se encuentra en concreto de pobre calidad.

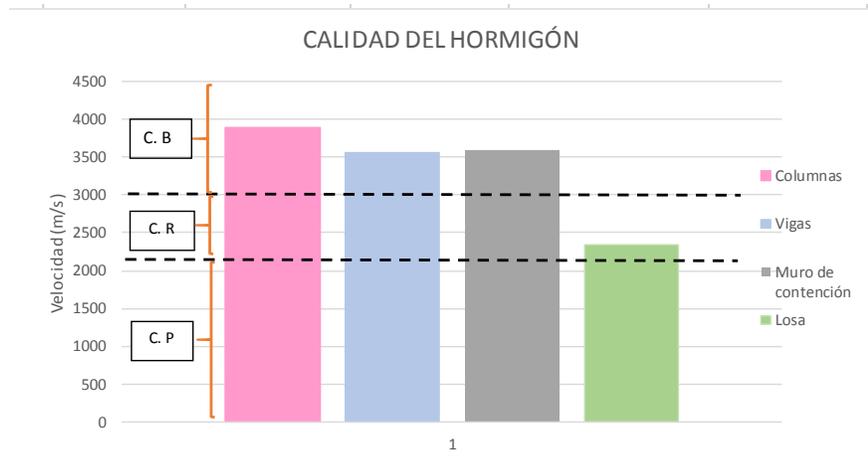


Ilustración 18. Comparación de la velocidad entre los diferentes elementos estructurales.

En donde

- ✓ C.B: calidad del hormigón buena.
- ✓ C.R: calidad del hormigón regular.
- ✓ C.P: Calidad del hormigón pobre.

Evaluación la calidad mediante la velocidad de pulso según Agraval y otros.	
Velocidad de pulso m/seg	Condición del hormigón
Más de 3000	Buena
De 2130 a 3000	Regular
Menos de 2130	Pobre

Tabla 9. Clasificación del concreto según su velocidad ultrasónica. (Solís, Moreno, & Willian, 2004)

9- Al final de las fichas patológicas se encuentra una tabla en donde se enumeran los ensayos presentados anteriormente y se muestra una conclusión en base a los resultados obtenidos. Esta tabla puede variar, dependiendo de los ensayos que se realicen en las diferentes estructuras.

Ensayos realizados	Conclusiones	
Profundidad de carbonatación	¿Presenta Carbonatación?	
	SI	
	NO	X
Resistencia a compresión	¿Resiste a las cargas aplicadas?	
	SI	X
	NO	
Velocidad de pulso Ultrasonico	Calidad del material	
	Bueno	
	Regular	X
	Pobre	

Ilustración 19. Tabla de ensayos realizados al elemento y su respectiva conclusión.

8. CRONOGRAMA

N	ACTIVIDADES	SEMANAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Planteamiento de los objetivos del proyecto	■	■														
2	Indagación para la realización del formato		■	■	■	■											
3	Revisión e información sobre los tipos de lesiones			■	■	■											
4	Indagación sobre los ensayos destructivos y no destructivos					■	■	■	■	■	■						
5	Realización del formato de la ficha técnica en Excel						■	■	■	■	■	■	■	■			
6	Realización del informe					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
7	Resultados y conclusiones											■	■	■	■	■	

9. CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS

Al implementar las fichas técnicas se espera que los próximos informes patológicos que se presenten sean más dinámicos, con el objetivo de que cualquier persona que lea el documento pueda entender cómo se encuentra la edificación estudiada, si bien es cierto no todos los estudios patológicos son iguales, puesto que cada estructura tiene una lesión o un uso diferente, ya sea una carretera, un edificio, una casa o una estructura cerca el mar, necesitando una intervención y propuesta diferente; De esta manera, se espera que el formato aplique no solo para este tipo de patología, sino para cualquier tipo de patología que se realice de ahora en adelante.

Finalmente, darle gracias a la empresa Ingeniería de proyectos civiles & consultoría S.A.S por darme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales y por el conocimiento que adquirí durante este periodo, ayudando con la creación del formato presentado.

10. ANEXOS

INGENIERÍA DE PROYECTOS CIVILES & CONSULTORÍA S.A.S



FICHA PATOLOGICA

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

MUSEO DE ARTE MODERNO

Fecha de medición	4/04/2022	Dirección	Cl 36 #46-66	Ciudad	Barranquilla	N° de ficha	1
-------------------	-----------	-----------	--------------	--------	--------------	-------------	---

Localización



ELEMENTO AFECTADO

Muro de Contención del eje C en nivel (N-3.75)



LESIONES DIRECTAS

Lesiones físicas

HUMEDAD		SUCIEDAD	
1	Filtración	5	Deposito
2	Capilaridad	X	Lavado
3	Condensación	EROSIÓN	
4	De obra	7	Atmosfera

Lesiones mecánicas

DEFORMACIÓN		FISURA	
8	Flecha	14	Soporte
9	Pandeo	15	Acabado
10	Desprendimiento del concreto	DESPRENDIMIENTO	
11	Alabeo	16	Acabado continuo
GRIETA		17	Acabado por elementos
12	Carga	EROSIÓN	
13	Dilatación o contracción	18	Esfuerzos mecánicos

Lesiones químicas

EFLORESCENCIA		OXIDACIÓN Y CORROSIÓN	
19	Sales del material	24	Oxidación y corrosión del acero
20	Sales externas al Material	25	Por inmersión
CARBONATACIÓN		26	Por aireación
21	Carbonatación	27	Intergranular
ALCALIAGREGADO		EROSIÓN	
22	Reac. Alcaliagregado	28	Erosión
23	Erosiones		

Lesiones biológicas

FLUIDOS Y MATERIALES		ORGANISMOS VEGETALES	
29	Material descompuesto	34	Hongos
30	Fluidos	OTRAS LESIONES	
ORGANISMOS ANIMALES		35	Desastres naturales
31	Insectos	36	Desastres tecnológicos
32	Aves		
33	Roedores		

LESIONES INDIRECTAS

DISEÑO		EJECUCIÓN	
37	Sobrecargas	43	Cuántia insuficiente
38	Vibraciones	44	Recubrimiento insuficiente
39	Cargas dinámicas	45	Mala compactación
40	Resistencia inadecuada	46	Desenfofrado precoz
MATERIALES		MANTENIMIENTO	
41	Mala calidad/ Dosificación	47	Falta de mantenimiento
42	Otros	48	Otros

Grado de lesión	Elemento estructural	Urgencia de intervención
Leve	SI X	Leve
Moderado	NO	Media X
Severo		Alta

Ensayos realizados	Conclusiones
Profundidad de carbonatación	¿Presenta Carbonatación?
	SI NO X
Resistencia a compresión	¿Resiste a las cargas aplicadas?
	SI NO X
Velocidad de pulso Ultrasónico	Calidad del material
	Bueno Regular Pobre
	Bueno Regular Pobre X

Descripción de la lesión	Posibles Causas	Prevención
Se puede evidenciar humedad por capilaridad en la parte inferior del muro de contención. Además la falta de mantenimiento ha permitido que la estructura presente manchas.	Debido al nivel freático ocasiona que el agua que se encuentra en el terreno ascienda por los poros de los materiales que componen los muros por capilaridad, como consecuencia la estructura se ve afectada afectada.	Como se trata de la presencia de agua como consecuencia de la forma del terreno se aconseja realizar estudios geotécnicos e hidráulicos para implementar medidas que solucionen el nivel freático en esta zona.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:		FICHA PATOLÓGICA		MUSEO DE ARTE MODERNO	
Fecha de medición	4/04/2022	Dirección	Cl 36 #46-66	Ciudad	Barranquilla
				N° de ficha	2

LOCALIZACIÓN		LESIONES DIRECTAS			
		Lesiones físicas			
		HUMEDAD		SUCIEDAD	
		1	Filtración	5	Deposito
		2	Capilaridad	6	Lavado
		3	Condensación	EROSIÓN	
		4	De obra	7	Atmosfera
		Lesiones mecánicas			
		DEFORMACIÓN		FISURA	
		8	Flecha	14	Soporte
		9	Pandeo	15	Acabado
		10	Desprendimiento del concreto	X	
		11	Alabeo	DESPRENDIMIENTO	
		GRIETA		16	Acabado continuo
				17	Acabado por elementos
		ELEMEN TO AFECTADO		EROSIÓN	
VIGA 1-A-B (N+0.00)		12	Carga		
		13	Dilatación o contracción		
		Lesiones químicas		18	Esfuerzos mecánicos
		EFLORESCENCIA		OXIDACIÓN Y CORROSIÓN	
		19	Sales del material	24	Oxidación y corrosión del acero
		20	Sales externas al Material	25	Por inmersión
		CARBONATACIÓN		26	Por aireación
		21	Carbonatación	27	Intergranular
		ALCALIAGREGADO		EROSIÓN	
		22	Reac. Alcaliagregado	28	Erosión
		23	Erosiones		
		Lesiones biológicas			
		FLUIDOS Y MATERIALES		ORGANISMOS VEGETALES	
		29	Material descompuesto	34	Hongos
		30	Fluidos	OTRAS LESIONES	
		ORGANISMOS ANIMALES		35	Desastres naturales
31	Insectos	36	Desastres tecnológicos		
32	Aves				
33	Roedores				
LESIONES INDIRECTAS					
DISEÑO		EJECUCIÓN			
37	Sobrecargas	43	Cuántia insuficiente		
38	Vibraciones	44	Recubrimiento insuficiente		
39	Cargas dinámicas	45	Mala compactación		
40	Resistencia inadecuada	46	Desencofrado precoz		
MATERIALES		MANTENIMIENTO			
41	Mala calidad/ Dosificación	47	Falta de mantenimiento		
42	Otros	48	Otros		

Grado de lesión	Elemento estructural	Jrgencia de intervención
Leve	X	SI
Moderado		NO
Severo		Alta

Ensayos realizados	Conclusiones
Profundidad de carbonatación	¿Presenta Carbonatación?
	SI
Resistencia a compresión	¿Resiste a las cargas aplicadas?
	SI
Velocidad de pulso Ultrasónico	Calidad del material
	Bueno
	Regular
	Pobre

Descripción de la lesión	Posibles Causas	Prevención
Se puede evidenciar desprendimiento y fisuración en viga aérea. Asimismo, la falta de mantenimiento en la estructura ha provocado que se encuentre en tal estado.	Fisuras debido a esfuerzos mecánicos y por falta de mantenimiento	Las fisuras se deben sellar con el fin de que agentes externos no penetren el acero de refuerzo. Primero se debe demarcar el área a reparar y la profundidad de esta. Seguido a esto se debe remover el concreto suelto, esto se hace escarificando la superficie. Luego, se debe limpiar la superficie con agua a presión. Y por ultimo se procede a resanar el elemento.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:				FICHA PATOLÓGICA			
Fecha de medición		4/04/2022		Dirección		CI 36 #46-66	
				Ciudad		Barranquilla	
						N° de ficha	
						3	
LOCALIZACIÓN				LESIONES DIRECTAS			
				Lesiones físicas			
				HUMEDAD		SUCIEDAD	
				1	Filtración	5	Deposito
				2	Capilaridad	6	Lavado
				3	Condensación	EROSIÓN	
				4	De obra	7	Atmosfera
				Lesiones mecánicas			
				DEFORMACIÓN		FISURA	
				8	Flecha	14	Soporte
				9	Pandeo	15	Acabado
				10	Desprendimiento del concreto	DESPRENDIMIENTO	
				11	Alabeo	16	Acabado continuo
				GRIETA		17	Acabado por elementos
ELEMENTO AFECTADO				12	Carga	EROSIÓN	
Columna A-3 (N+0.00)				13	Dilatación o contracción	18	Esfuerzos mecánicos
				Lesiones químicas			
				EFLORESCENCIA		OXIDACIÓN Y CORROSIÓN	
				19	Sales del material	24	Oxidación y corrosión del acero
				20	Sales externas al Material	25	Por inmersión
				CARBONATACIÓN		26	Por aireación
				21	Carbonatación	27	Intergranular
				ALCALIAGREGADO		EROSIÓN	
				22	Reac. Alcaliagregado	28	Erosión
				23	Erosiones		
				Lesiones biológicas			
				FLUIDOS Y MATERIALES		ORGANISMOS VEGETALES	
				29	Material descompuesto	34	Hongos
				30	Fluidos	OTRAS LESIONES	
				ORGANISMOS ANIMALES		35	Desastres naturales
				31	Insectos	36	Desastres tecnológicos
				32	Aves		
				33	Roedores		
				LESIONES INDIRECTAS			
				DISEÑO		EJECUCIÓN	
Grado de lesión				Elemento estructural		Irregularidad de intervención	
Leve		SI		X		37	Sobrecargas
Moderado		NO		X		38	Vibraciones
Severo						39	Cargas dinámicas
				Alta		40	Resistencia inadecuada
						MATERIALES	
						41	Mala calidad/ Dosificación
						42	Otros
						MANTENIMIENTO	
						47	Falta de mantenimiento
						48	Otros
Ensayos realizados		Conclusiones		Descripción de la lesión		Posibles Causas	
Profundidad de carbonatación		¿Presenta Carbonatación?		El elemento estructural evaluado presenta fisuración y desprendimiento del concreto		El acero se encuentra en contacto con el oxígeno del ambiente y con el agua de la lluvia generando la presencia de corrosión y oxidación.	
		SI					
		NO					
Resistencia a compresión		¿Resiste a las cargas aplicadas?					
		SI					
		NO					
Velocidad de pulso Ultrasonico		Calidad del material					
		Bueno					
		Regular					
		Pobre					
						Debido a que el acero en la columna esta expuesta a la interperie se recomienda proteger superficialmete la totalidad de la columna como medida de prevención. Además se deben realizar inspecciones visuales periódicas con el fin de controlar la aparición de nuevas oxidaciones y corrosiones.	

FICHA PATOLOGICA

MUSEO DE ARTE MODERNO

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:		Fecha de medición		Dirección		CI 36 #46-66		Ciudad		Barranquilla		Nº de ficha		4	
---------------------------	--	-------------------	--	-----------	--	--------------	--	--------	--	--------------	--	-------------	--	---	--

LOCALIZACIÓN



ELEMENTO AFECTADO

Losa (N+0.00)



LESIONES DIRECTAS

Lesiones físicas

HUMEDAD				SUCIEDAD			
1	Filtración	X	5	Deposito			
2	Capilaridad		6	Lavado			
3	Condensación			EROSIÓN			
4	De obra		7	Atmosfera			

Lesiones mecánicas

DEFORMACIÓN				FISURA			
8	Flecha		14	Soporte			
9	Pandeo		15	Acabado			
10	Desprendimiento del conc			DESPRENDIMIENTO			
11	Alabeo		16	Acabado continuo			
	GRIETA			17	Acabado por elementos		
12	Carga			EROSIÓN			
13	Dilatación o contracción		18	Esfuerzos mecánicos			

Lesiones químicas

EFLORESCENCIA				OXIDACIÓN Y CORROSIÓN			
19	Sales del material		24	Oxidación y corrosión del acero			
20	Sales externas al Material		25	Por inmersión			
	CARBONATACIÓN			26	Por aireación		
21	Carbonatación		27	Intergranular			
	ALCALIAGREGADO			EROSIÓN			
22	Reac. Alcaliagregado		28	Erosión			
23	Erosiones						

Lesiones biológicas

FLUIDOS Y MATERIALES				ORGANISMOS VEGETALES			
29	Material descompuesto		34	Hongos			
30	Fluidos			OTRAS LESIONES			
	ORGANISMOS ANIMALES			35	Desastres naturales		
31	Insectos		36	Desastres tecnológicos			
32	Aves						
33	Roedores						

LESIONES INDIRECTAS

DISEÑO				EJECUCIÓN			
37	Sobrecargas		43	Cuantía insuficiente			
38	Vibraciones		44	Recubrimiento insuficiente			
39	Cargas dinámicas		45	Mala compactación			
40	Resistencia inadecuada		46	Desenfofrado precoz			
	MATERIALES			MANTENIMIENTO			
41	Mala calidad/ Dosificación		47	Falta de mantenimiento			X
42	Otros		48	Otros			

Grado de lesión	Elemento estructural	Urgencia de intervención
Leve	X	SI X
Moderado		NO
Severo		Alta

Ensayos realizados	Conclusiones
Profundidad de carbonatación	¿Presenta Carbonatación?
	SI
Resistencia a compresión	¿Resiste a las cargas aplicadas?
	NO
Velocidad de pulso Ultrasonico	Calidad del material
	Bueno
	Regular
	Pobre

Descripción de la lesión	Posibles Causas	Prevención
Se puede evidenciar humedad por filtración en la parte superior de la losa debido a que el agua que llega del exterior penetra al interior de la edificación, siendo el agua lluvia el principal agente de humedad por filtración. Además la falta de mantenimiento ha permitido que la estructura presente manchas.	Debido a diversos agentes climaticos la estructura se encuentra expuesta a aguas lluvias ocasionando que el agua entre a traves de los poros del concreto y como consecuencia se presentan manchas en esta zona.	Debido a que es una patologia con leve peligro estructural se recomienda la reparación de la losa

FICHA PATOLÓGICA

MUSEO DE ARTE MODERNO

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:		Dirección		Ciudad		N° de ficha	
Fecha de medición	4/04/2022	Cl 36 #46-66	Barranquilla				5

LOCALIZACIÓN



ELEMENTO AFECTADO
Columna C-4 (N+0.00)



LESIONES DIRECTAS			
Lesiones físicas			
HUMEDAD		SUCIEDAD	
1	Filtración	5	Deposito
2	Capilaridad	6	Lavado
3	Condensación	EROSIÓN	
4	De obra	7	Atmosfera
Lesiones mecánicas			
DEFORMACIÓN		FISURA	
8	Flecha	14	Soporte
9	Pandeo	15	Acabado
10	Desprendimiento del concreto	X	DESPRENDIMIENTO
11	Alabeo	16	Acabado continuo
GRIETA		17	Acabado por elementos
12	Carga	EROSIÓN	
13	Dilatación o contracción	18	Esfuerzos mecánicos
Lesiones químicas			
EFLORESCENCIA		OXIDACIÓN Y CORROSIÓN	
19	Sales del material	24	Oxidación y corrosión del acero
20	Sales externas al Material	25	Por inmersión
CARBONATACIÓN		26	Por aireación
21	Carbonatación	27	Intergranular
ALCALIAGREGADO		EROSIÓN	
22	Reac. Alcaliagregado	28	Erosión
23	Erosiones		
Lesiones biológicas			
FLUIDOS Y MATERIALES		ORGANISMOS VEGETALES	
29	Material descompuesto	34	Hongos
30	Fluidos	OTRAS LESIONES	
ORGANISMOS ANIMALES		35	Desastres naturales
31	Insectos	36	Desastres tecnológicos
32	Aves		
33	Roedores		
LESIONES INDIRECTAS			
DISEÑO		EJECUCIÓN	
37	Sobrecargas	43	Cuantía insuficiente
38	Vibraciones	44	Recubrimiento insuficiente
39	Cargas dinámicas	45	Mala compactación
40	Resistencia inadecuada	46	Desencofrado precoz
MATERIALES		MANTENIMIENTO	
41	Mala calidad/ Dosificación	47	Falta de mantenimiento
42	Otros	48	Otros

Grado de lesión	Elemento estructural	Urgencia de intervención
Leve	SI X	Leve
Moderado	X NO	Media X
Severo		Alta

Ensayos realizados	Conclusiones
Profundidad de carbonatación	¿Presenta Carbonatación?
	SI NO X
Resistencia a compresión	¿Resiste a las cargas aplicadas?
	SI NO X
Velocidad de pulso Ultrasonico	Calidad del material
	Bueno Regular Pobre
	X

Descripción de la lesión	Posibles Causas	Prevención
El elemento estructural evaluado presenta fisuración y desprendimiento del concreto en la parte inferior. La falta de mantenimiento provoca que la estructura se encuentre en este estado.	Se observa desprendimiento del concreto debido a que la estructura se encuentra en contacto con el agua proveniente del terreno.	Primero se debe demarcar el área que se va a intervenir y la profundidad que tiene. Luego se procede a remover el concreto escarificandolo y por ultimo se procede a resanar la parte afectada del elemento.

FICHA PATOLOGICA

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:			MUSEO DE ARTE MODERNO				
Fecha de medición	4/04/2022	Dirección	Cl 36 #46-66	Ciudad	Barranquilla	Nº de ficha	6

LOCALIZACIÓN		LESIONES DIRECTAS						
		Lesiones físicas						
		HUMEDAD			SUCIEDAD			
		1	Filtración		5	Deposito		
		2	Capilaridad		6	Lavado		
		3	Condensación		EROSIÓN			
		4	De obra		7	Atmosfera		
		Lesiones mecánicas						
		DEFORMACIÓN			FISURA			
		8	Flecha		14	Soporte		
		9	Pandeo		15	Acabado		
		10	Desprendimiento del conc		DESPRENDIMIENTO			
		11	Alabeo		16	Acabado continuo		
					17	Acabado por elementos		

ELEMENTO AFECTADO		LESIONES QUÍMICAS						
Viga A-1-2 (N+7.85)		EROSIÓN						
		12	Carga		18	Esfuerzos mecánicos		
		13	Dilatación o contracción		EROSIÓN			
		Lesiones químicas						
		EFLORESCENCIA			OXIDACIÓN Y CORROSIÓN			
		19	Sales del material		24	Oxidación y corrosión del ad		
		20	Sales externas al Material		25	Por inersión		
		CARBONATACIÓN			EROSIÓN			
		21	Carbonatación		26	Por aireación		
					27	Intergranular		
		ALCALIAGREGADO			EROSIÓN			
		22	Reac. Alcaliagregado		28	Erosión		
		23	Erosiones					

Grado de lesión		Elemento estructural		Urgencia de intervención		LESIONES INDIRECTAS	
Leve		SI	X	Leve		37	Sobrecargas
Moderado	X	NO		Media	X	38	Vibraciones
Severo				Alta		39	Cargas dinámicas
						40	Resistencia inadecuada
						41	Mala calidad/ Dosificación
						42	Otros
						43	Cuantía insuficiente
						44	Recubrimiento insuficiente
						45	Mala compactación
						46	Desencofrado precoz
						47	Falta de mantenimiento
						48	Otros

Ensayos realizados	Conclusiones		Descripción de la lesión	Posibles Causas	Prevención
Profundidad de carbonatación	¿Presenta Carbonatación?		Se puede observar contaminación proveniente de organismos vivos.	Los diferentes organismos vivos alteran la microestructura del concreto.	Se recomienda realizar mantenimientos periodicos en donde se realice el correspondiente lavado del elemento +, controlando la humedad.
	SI				
NO	X				
Resistencia a compresión	¿Resiste a las cargas aplicadas?				
	SI	X			
Velocidad de pulso Ultrasonico	Calidad del material				
	Bueno				
	Regular	X			
	Pobre				

Bibliografía

Alvarez, I., & Garcia, B. (2018). *Lesiones en fachadas de bloque de tierra Comprimido (B.T.C)*.

Bogotá: Universidad La Gran Colombia .

Alzate, A. (2017). *Identificación de patologías estructurales en edificaciones indispensables del municipio de Santa Rosa de Cabal*. Pereira: Universidad Libre Seccional Pereira.

Cárdenas, D. (2020). Museo de arte moderno de Barranquilla (MAMBQ): un nuevo emblema para barranquilla. *GRUPO ARGOS*.

Cruz, W., & Perez, G. (2017). *Estudio de patología estructural institución educativa Enrique Millán Rubio*. Mexico Pereira: Universidad libre seccional Pereira.

Patologías en edificaciones: cuáles son las más frecuentes y cómo se originan. (20 de Mayo de 2019). Obtenido de S&P: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/patologias-edificaciones/#:~:text=Una%20patolog%C3%ADa%20se%20define%20como,lesiones%20mec%C3%A1nicas%20y%20lesiones%20qu%C3%ADmicas>.

Silva, O. (2020). Ensayo de pulso ultrasónico en el concreto, algunas ventajas. *GRUPO ARGOS*.

Solís, R., Moreno, I., & Willian, C. (2004). Predicción de la resistencia del concreto con base en la velocidad de pulso ultrasónico y un índice de calidad de los agregados . 41-52.