

**Estudio patológico preventivo para los edificios de parqueadero y club house del
proyecto Santafé de Varsovia - Ibagué**

DOCENTE:

ARQ. WALTER BARRETO CASTILLO

PRESENTADO POR:

Ing. Juan Sebastián Galvis Culma

Ing. Oscar Iván Peña Gómez

Ing. Julián David Acosta Prieto

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

CAU IBAGUE

JULIO DE 2019

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
JUSTIFICACION.....	8
OBJETIVOS.....	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
MARCO DE REFERENCIA	10
TEORICO.....	10
HISTORICO.....	20
MARCO LEGAL	21
ALCANCES Y LIMITACIONES	22
METODOLOGIA	23
DESCRIPCION DEL PACIENTE	24
PREPARACION Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	26
HISTORIA CLINICA	28
Responsables del estudio.....	28
Fecha de realización del estudio.....	28
Datos del paciente	28
En la edificación y/o construcción	30

Aplicación patológica.....	31
Datos específicos de las lesiones.....	31
Descripción de la patología más relevante en el paciente	32
Clasificación y origen de la(s) patología(s).....	32
Datos generales del entorno.	33
Arquitectura (descripción general).....	36
Estructura (Descripción general).....	36
Suelos y cimentaciones.	37
DIAGNOSTICO.....	41
ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA.....	54
PROPUESTA DE INTERVENCION.....	64
PRESUPUESTO	75
PROGRAMACION	77
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIA	82
ANEXOS.....	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estado general de la edificación. Fuente: Autores.	37
Tabla 2: Extracción de tipo de zona de actualización geológico-geotécnica y urbanística de la ciudad de Ibagué, Tolima. (Colombiano, 2019)	38
Tabla 3: Control de resistencias del mortero. Fuente: Autores.	49
Tabla 4: Tabla de muestreo de la aplicación de la fenolftaleína. Fuente: Autores.....	51
Tabla 5: Profundidad de la carbonatación: Fuente. Autores.	52
Tabla 6: Tolerancias admisibles. Fuente: (Ministerio de Ambiente, 2010).	57
Tabla 7: Asentamiento del concreto. Fuente: Autores.	60
Tabla 8: Medidas de control de calidad. Fuente: Autores.....	62

RESUMEN

El presente documento contiene el estudio patológico la construcción SANTAFE DE VARSOVIA localizada, en la Calle 67 No. 7 sur-47, en la ciudad de Ibagué (Tolima), la cual se comenzó a construir en el año 2018. Actualmente, la obra se encuentra en su etapa constructiva, es decir, es una obra que no se ha terminado, sin embargo, se pueden evidenciar lesiones en su mayoría generadas por un incorrecto proceso constructivo. Es importante aclarar que este documento se enfoca principalmente en el edificio de parqueaderos y club house, además contendrá un diagnóstico preventivo y pediátrico, debido a que es una obra que está en su nacimiento. Por lo tanto, este informe muestra los procesos constructivos estructurales y arquitectónicos que permitan identificar las lesiones, clasificarlas mediante fichas técnicas y realizar un seguimiento de estas para proponer una solución óptima a las problemáticas que estas conllevan. Además, se muestra el análisis de vulnerabilidad sísmica, cuyo objetivo es corroborar el correcto diseño estructural de la edificación, también contiene los ensayos de materiales en laboratorio, todo para llegar al diagnóstico que llevará a dos propuestas de intervención que permiten verificar cual es la mejor opción para intervenir, teniendo en cuenta los parámetros de seguridad, funcionalidad y economía para conservar y proteger la estructura desde su inicio, todo a la luz la Norma Sismorresistente NSR-10.

Palabras clave: Diagnostico, Vulnerabilidad Sísmica, Fichas técnica, Propuesta de intervención.

SUMMARY

The present document contains the pathological study of the SANTAFE DE VARSOVIA construction located, on Calle 67 No. 7 sur-47, in the city of Ibagué (Tolima), which began to be built in 2018. Currently, the work is It finds its constructive stage, that is, it is a work that has not been completed, however, it can be evidenced injuries presented mostly generated by an incorrect construction process. It is important to clarify that this document focuses mainly on the parking lot and club house building, it will also contain a preventive and pediatric diagnosis, because it is a work that is at its birth. Therefore, this report shows the structural and architectural construction processes that allow the identification of injuries, classify them by means of technical data sheets and monitor them to propose an optimal solution to the problems they entail. In addition, the seismic vulnerability analysis is shown, whose objective is to corroborate the correct structural design of the building, it also contains laboratory tests, all to reach the diagnosis that will lead to two intervention proposals that allow to verify which is the best option to intervene, taking into account the safety, functionality and economy parameters to preserve and protect the structure from its inception, all in light of the NSR-10 Seismic Resistant Standard.

Keywords: Diagnosis, Seismic Vulnerability, Technical sheets, Proposal for intervention.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo contendrá el diagnóstico preventivo, pediátrico y la metodología de la intervención a la construcción SANTAFE DE VARSOVIA localizada, en la Calle 67 No. 7 sur-47, en la ciudad de Ibagué (Tolima). La obra está a cargo de la sociedad RUA SANTAFÊ DE VARSOVIA S.A.S la cual se encuentra aún en su etapa de ejecución, es una obra nueva que no se ha terminado de construir, sin embargo, no está exenta de las lesiones que se puedan presentar durante su etapa constructiva, por lo cual se propone llevar un seguimiento preventivo y de diagnóstico para la culminación de la obra y su habitabilidad para llevar al mínimo las lesiones presentadas. Cabe mencionar que el enfoque será el edificio de Parqueadero y el Club House. En estas estructuras se encuentran diferentes lesiones a las cuales se realizará una metodología para la intervención que tiene como objetivo hacer una recolección de datos y lesiones para proponer la solución siempre con base a los conocimientos adquiridos durante la patología de la construcción, como el control de fisuras y asentamientos, como parte del sistema de control de calidad con el fin de cumplir los requisitos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Esta es una investigación dirigida a cualquier profesional que se desempeñe en el área de construcción para mostrar que las lesiones de una estructura se pueden presentar aun desde su nacimiento, además se pretende ilustrar la forma de identificar y abordar estas problemáticas para llegar a su respectiva solución, es por eso que se documenta la información encontrada, escrita y oral sobre el paciente, teniendo en cuenta que la presencia de los integrantes durante el proceso constructivo es itinerante. Dado que el diagnóstico es el proceso patológico para finalmente intervenir el paciente, se indagará y encontrarán las causas que producen las lesiones que se vienen presentando dentro de su proceso constructivo, esto permite tener un tratamiento óptimo para solucionar el problema siempre contemplando un equilibrio económico, seguro y funcional.

2. JUSTIFICACION

Actualmente se presentan numerosas lesiones en la construcción de cualquier tipo de edificación en Colombia. Usualmente influyen diferentes aspectos en el funcionamiento, ya sea de diseño, logística, supervisión, inspección, calidad de materiales o construcción. De acuerdo con lo anterior es necesario tener un control detallado para que la estructura funcione de la mejor manera.

El proyecto SANTAFE DE VARSOVIA presenta lesiones que comprometen elementos estructurales y no estructurales. La realización de este trabajo es netamente preventiva y pediátrica, debido a que se tiene como objeto de estudio un inmueble nuevo que no se ha expuesto a sus condiciones de servicio, por lo tanto, se debe llevar un seguimiento a cualquier lesión presentada, para que la construcción no perciba ningún problema de funcionalidad y no constituya un peligro en su habitabilidad.

Cabe resaltar las consecuencias de no aportar una solución a las problemáticas presentadas, las cuales pueden generar un deterioro progresivo en la edificación ya que al estar expuesta a lesiones físicas, químicas y mecánicas que no se han atendido, pueden generar mayores complicaciones como corrosión en el acero de refuerzo estructural causando la pérdida de rigidez en los elementos estructurales o cualquier situación que pueda llevar a un colapso de la estructura.

Es de importancia resaltar el compromiso académico que se tiene con este proyecto de investigación, y la responsabilidad en la toma de decisiones erróneas, ya que los daños en la estructura alteran el confort y la seguridad de los habitantes, por lo que llevar un control oportuno, dentro de las estrategias de solución es de primera necesidad. De acuerdo con lo anterior, se hace necesario realizar todos los estudios y procedimientos pertinentes, que permitan evaluar y diagnosticar el estado actual de esta edificación.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar estudio patológico a las lesiones observadas en Edificios de Parquadero y Club House del proyecto Santafé de VARSOVIA- IBAGUÉ, durante su proceso constructivo para escoger el método adecuado para su tratamiento y solución.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICÓS

- Identificar las lesiones presentadas durante el proceso constructivo del paciente para lograr un criterio que permita plantear una solución óptima.
- Elaborar un diagnóstico que incluyan todas las patologías encontradas que originan las lesiones que afectan la estructura.
- Proponer soluciones que corrijan las lesiones teniendo en cuenta un equilibrio entre los factores técnicos y económicos.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 TEORICÓ

Técnicas de planeación

Para empezar, un proyecto de construcción es una infraestructura cuya función principal es satisfacer una las necesidades públicas o privadas de las personas o habitantes. Todos los proyectos tienen múltiples etapas de desarrollo. La primera y tal vez la más importante es el estudio preliminar pues esto es lo que permite focalizar la necesidad con la que se construye. Luego se desarrolla un diseño preliminar y así conocer la demanda de los recursos económicos que se necesitan. Finalmente, cuando el proyecto esté totalmente terminado se integran también todos los planos referentes a la edificación, tales como los arquitectónicos, estructurales, elementos no estructurales, instalaciones sanitarias y eléctricas, que señale cada una de las especificaciones técnicas. (Ardila, 2017, pág. 3)

Teniendo en cuenta que hay demasiados proyectos que tienen bastante complejidad, es por esto que no es suficiente con que el encargado, quien es normalmente un ingeniero, un arquitecto o un constructor en arquitectura e ingeniería quien tiene claros todos los procedimientos constructivos o técnicos que de total utilidad para la realización de las edificaciones. También es de gran importancia proyectar todo de manera física, es decir, sobre el papel, para poder llevar un mejor control y lograr una planeación adecuada. Dado que la necesidad de esto es urgente, se desarrollaron bastantes herramientas que permitan administrar una obra por completo para llevar el control de esta. (PORRAS, 2015, pág. 89)

Planeación y control de un proyecto de construcción

Es claro que cualquier proyecto de construcción se necesitan bastantes materiales además de recursos humanos con diversas especialidades, y también del equipo adecuado para llevar acabo el trabajo pesado. Para esto, de igual manera es necesario tener una buena planificación y comunicación para llevar a cabo una relación óptima con los recursos humanos de la obra, puesto que todas las personas son distintas y cada uno cuenta con diferencias en cuanto a sus perspectivas y formas de pensar referentes a la ejecución del proyecto. Es decir, cada uno planea a su estilo y sus necesidades, un ejemplo de esto es; en algunas obras de construcción, se necesitan materiales que no son tan comerciales, por lo que se deben pedir con anticipación, y con autorización de los ejecutores del proyecto y puede que bastantes personas no estén de acuerdo con esto. Es necesario que durante la construcción de la obra se realicen pruebas de calidad de todos los materiales que se van a utilizar, también para cada uno de los elementos estructurales como los de concreto o vigas de acero y el hierro estructural entre otros. (VILLEGAS, 2016, pág. 35)

Debido a que la mayoría de las veces algunos de los materiales deben ser traídos de alguna cantera o centros de almacenamiento externos a la obra, se debe contar con una adecuada planeación para esto, debido a que se pueden presentar algunos contratiempos cuando el material sea suministrado a la obra, o también existe la posibilidad que el material que lleva almacenado mucho tiempo pierda sus características iniciales. A continuación, se mostrarán otras razones por las que es necesario tener una aguda planeación en un proyecto de construcción y se deben considerar las cuales son:

- La comunicación debe ser muy asertiva e intencional para que las diferentes partes del proyecto no tengan diferencias y este mismo no se vea afectado.
- Es imprescindible cumplir con todas las obligaciones contractuales.
- Realizar un control riguroso a los materiales y piezas prefabricadas con la debida anticipación.
- En cuanto a la mano de obra, materiales y el equipo necesario, hacer el esfuerzo de optimizar.
- Tener una buena relación con las entidades financieras induciéndoles toda la confianza necesaria.
- Tener en cuenta todos los imprevistos, haciendo una prevención de todas las situaciones que sean desfavorables para el proyecto, y tener un plan para solucionarlos rápida y efectivamente. (PORRAS, 2015, pág. 156)

Por otro lado, ya enfocando en el estudio patológico de las obras en construcción, se mostrarán a continuación algunos conceptos básicos que es necesario acoger.

LESIÓN: Es la manifestación visible de un proceso patológico que tiene una causa inicial, un desarrollo evolutivo y un resultado final, el cual se termina con diagnóstico.

Las lesiones tienen diferentes causas como:

Directas: Mecánicas (cargas, empujes, impactos, rozamientos).

Físicas (lluvia, viento, heladas, cambios térmicos).

Químicas (humedad, contaminación, organismos).

Indirectas: Errores del proyecto.

Errores de ejecución.

Defecto en los materiales.

Errores de uso y mantenimiento.

Estas últimas necesitan de una causa directa que evidencie o inicie un proceso patológico.

(Construmatica, 2015, pág. 1)

Un ejemplo de lesiones graves son las fisuras, que son aberturas que no están controladas y que afectan a la superficie del elemento constructivo. Cada una de ellas cuentan con una forma característica de manifestarse según sea la causa o tipo de esfuerzo que las producen. Estas son muy parecidas a las grietas las cuales tienen sus características particulares, como ser:

- Intrínsecas: inherentes al proceso constructivo, son inevitables.
- Extrínsecas: impuestas por acciones externas y que necesitan más atención. Pueden ser ocasionadas por asentamientos, expansión del suelo, o sobrecargas.

Dentro de todas las lesiones que pueden afectar a un edificio en construcción, una de ellas, además muy importante tienen que ver con las humedades, que como lo menciona (CIMPP, 2018) “entendidas éstas como la existencia que no es deseada en los elementos constructivos de un contenido de agua superior al correspondiente al de equilibrio hídrico con su entorno”.

Es importante enunciar que todos los materiales establecen un equilibrio hídrico con el ambiente o los objetos que los rodean, por esta razón, las humedades son muy frecuentes y aparecen en las siguientes fases del proceso constructivo. Según (CIMPP, 2018)

FISURAS

Para determinar el procedimiento óptimo para reparar fisuras se deben tener en cuenta elementos, como lo son: ancho de fisura, movimiento, donde el ancho de fisura establece o rige la viscosidad del producto a aplicar se recomienda el uso de inyección con fisuras entre 0,15 mm y 6 mm, mayores a estos valores se recomiendan materiales cementosos tipo grout, para determinar si la fisura es activa o inactiva se recomienda seguimiento con fisurómetros y testigos, para conocer si tiene movimiento (activa) o no (inactiva) debido a que si se clasifica como activa se recomienda el uso de materiales de inyección que sean flexibles (elásticos) y para las inactivas resinas rígidas que renueven su rigidez. (Colombia, 2011, pág. 39)

Se reconoce como:

- Fisura activa (con movimiento), es decir cuando varía cualquiera de sus dimensiones (longitud, ancho o profundidad).
- Fisura pasiva (sin movimiento) cuando se ha estabilizado y no se produce ningún cambio en sus dimensiones.

Métodos de sellado para fisuras inactivas

Llenado Y Sellado De Fisuras Por Gravedad

Este método de “inyección” se utiliza normalmente para sellar fisuras inactivas usando resinas epóxicas rígidas, sin presencia de humedad. No se utiliza ningún equipo de inyección a presión aprovechando que la fisura está en el piso realizando un armazón que contenga la resina.

Inyección con boquillas superficiales (SURFACE PACKERS).

Usada en elementos estructurales como columnas, vigas losas, donde se necesite recuperación de rigidez y evitar el ataque de agentes hacia el acero, se colocan boquillas en la superficie mediante uso de resina de sello que las fija en el centro de fisura. (Rodríguez, 2018).

Métodos de sellado para fisuras inactivas

Inyección con boquillas ancladas (MECHANICAL PACKERS)

Este método de inyección es normalmente utilizado para sella fisuras con presencia de agua, se presenta en estructuras enterradas que tienen nivel freático. Algunas veces cuando no se puede perforar para colocar las boquillas a 45° se incurre a utilizar el método con boquillas superficiales con resinas líquidas de poliuretano y se expanden al contacto con el agua.

Véase la figura 1 la reparación de fisuras.

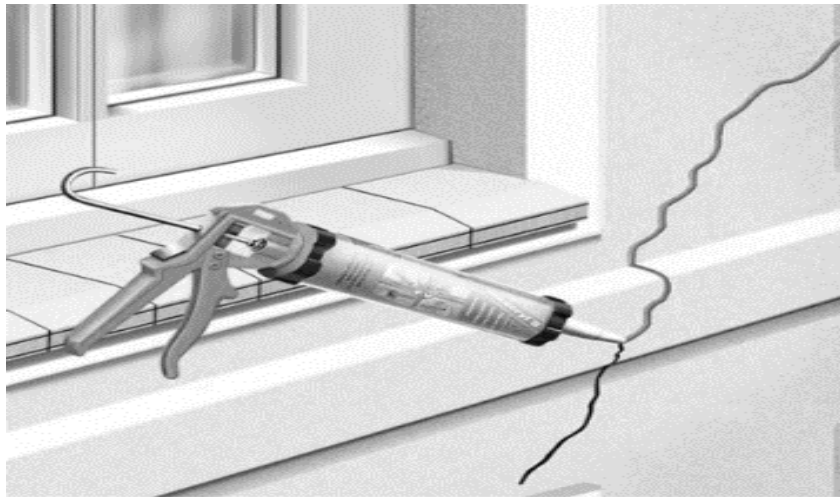


Figura 1: Boquilla para fisuras. Fuente: (S.A, 2018)

Etapas de proyecto:

- Adopción de soluciones inadecuadas, no adaptada a las necesidades del edificio o las condiciones del entorno.

- Falta de definición del proyecto, de sus materiales y/o ausencia de detalles de unión, del trazado de instalaciones y canalizaciones, etc.
- Incompatibilidades entre materiales o con el ambiente al que quedarán expuestos.
- Descoordinación entre unidades de obra, que obligará a soluciones improvisadas durante la ejecución.
- Falta de consideración del mantenimiento.

Etapa de ejecución:

- Falta de cualificación del personal.
- Errores de replanteo.
- Incumplimientos de la normativa o las condiciones de puesta en obra.
- Modificaciones de proyecto.
- Cambios en los materiales.

Etapa de uso y mantenimiento:

- Ausencia de mantenimiento (de las instalaciones de evacuación, sustitución de materiales al final de su vida útil).
- Acciones indebidas sobre los materiales y elementos constructivos (impactos, interrupción de redes de evacuación, etc.).
- Cambios de uso (modificación de cargas, aportes de vapor no contemplados, modificaciones en el trazado de redes).

Carbonatación

La carbonatación es un proceso natural el cual se produce desde el momento en el que el concreto está expuesto a la intemperie y modificando el pH por debajo de 10, uno de los agentes que afecta de esta manera al concreto es el dióxido de carbono ya sea si está en el interior del país, suelos ácidos (sulfatos) o cloruros si está en zonas costeras, haciendo que

los elementos en que presenten esta lesión a profundidades de la armadura o acero de refuerzo, alcance un riesgo de corrosión y deterioro considerable de la estructura. (Aldo R. Campos Silva¹, Diciembre 2016, pág. 48)

Procedimientos constructivos correctos

La tecnología emplea un papel muy importante en el desarrollo bastantes actividades asociadas a la construcción y trabajo en obra, especialmente el uso de maquinaria y prefabricación de elementos como vigas, placas, escaleras, por lo que es necesario llevar a cabo de la mejor manera los procedimientos constructivos observados en los distintos complejos de construcción para hacer un seguimiento de las obras en las que se presentan distintas formas y métodos para desarrollarse en los proyectos debido a la combinación de variables diversas tales como costos, características del suelo de fundación, diseños estructurales, requerimientos arquitectónicos, estrato socioeconómico (valor de la vivienda) etc. (Colombia, 2011)

Análisis de cargas que afectan a las edificaciones

Existen dos tipos de cargas que accionan sobre las estructuras:

Cargas estáticas y cargas variables. Las cargas permanentes son cargas producidas por el peso propio de los elementos estructurales y los no estructurales como muros divisorios, pisos, contrapisos, revestimientos, instalaciones y todos aquellos elementos se mantienen de forma fija gracias a la acción de la gravedad que está presente en su masa y no es alterada con el paso del tiempo. Calcular las cargas permanentes es sencillo pues solo es necesaria la obtención del volumen de los distintos componentes de la construcción y multiplicarlo por el peso específico del material correspondiente. Normalmente, las cargas que son permanentes se representan como cargas que están distribuidas a lo largo y ancho de áreas

específicas de la construcción, aunque hay casos de cargas lineales (muros) y también pueden hacerse presentes en forma de cargas concentradas (equipos fijos). Las cargas presentadas en diferentes elementos estructurales son: losas, vigas, columnas, muros resistentes en kg/m^2 en kg/m o t/m en kg o t en kg/m o t/m cuando se presentan cargas concentradas en losas, vigas o columnas, se expresan en toneladas.

Por otra parte, las cargas variables son aquéllas no actúan de una manera constante, es decir que el tiempo y el lugar donde actúan varían. Estas incluyen a las cargas ejercidas por los ocupantes y todo aquello que no tiene una posición fija y definitiva como los diferentes materiales de construcción que son ubicados intencionalmente durante los procedimientos constructivos, también las que son debidas a fenómenos atmosféricos o telúricos (viento, hielo, nieve, diferencias de temperatura, sismos, etc.). También es posible denominar cargas variables a la aglomeración de personas, peso de muebles, mercaderías, máquinas, etc. Es factible simplificar los cálculos utilizando una tabla de sobrecargas. (Yessibel, 2009, pág. 73).

Fenómeno de socavación

Este fenómeno se da lugar cuando la cantidad de material en la cual está apoyada la sección estructural es transportada por el flujo de agua, o cualquier tipo de erosión que desintegre la superficie haciendo que no quede donde apoyar el elemento. Es posible determinar la velocidad y la gravedad de este fenómeno si observamos un hidrograma y lo comparamos con un gráfico de profundidad vs tiempo, tenemos que en el momento del caudal pico se ve una profundidad menor a la inicial, y a medida que el caudal desciende se puede decir que

se va asentando el material que viene con el flujo de aguas arriba. (Dario Rivera Vargas, 2013)

Hormiguo en el concreto

Teniendo en cuenta que el concreto es una mezcla endurecida diferentes materiales que son a veces difíciles de predecir, dependiendo de la procedencia de los materiales utilizados para la mezcla, además son dependientes de los métodos seguidos durante los procesos de diseño: dosificación, mezclado, transporte, colocación, compactación, acabado, y curado.

Muchas veces las propiedades y características del concreto que se encuentra en estado plástico y ya está endureciéndose es predecible a pesar de su heterogeneidad, de esta manera se puede llevar a cabo un buen control de calidad.

Finalmente se puede concluir de manera simple que el hormiguo es la exposición del agregado grueso y vacíos irregulares en la superficie de concreto cuando concreto de la mezcla puede cubrir todo el espacio alrededor de la sección del elemento. (Miguel Angel Gaviria Ruiz, 2017)

4.2 HISTORICO

Ibagué es una de las ciudades intermedias que más se ha dinamizado en los últimos años en Colombia, con una ubicación estratégica y un desarrollo en ascenso cuenta con nuevos proyectos de vivienda y comercio, uno de ellos es el proyecto SANTAFE DE VARSOVIA véase la figura 2, el cual se inició hace tan solo un año, con fecha de inicio de obra el 7 de noviembre de 2017.



Figura 2: Progreso de la obra.

Actual mente la obra se encuentra durante su proceso constructivo, el cual se puede apreciar de la mejor manera en las fotografías anexadas a este documento. Los ejecutores de este proyecto pertenecen a la sociedad RUA SANTAFE DE VARSOVIA S.A.S teniendo las mejores proyecciones de la edificación a dos años. Para una correcta ejecución de las obras, los ejecutores programaron una supervisión técnica de la obra para tener mucho más control sobre los imprevistos, observación técnica, persona y hasta lidones que pueden comprometer el proyecto, debido a esto han sido pocos lo inconvenientes presentados y lo que existen cada vez son menos frecuentes.

4.3 MARCO LEGAL

Tanto este proyecto como esta investigación patológica, está regida bajo el reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, esto para asegurar la preservación de vidas y evitar cualquier tragedia que pueda ocurrir debido a un mal diseño estructural. También la norma ICONTEC NTC 1500 Instalaciones Hidrosanitarias, para un correcto manejo de la salubridad y finalmente el NTC 2050 Código de Instalaciones Eléctricas, entre otras como el RETIE, etc.

También se usó la enciclopedia broto de la construcción para establecer una correcta guía antes los casos que se encontraron en el paciente, caben mencionar que se apoyó también en diferentes artículos de investigación que tuvieron casos similares para poder identificar y dar una solución a las lesiones y patologías presentadas.

5. ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente estudio se enfoca en la historia clínica, diagnóstico y propuestas de intervención para los parqueaderos y Club House del proyecto SANTAFE DE VARSOVIA correspondientes a la sociedad RUA SANTAFE DE VARSOVIA S.A.S considerando que las edificaciones que en este caso tienen como uso vivienda perteneciente al grupo I (de acuerdo con el Reglamento NSR-10), además se mostrara en este trabajo las deficiencias y lesiones que se pueden encontrar aun en las edificaciones nuevas, esto con la intención de exhortar a los constructores a que lleven a cabo unos buenos procedimientos constructivos para evitar lesiones que se presentes desde el nacimiento de estas obras y que se puedan convertir en patologías más graves.

Cabe aclarar que siendo este un estudio académico se desarrollara desde los conceptos adquiridos durante especialización, apoyados en los diferentes estudios como los de suelos, también en la inspección visual, soportados en planos arquitectónicos, registro fotográfico, fichas de diagnóstico y calificación de lesiones.

6. METODOLOGÍA

El estudio se realizará siguiendo las siguientes fases, las cuales son de obligatorio cumplimiento para atender cada una de las lesiones del paciente.

FASE 1: INVESTIGACIÓN.

En primera instancia se realiza la recolección de la mayor cantidad de información relacionada con la edificación, su estructura, registros del seguimiento de sus procesos constructivos, además de sus estudios previos, planos, fotografías, exploraciones e informes de supervisión técnica.

FASE 2: VERIFICACION EN CAMPO.

Durante esta fase se llevan a cabo las mediciones y exploración física de la estructura, se analiza su estado actual, se identifican y localizan lesiones patológicas y se procede a realizar los ensayos de seguimiento a testigos.

FASE 3: DIAGNÓSTICO.

Cuando se tienen los datos recolectados de la ejecución en campo, se procede a analizar los resultados, a clasificar la información obtenida y a procesarla con el fin de obtener un diagnóstico preciso del origen de las lesiones presentes.

FASE 4: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Con base en las anteriores etapas terminadas, se procede a analizar la información y realizar la metodología de intervención pertinente.

6.1 DESCRIPCION DEL PACIENTE

El proyecto de estudio está conformado por dos unidades constructivas: Edificio de parqueadero y Club House, de seis niveles y dos niveles respectivamente, siendo entre si estructuras continuas o consecutivas, conformado por estructura de pórticos resistente a momentos (Vigas y columnas), en zona sísmica moderada DMO, concreto reforzado, con cimentación superficial tipo zapatas aisladas con altura de desplante variada según el análisis estructural o de cargas.



Figura 3: Fachada de la construcción Santafé de Varsovia. Fuente: Autores.

Edificio de Parqueaderos es una estructura de seis pisos, a porticado, con placas aligeradas sin torta inferior armadas en una dirección, en la figura 3 se aprecia en fachada.

La resistencia del concreto para el edificio de Parqueadero es de 21 MPa., para los siguientes elementos; placas, vigas de entrepiso y cubierta.

La resistencia del concreto para el edificio de Parquadero es de 28 MPa, para los siguientes elementos; zapatas, vigas de cimentación, columnas y pantallas.

Acero $f_y = 420$ MPa para todos los diámetros.



Figura 4: Vista aérea del edificio de parqueaderos. Fuente: Autores.

Edificio de Salón Social (Club House) es una estructura de dos pisos, a porticado, con placas aligeradas sin torta inferior armadas en una dirección. La resistencia del concreto para el edificio de Club House es de 21MPa, para los siguientes elementos; placas y vigas de entrepiso y cimentación.

La resistencia del concreto para el edificio de Club House es de 28 MPa, para las columnas. Acero $f_y = 420$ MPa para todos los diámetros. En la figura 5 se aprecia la fachada de Club House.



Figura 5: Club House. Fuente. Autores.

El uso de estos sistemas estructurales, están definidos en las mencionadas normas, NSR-10. El diseño se ajusta en todo a dicha norma, en particular en lo concerniente al Diseño Sísmico.

6.2 PREPARACION Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

INSPECCION PRELIMINAR DEL PACIENTE

Para la inspección preliminar se tuvo en cuenta el acompañante de los ingenieros residentes y el ingeniero supervisor. Se realizó la revisión y análisis de la información existente: planos estructurales y arquitectónicos, estudio de suelos.

DEFINICIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO QUE REALIZARÁ LA EXPLORACIÓN

El grupo de trabajo conformado por el ingeniero civil Julián David Acosta Prieto supervisor técnico estructural. también el ingeniero civil Juan Sebastián Galvis Culma, interventor de viviendas de interés social, capaz de identificar lesiones de acuerdo con su experiencia y finalmente el ingeniero civil Oscar Iván Peña Gómez quien imprescindible como laboratorista en el laboratorio de suelos de la universidad de Ibagué.

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL ESTUDIO

Para la recopilación de la información necesaria, era imprescindible conocer de cerca el proyecto, por lo tanto, se realizaron tres visitas por parte del grupo de trabajo en acompañamiento del supervisor técnico. Durante la visita, se llevaba un conteo general de los hallazgos (lesiones), los orígenes, las recomendaciones de solución y comentarios; Esto para indicar los procedimientos constructivos se deben realizar adecuadamente y cuáles presentan lesiones y requieren de acciones de mejora. También se llevó un registro fotográfico de cada visita.

6.3 HISTORIA CLINICA

6.3.1 Responsables del estudio

Los responsables de este estudio patológico son los ingenieros civiles Juan Sebastián Galvis, Julián David Acosta y Oscar Peña, como estudiantes de la especialización Patología de la Construcción

6.3.2 Fecha de realización del estudio

El estudio se realizó desde el día 1 de octubre de 2018, primera visita técnica de reconocimiento, actualmente se sigue haciendo un seguimiento para el seguimiento y control del estudio realizado. Durante toda esta etapa se han encontrado bastantes lesiones las cuales se nombrarán durante la investigación.

6.3.3 Datos del paciente

Nombre: SANTAFE DE VARSOVIA

Localización: La obra se encuentra en la Calle 67 No. 7 sur-47, en la ciudad de Ibagué (Tolima), que colinda con una planta de tratamiento de CEMEX a 100 metros, un centro de operaciones de INTERASEO a menos de 50 metros y cuenta con el Torreón de Varsovia que se encuentra en etapa constructiva a menos de 50 metros.

Uso: Vivienda multifamiliar compuesta por cinco torres de 15 pisos, edificios de parqueadero, club house, locales comerciales, piscina y portería.

Fecha de construcción: 7 de noviembre de 2017

Sistema constructivo: De acuerdo con el propósito del estudio se indagará sobre el sistema constructivo del edificio de Parqueadero y Club House (salón social).

Edificio de Parqueaderos es una estructura de seis pisos, a porticado en las dos direcciones, con placas aligeradas sin torta inferior armadas en una dirección.

La resistencia del concreto para el edificio de Parqueadero es de 21 MPa., para los siguientes elementos; placas, vigas de entrepiso y cubierta.

La resistencia del concreto para el edificio de Parqueadero es de 28 MPa., para los siguientes elementos; zapatas, vigas de cimentación, columnas y pantallas.

Acero $f_y = 420$ MPa para todos los diámetros.

Edificio de Salón Social (Club House) es una estructura de dos pisos, a porticado en dos direcciones, con placas aligeradas sin torta inferior armadas en una dirección.

La resistencia del concreto para el edificio de Club House es de 21 MPa., para los siguientes elementos; placas y vigas de entrepiso y cimentación.

La resistencia del concreto para el edificio de Club House es de 28 MPa., para las columnas.

Acero $f_y = 420$ MPa para todos los diámetros.

Importancia del paciente: Al ser edificios de apartamentos multifamiliares pertenece al grupo de importancia I con capacidad de disipación de energía DMO (disipación de energía moderada), se debe tener una constante supervisión preventiva, durante su construcción y después de su construcción, ya que es inevitable que surjan lesiones en la estructura haciendo que la vida de las personas que habiten en la edificación se vea afectada, de allí la importancia de esta investigación.

Normativa actual que lo rige: Para los procesos constructivos estructurales la norma sismo resistente (NRS-10), Para instalaciones eléctricas el Reglamento técnico de instalaciones

eléctricas (RETIE), para la verificación de la calidad de los materiales según el instituto nacional de vías (INVE) y el TITULO H de la NRS-10 para los ensayos de suelos.

6.3.4 En la edificación y/o construcción

Tipo de cimentación: Zapatas y vigas de cimentación (cimentación superficial).

Altura: La estructura Club House tiene 6,00 metros de altura y la estructura de parqueaderos tiene 24,30 metros de altura.

Área: (número de pisos): Para el Parqueadero el área es de 2113,04 m^2 en el primer piso del segundo piso en adelante el área es de 1919,44 m^2 y para la cubierta se cuenta con un área de 61,62 m^2 . El edificio cuenta con seis pisos.

El área del Club House es de 316,4 m^2 para primer y segundo piso, para la cubierta cuenta con un área de 174,21 m^2 .

Estado general de construcción: La construcción es una obra en etapa constructiva, pero como cualquier estructura presenta lesiones como fisuras, algunas deflexiones en vigas y procesos constructivos que alteran la correcta funcionabilidad de los elementos estructurales.

Información existente: Para la elaboración de esta investigación, se tienen planos, estudios de suelos, bitácoras, e informes generales. Se cuenta con un control técnico de asentamientos mensuales y la certificación de ensayos de materiales de laboratorio.

Fidelidad de los planos: El diseño estructural fue realizado por la firma DISEÑOS Y ESTRUCTURAS, ingeniero civil JAIR USECHE MACIAS.

Constatación del estado del paciente: El paciente se encuentra en un estado que no presenta ninguna lesión grave, si bien tiene múltiples lesiones, estas se tratan día a día por los encargados de la obra, pues la obra tiene un control muy exigente en cuanto a la calidad de construcción.

6.3.5 Aplicación patológica

Para poder diagnosticar las lesiones correctamente en un proyecto es indispensable conocer el origen de la causa, para así poder optimizar el tiempo y encontrar la solución correcta, en el estudio de caso se tiene encuentra la edad de la estructura y su estado “En etapa constructiva”, Debido a esto la aplicación patológicas es **Pediátricas-Preventivas**, ya que se considera la funcionalidad, involucrando, durabilidad y la integridad de la construcción, se tiene en cuenta la selección de materiales para la construcción, el mantenimiento de la construcción y el uso de la construcción.

6.3.6 Datos específicos de las lesiones

- **Afectaciones**
 - La estructura presenta desprendimiento de la torta superior de la placa de entre piso del tercer piso.
 - Aceros expuestos y en ocasiones sin recubrimiento mínimo por norma.
 - Cargas que superan la carga viva de diseño la cual puede ser un factor que altere el normal funcionamiento para la disipación de energía de un sismo.
 - Socavación del terreno compactado en vigas de cimentación que puede producir una lesión de tipo mecánica (se aprecia una leve deflexión).
 - Falta de continuidad de los elementos estructurales.
 - Fisuración por cambios de temperatura y mala adherencia entre distintos materiales.
- **Localización y levantamiento de daños**
Ver Anexo 01. Lesión por elemento – Patología de la construcción.
- **Evaluación física y mecánica y composición y estructura de concreto y/o materiales.**

- Ensayo de resistencia a la compresión (ensayo destructivo).
- Ensayo de compresión de núcleos extraídos (ensayo destructivo).
- Ensayo de carbonatación (Fenolftaleína).

Nota: Los ensayos se llevarán a cabo dependiendo del tipo de lesión con la finalidad de obtener la información necesaria para la ejecución del diagnóstico.

6.3.7 Descripción de la patología más relevante en el paciente
Ver Anexo 02. Lesión relevante – Patología de la construcción.

6.3.8 Clasificación y origen de la(s) patología(s)
Ver Anexo 01. Lesión por elemento – Patología de la construcción.

6.3.9 Datos generales del entorno.

En la figura 6 se aprecia los corredores viales y los colindantes al proyecto.

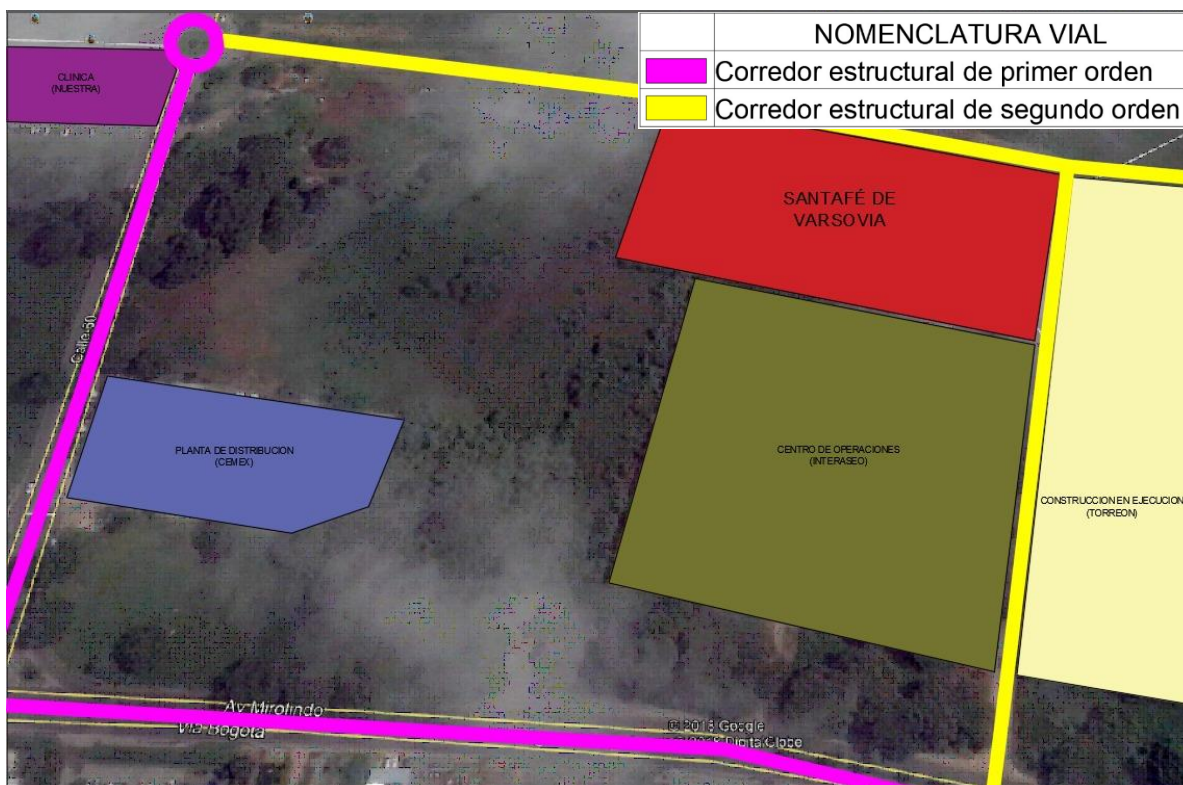


Figura 6: Ubicación geográfico del proyecto. Fuente: Autores.

Medio ambiente

El cambio climático es un efecto que causa problemas globales debido a los daños que genera en los ecosistemas, fauna y flora, calidad de vida, etc. Según el plan de desarrollo de Ibagué 2016-2019 y los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) 7,13,15, en los cuales quiere mejorar notablemente, demuestran que la ciudad, en indicadores como agua potable y saneamiento básico, en el IRCA (Índice de Riesgo de la Calidad del Agua) tiene una nota o calificación de nivel de riesgo medio y se considera que el agua no es apta para el consumo humano, vista en términos generales debido a que los acueductos comunitarios no cumplen

en términos de calidad o suministro, a diferencia de la empresa IBAL S.A E.S.P, donde está es apta para el consumo. (Ibague A. d., 2017)

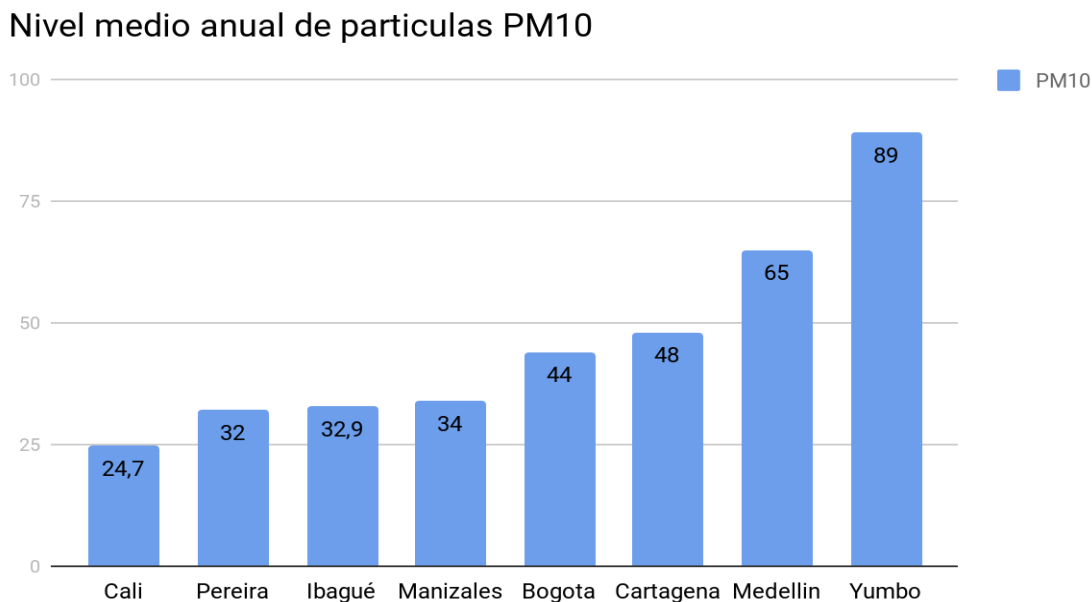


Figura 7: Calidad del aire por ciudad. Fuente: (CIMPP, 2018)

En cuanto a calidad de aire la ciudad se encuentra en tercer lugar a nivel nacional con 32,9 nivel medio anual en PM10 (Material particulado menor a 10 micras) Cumpliendo con los estándares.

Temperatura

La temperatura del municipio oscila entre los 18°C a 30°C con temperatura media de 24°C. Los meses más calurosos son entre diciembre y febrero y julio a agosto; y los periodos con mayor cantidad de lluvia son de marzo a mayo y de septiembre a noviembre. (CIMPP, 2018)

Precipitaciones

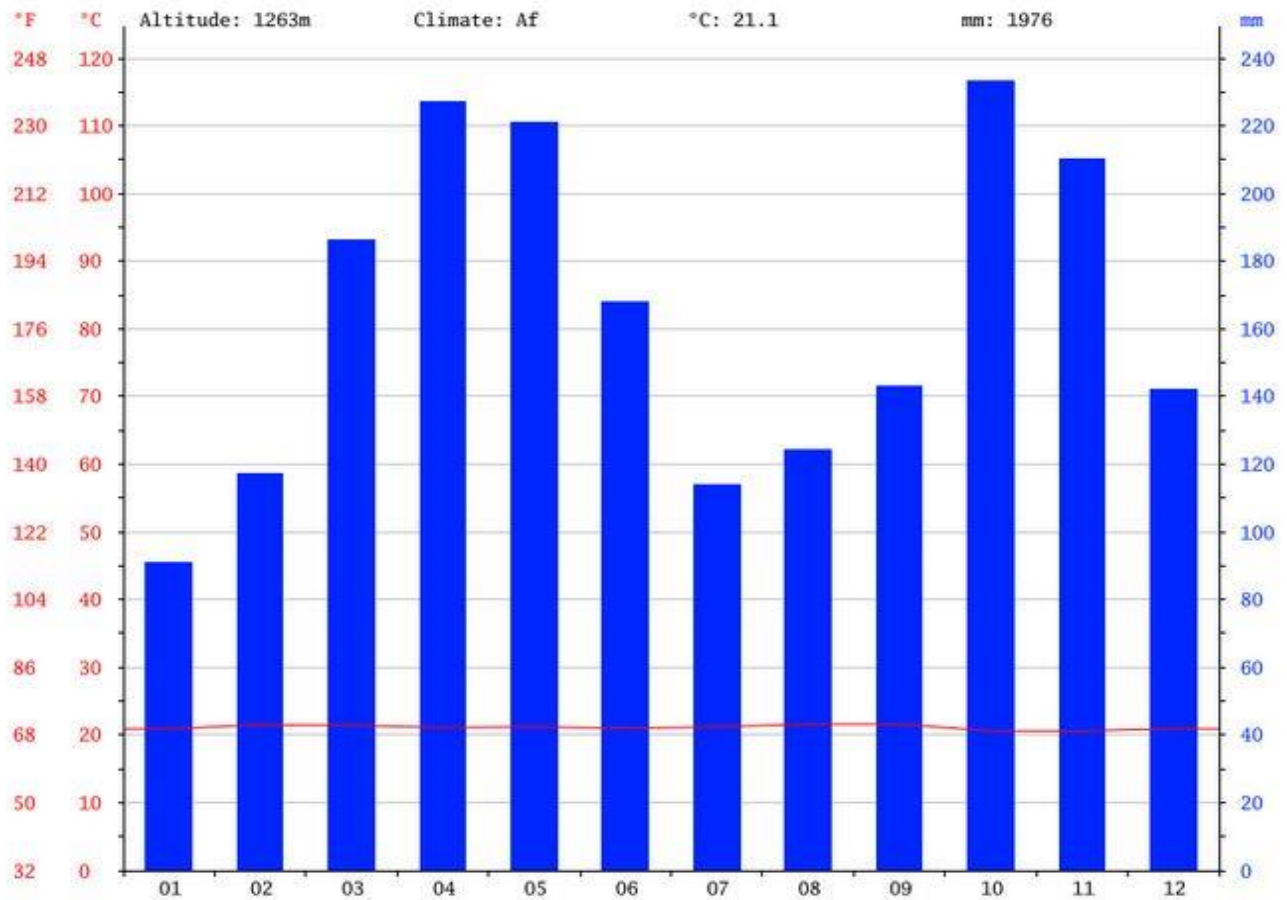


Figura 8: Descripción de precipitaciones. Fuente: (CIMPP, 2018)

El clima de la ciudad es tropical, cuenta con una cantidad significativa de lluvia durante el año. El clima se clasifica como Af por el sistema Köppen-Geiger. Presenta precipitaciones promedio 1976 mm.

Nivel freático y escorrentías

Según estudio de suelos no se encontró nivel freático en la zona, la pendiente aproximada en la zona es hasta 18% según plano R.5 Remoción de masa, posible presencia de agua por escorrentía.

6.3.10 Arquitectura (descripción general)

Calificación:

Estilo arquitectónico.

Tanto el edificio de Parquaderos y el Club House son de estilo arquitectónico moderno, ya que es simple y sin ornamentos, definido por un diseño de líneas rectas, buscando funcionalidad y orden.

6.3.11 Estructura (Descripción general)

DISEÑO Y CONSTRUCCION (A.10.2.2.1- NSR 10).

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10
- Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto I.N.V.E – 410 – 07.
- Norma Técnica Colombiana NTC 2289 (Resistencia a la falla de acero de $f'c$ 420 MPa).
- Toma de núcleos y vigas en concretos endurecidos I.N.V.E – 418 – 07.

Muros en mampostería:

- Absorción: Debe cumplir con el rango de absorción máximo de un 10%.
- Resistencia a compresión: los ensayos de resistencia a la compresión debe cumplir con las especificaciones de diseño.
- Dimensionamiento: Las unidades de mampostería deben cumplir con el promedio de sus medidas y por ende su alabeo debe ser mínimo.
- Muretes: Ensayos a la resistencia de la compresión, debe coincidir con la resistencia especificada por el diseño estructural.

Notas:

- Se tiene un registro de tomas de asentamientos mensual por unidad constructiva.
- Se lleva a cabo el control y toma de deflexiones en voladizos y elementos que se encuentren comprometidos a deflexiones excesivas.

- El desplome de columnas y muros de mampostería es permitido en 1 mm por metro lineal y el desplome es corregido en su segundo tramo para así evitar excentricidades, estrangulamientos y pérdida de continuidad en el elemento.
- Las pegadas en mampostería no deben ser menor a 6 mm y no mayor a 12 mm, se garantiza pegadas horizontales y verticales.
- El control es llevado por la Supervisión Técnica Estructural y el Control de Calidad de la obra, cualquier anomalía es consultada con el diseñador estructural para el chequeo y cumplimiento de la NSR-10. En caso de que no cumpla se deberá realizar reforzamiento estructural o la demolición del elemento.
- La calificación por diseño y construcción es buena por los parámetros implementados y la exigencia por parte de las entidades reguladoras.

ESTADO DE LA ESTRUCTURA (A.10.2.2.2- NSR 10).

En la tabla 1 se presenta el estado actual de la edificación, calificándola con los diferentes ítems que allí se encuentran:

Tabla 1: Estado general de la edificación. Fuente: Autores.

ESTADO DE LA ESTRUCTURA	SISMOS	FISURACIÓN POR TEMPERATURA	CORROSIÓN	ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES	REFORMAS	DEFLEXION	ESTADO
						EXCESIVAS	EN UNIONES
BUENO	X				X	X	
REGULAR		X	X	X			X
MALO							

Nota: Se toma a consideración que la estructura aún está en etapa constructiva y puede mejorar para cumplir a totalidad los criterios.

El estado actual de la estructura se califica como regular debido a que solo está cumpliendo en 3/7 de la totalidad de los criterios buenos, anteriormente evaluados, Suelos y cimentaciones.

Geología general del paciente.

Basados en el estudio de suelos realizado por el Ingeniero Gonzalo Avendaño Prieto, en el 18 de septiembre de 2016, y el mapa de cartografía geológica y geotécnica de la ciudad de Ibagué, el área de estudio pertenece al abanico de Ibagué, se clasifica en zona A.2.1.

Tabla 2: Extracción de tipo de zona de actualización geológico-geotécnica y urbanística de la ciudad de Ibagué, Tolima. (colombiano, 2019)

ZONA	DESCRIPCION
A.2.1	<p>Superficie suave y pendiente baja (<7%), con suelos café, café rojizo y amarillo de 1 a 4 m de profundidad. Se presentan niveles delgados de arcillas limosas y limos arcillosos (MH, CH, ML, CL) con 10% de arena y grava. Son suelos semi-impermeables a impermeables de consistencia medianamente dura a blanda, compresibilidad y expansibilidad media a alta Proviene de la meteorización de gravas subyacentes y del lavado de materiales de la zona A11 e involucran bloques esporádicos de roca tamaño métrico. Contienen roca volcánica, plagioclasas, algo de cuarzo. Nspt (6-20 golpes/pie), LL (300/0-550, /o), IP (10%-40%). No hay restricción de tipo geológico, excepto por condiciones geotécnicas locales, tal como suelos orgánicos y expansibles, rocas grandes o nivel de agua somero. Aceptable a mala para cimentación. Susceptible a desplomes en cortes desprotegidos. Edificios de magnitud alta y media cimentarse sobre los depósitos compactos subyacentes. Proteger los taludes de corte, obtener los parámetros de diseño con base geotécnica y definir la condición de estabilidad en sectores de borde de talud. La lito-estratigrafía se ajusta al perfil sísmico S2. (geológica 2005)</p>

La figura 9 representa gráficamente la remoción en masas por el plan de ordenamiento territorial.



Figura 9: Extracción de plano R5 Amenaza por Remoción En Masa. Plan de ordenamiento territorial, Decreto 823 de 2014. Fuente: (Ibague, s.f.)

Clasificación por remoción en masa BRM (Baja por Remoción en Masa): “Área plana suavemente ondulada, pendiente hasta el 18% (10°), constituida en superficie por suelos finos y arenas limosas arcillosas de 1,00 a 5,00 de profundidad.”. Debido a su poca pendiente se sitúa una gran parte del casco urbano.

Estudio de suelos realizado en el paciente (apiques, sondeos, etc., con su respectiva ubicación).

Se realizó extracción de muestra a través de sondeos con equipo de campo SPT hasta encontrar rebote o rechazo del suelo, luego de esto para alcanzar la profundidad de los sondeos, se dio continuidad con un roto percutor mecánico, se tomaron muestras para clasificación, límites de consistencia o de Atterberg, granulometría por lavado de finos, humedad y peso unitario.

Tipo de cimentación realizada.

La cimentación para las dos estructuras es superficial, en este caso zapatas aisladas, con viga de enlace y viga de contrapeso, con variación de resistencias entre el Edificio de Parqueadero y Club House, f_c de 28 MPa y 21MPa respectivamente. (Reglamento colombiano de construcción NRS-10, 2017).

6.4 DIAGNOSTICO

SINTOMATOLOGÍA DE LA EDIFICACION

El análisis de la sintomatología es necesario para que se le aplique la terapéutica adecuada para mantener su “calidad de vida” y/o prolongarla. Así mismo a la edificación se le debe determinar su terapéutica, para este caso se puede decir que es netamente preventiva, debido a que es una edificación nueva, cuyas lesiones no son tan graves y tienen cada una solución óptima, estas se identificaran y mostraran a continuación. (Edificacion, 2012).

- ✓ La estructura del parqueadero presenta desprendimiento de la torta superior de la placa de entre piso del tercer piso, véase figura 10, lo que ocasiona una falta de funcionalidad a la hora de habitarla, además esto causa que el agua se filtre, provocando la inclusión del agua en el elemento.



Figura 10: Lesión: Desprendimiento en la losa de entrepiso del parqueadero. Fuente: Autores.

- ✓ Hay acero de refuerzo longitudinal que dan continuidad a las columnas y se encuentran expuestos a la corrosión, véase figura 11, debido a que la obra se pauso por un imprevisto.



Figura 11: Lesión: Aceros de refuerzo expuesto en columnas. Fuente: Autores.

- ✓ Se pueden observar en la figura 12 estibas con bloque que superan la carga viva de diseño la cual es un factor que altera el normal funcionamiento para la disipación de energía de un sismo.



Figura 12: Lesión: Sobre carga den el edificio de parqueadero. Fuente: Autores.

- ✓ Existe un fenómeno de socavación del terreno en vigas de cimentación que puede producir una lesión de tipo mecánica, alterando la vida útil y así mismo la funcionalidad de este elemento estructural (se aprecia una leve deflexión). Véase la figura 13.



Figura 13: Lesión: Viga de cimentación socavada. Fuente: Autores.

- ✓ En la figura 14 se aprecia una falta de continuidad del elemento estructural, más específicamente en algunas vigas y uniones aéreas.



Figura 14: Lesión: Falta de continuidad en vigas. Fuente: Autores.

- ✓ Se encontraron diferentes fisuras unas por cambios de temperatura y mala adherencia entre distintos materiales y otras por la mala ejecución en el curado de los resanes y pañetes. Véase la figura 15.

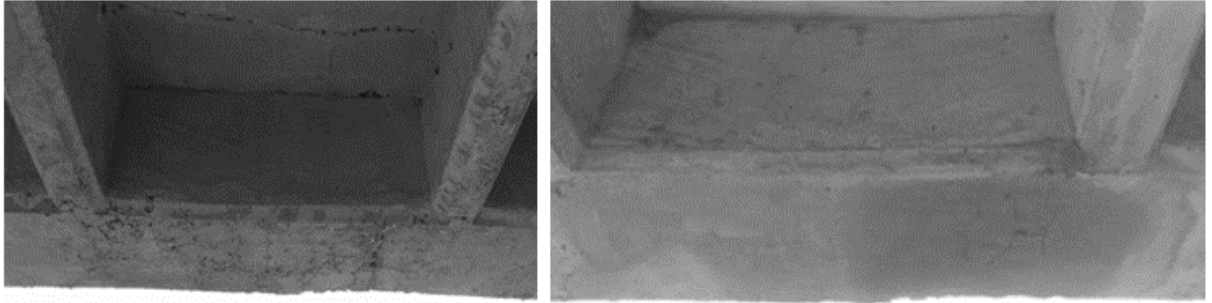


Figura 15: Lesión: Fisuras en los elementos. Fuente: Autores.

- ✓ Se evidencian aceros expuestos y sin recubrimiento por falta de separadores de concreto, falta de vibrador y formaleta mal sellada, lo que sugiere un problema de corrosión en los elementos expuestos, también se presenta hormiguo en elementos estructurales, lo que puede atentar con la resistencia de diseño, la homogeneidad del elemento, es decir la continuidad y se expone el acero de refuerzo a la corrosión. En la figura 16 se pueden apreciar aceros expuestos y hormigueros.

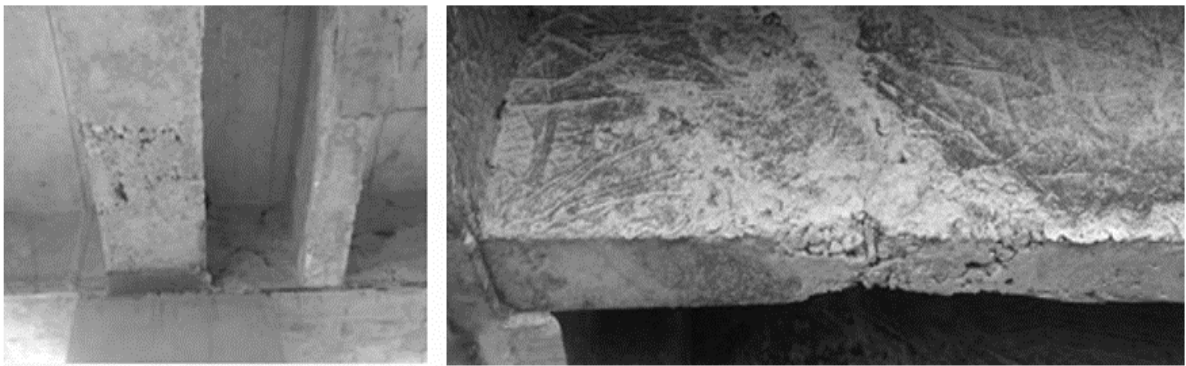


Figura 16: Lesión: Hormiguo en los elementos estructurales. Fuente: Autores.

- ✓ La fachada en ladrillo capuchino presenta afectaciones con eflorescencias de vanadio debido a la intemperie además tiene manchas debido a una mala limpieza con ácido muriático. Véase figura 17.



Figura 17: Lesión: Moho y manchas en el ladrillo de fachada. Fuente: Autores.

DIAGNOSTICO GENERAL DE LA EDIFICACION Y CAUSAS DE LAS LESIONES MAS RELEVANTES.

Es imprescindible mencionar que la mayoría de lesiones vistas en las estructuras están asociadas a malos procedimientos constructivos por lo cual se realizaron diferentes ensayos para ratificar que las condiciones de los diferentes elementos lesionados sean aptas en cuanto a su resistencia y funcionalidad, posterior a eso se comparan los resultados con los obtenidos en el análisis de vulnerabilidad sísmica para comprobar que las resistencias de diseño sean iguales o bastante similares a las reales.

Ensayo de resistencia a la compresión.

Procedimiento para obtener los testigos para verificar la resistencia a la compresión, véase las figuras del 18 al 23.



Figura 18: Núcleos extraídos. Fuente: Los autores

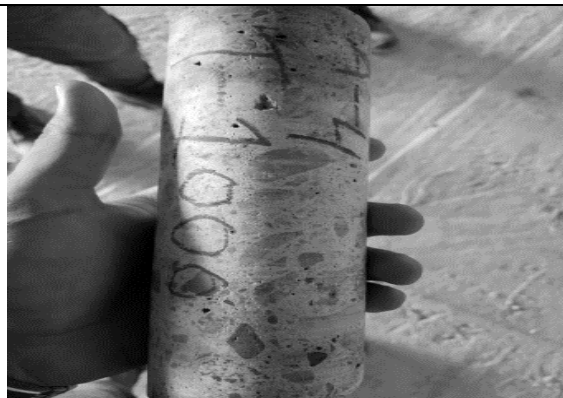


Figura 19: Espécimen extraído. Fuente: Los autores



Figura 20: Testigo extraído. Fuente: Los autores



Figura 21: Columna objetivo de extracción. Fuente: Los autores



Figura 22: Procedimiento de extracción. Fuente: Los autores

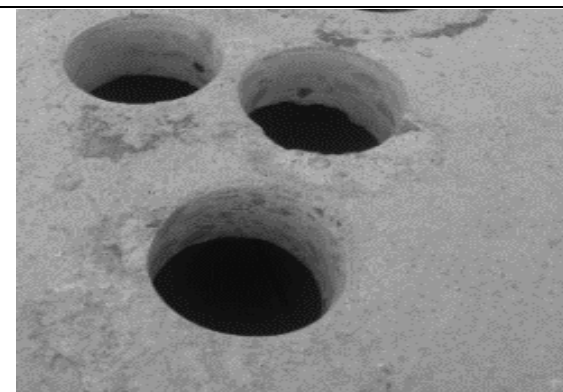


Figura 23: Núcleos extraídos en la placa del parqueadero. Fuente: Los autores

Ver anexo 03. Ensayos a materiales – Patología de la construcción.

Ensayo de compresión de núcleos extraídos.

Mecánicamente la característica fundamental del concreto es su resistividad a esfuerzos a compresión, parámetro de aceptación para las estructuras realizadas con este tipo de material, en base a esto es necesario llevar acabo estos ensayos para ratificar si las condiciones son aptas o no.

Debido a la facultad de nuestro estudio patológico preventivo se puede contar con núcleos, y se realiza trazabilidad de estos para la unidad constructiva Club House, a continuación, se mostrará la trazabilidad de los ensayos de resistencia de la estructura mencionada.

Se puede observar en las ilustraciones 15 a 18 que uno de los especímenes fallados no alcanzo el 100% de resistencia a los 157 días, por el contrario, alcanzo un 98% lo cual es una decadencia de la resistencia muy poco significativa para que se tengan que tomar medidas al respecto.

Extracción de núcleos para la trazabilidad de ensayos de la estructura Club House.



Figura 24: Procedimiento de extracción. Fuente: Los autores



Figura 25: Procedimiento de extracción. Fuente: Los autores



Figura 26: Núcleo extraído del edificio Club House. Fuente: Los autores



Figura 27: Lugar de extracción en el edificio Club House. Fuente: Los autores

Control de resistencias del mortero

En la tabla 3 se aprecian las características de los morteros utilizados en el edificio de parqueadero.

Tabla 3: Control de resistencias del mortero. Fuente: Autores.

MUESTRA	MORTERO SECO TIPO (PSI)	CONCRETERA	UBICACIÓN	FECHA DE TOMA DE MUESTRA EN OBRA	LOCALIZACION	EDAD (DIAS)	FECCHA DE ENSAYO	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
M-01	1100 CEMEX	PARQUEADERO	17/05/2018	MUROS EN MAMPOSTERIA NIVEL COMERCIO - PAÑETE	7	24/05/2018	1040	933	
							870		
							890		
							1290		
M-02	1800 CEMEX	PARQUEADERO	17/05/2018	MUROS EN MAMPOSTERIA NIVEL COMERCIO - PEGA	7	24/05/2018	1340	1573	
							1280		
							1730		
							1540		
M-114	1800 CONCRETOLIMA	PARQUEADERO	30/10/2018	PARQUEADERO PAÑETES FACHADA PEGA ESCALERA	7	06/11/2018	2140	2220	
							2140		
							2120		
							2270		
M-132	1800 CONCRETOLIMA	PARQUEADERO	03/12/2018	PAÑETE PARQUEADERO FACHADA CARRETERA DERECHA	7	10/12/2018	2160	1350	
							2230		
							2330		
							2360		
M-133	1800 CONCRETOLIMA	PARQUEADERO	04/12/2018	PARQUEADERO PAÑETE FACHADA LATERAL DERECHO	7	11/12/2018	2360	2403	
							2520		
							1400		
							1340		
							1310	2190	
							2190		
							2210		
							2170		
							1320	1350	
							1320		
							1410		
							2190		
							2150	2183	
							2210		

Ensayo de carbonatación (Fenolftaleína).

Se realiza el ensayo de carbonatación con fenolftaleína en lugares escogidos al azar como se aprecia en las figuras 27 al 32.



Figura 27: Escarificación previa al roció de fenolftaleína. Fuente: Los autores

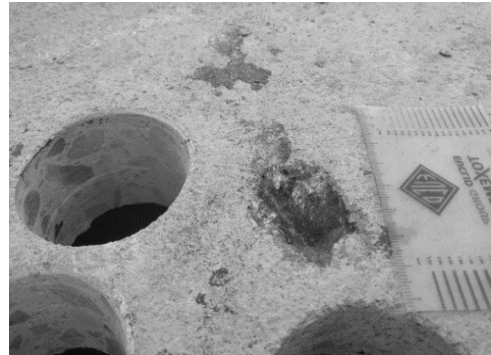


Figura 28: Escarificación previa al roció de fenolftaleína. Fuente: Los autores



Figura 29: Escarificación previa al roció de fenolftaleína en la placa de parquetado. Fuente: Los autores



Figura 30: Procedimiento de roció de la fenolftaleína. Fuente: Los autores



Figura 31: Procedimiento de roció de la fenolftaleína en la placa de contrapiso del parqueadero. Fuente: Los autores



Figura 32: Ensayo de carbonatación. Fuente: Los autores

A causa de verificación, se realiza el ensayo de carbonatación, con el fin de indagar el estado actual del concreto y conocer la afectación del CO₂ sobre la estructura.

El ensayo de carbonatación se realizó con fenolftaleína como indicador de pH, con pH mayores a nueve. Los resultados se aprecian en la tabla 4.

Tabla 4: Tabla de muestreo de la aplicación de la fenolftaleína. Fuente: Autores.

<i>MUESTRA</i>	<i>CARBONATACION</i>	<i>ESTADO</i>
<i>/AREA</i>	<i>mm</i>	
1	3,0	Carbonatación
2	2,0	Carbonatación
3	3,0	Carbonatación
4	4,0	Carbonatación
5	2,0	Carbonatación
6	4,0	Carbonatación
7	4,0	Carbonatación
8	3,0	Carbonatación
9	1,0	Carbonatación
Promedio	2,9	

Carbonatación del parqueadero a edad de 8 meses. La figura 33 muestra el esquema y la variación en mm que presenta el concreto carbonatado.

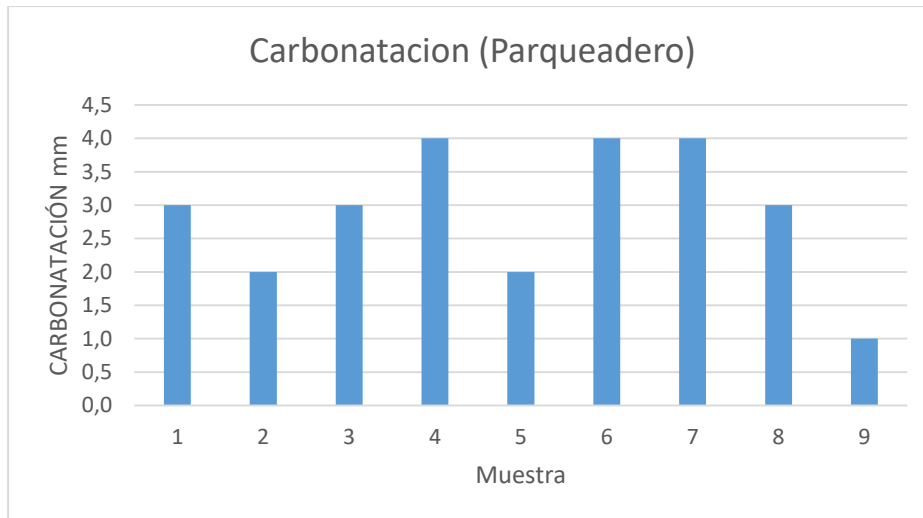


Figura 33: Diagrama de barras que muestra el nivel de carbonatación por muestra. Fuente: Autores.

La causa que expande o propaga esta lesión, no solo es la relación de a/c, sino también de porosidad, permeabilidad, teniendo en cuenta los agentes agresivos pueden penetrar el concreto siguiendo mecanismos como lo son: difusión y absorción, es necesario determinar las características del concreto que ha sido penetrado, Para la predicción de la profundidad de carbonatación a edad de diseño se tiene en cuenta la ecuación 1 y los resultados se aprecian en la tabla 5:

$$x = K * \sqrt{t}$$

Ecuación 1: Características del concreto penetrado.

t = Profundidad de carbonatacion en mm para tiempo t

t = tiempo de exposicion en años

K = Factor que agrupa parametros concernientes al tipo de concreto y las características climatologicas.

Tabla 5: Profundidad de la carbonatación: Fuente. Autores.

PROFUNDIDAD PROMEDIO DE	K
CARBONATACION (X, mm)	(mm/año)
2,9	3,54

Se deduce que la carbonatación no afectara la estructura durante el periodo de tiempo a la cual fue diseñada la estructura según el reglamento para un tiempo de vida útil de 50 años, contando con un recubrimiento promedio de 45 mm como lo muestra la figura 34.

$$K = \frac{x}{\sqrt{t}} = \frac{45}{\sqrt{50}} = 6,364 \frac{mm}{año}$$

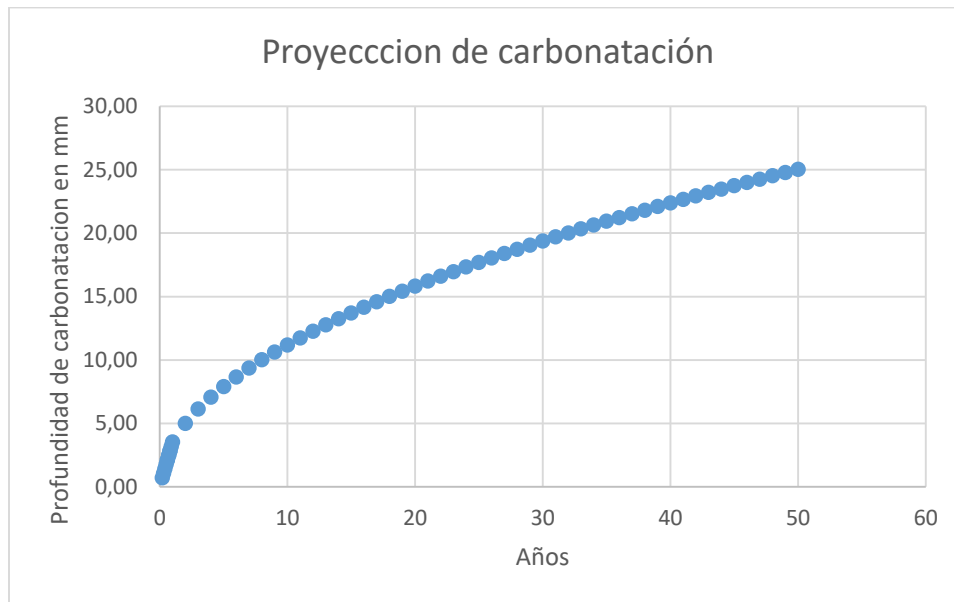
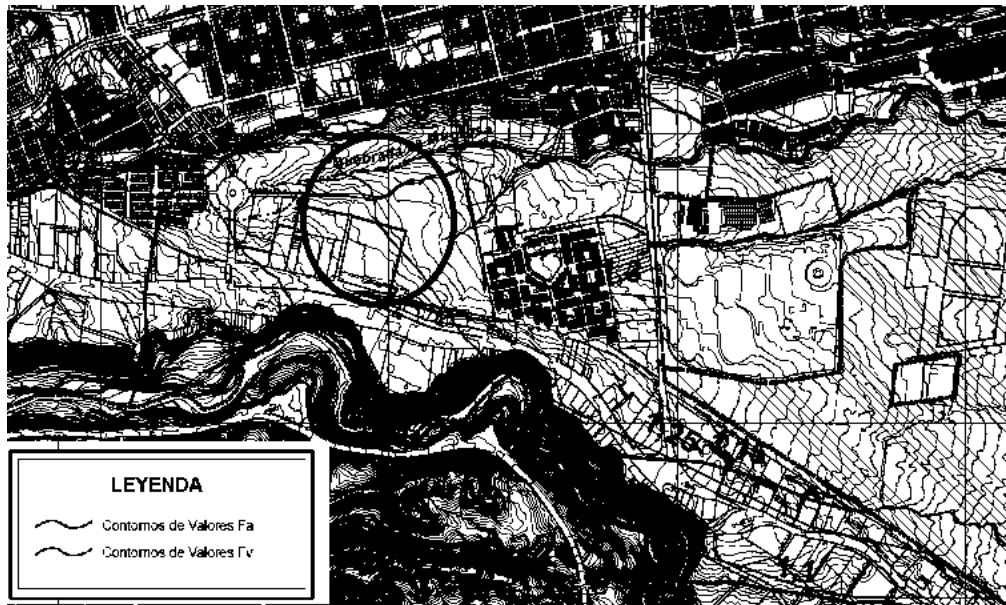


Figura 34: Curva de carbonatación en función de los años transcurridos. Fuente: Autores.

Se evidencia que el periodo de vida útil de la estructura es superior al mínimo por la norma, ya que la carbonatación esperada para el tiempo de diseño será de 25,02 mm.

7 ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA

UBICACIÓN DEL PACIENTE EN MAPA DE MICROZONIFICACIÓN SISMICA.



*Figura 35: Extracción de ubicación del paciente,
Fuente: Mapa de microzonificación sísmica de Ibagué.*

Para la determinación del nivel de amenaza sísmica se cuenta con un suelo tipo C.

De acuerdo con la NSR- 10, la ciudad de Ibagué se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia con un Aa de 0,20 y un Av de 0,20 según la Tabla A.2.3-2 de la NSR-10 se obtiene un Fa de 1,20 y Fv con un valor de 1,60 interpolando la Figura A.2.4-1 y la Figura A.2.4 de la NSR-10.

EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

Solicitaciones equivalentes

El edificio cuenta con concreto de resistencia de 21 MPa para placas, vigas de entrepiso, cubierta y cimentación y de 28 MPa columnas.

Según la Tabla A.2.3-2 Ibagué cuenta con una zona de amenaza sísmica intermedia por tanto se puede diseñar con un sistema de

disipación de energía moderada (DMO) o disipación de energía especial (DES).

La carga muerta de diseño para la placa de entrepiso es de 4,82 kN/m² y para terraza y cubierta es de 4,32 kN/m². Las cargas vivas de diseño toda la estructura de 5 kN/m².

Según la Tabla B.6.4-1 la zona de amenaza eólica Ibagué pertenece a la región 3 con velocidad de viento de 28 m/s (100 km/h).

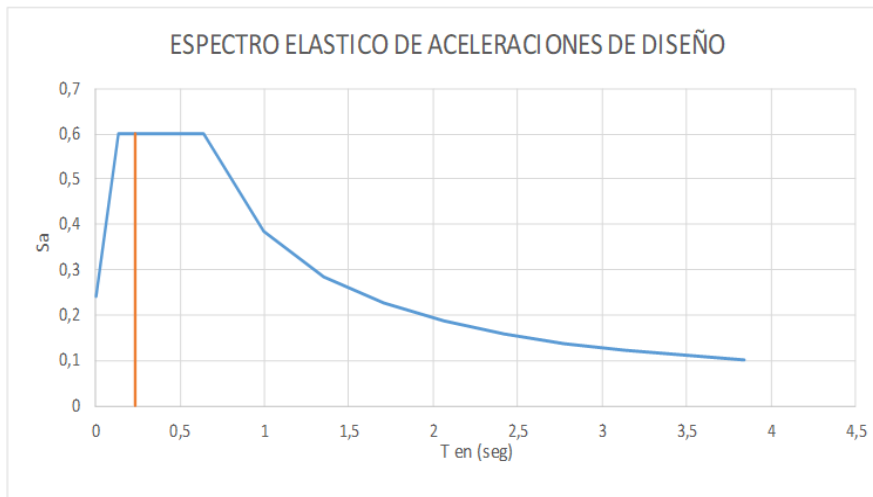
CONCEPTUALIZACION ESTRUCTURAL

DATOS GENERALES DE LA EDIFICACION

Sistema estructural: Porticos tridimensionales en concreto resistente a momento,

Depto.	Municipio	Cód. municipio	Aa	Av	Fa	Fv
TOLIMA	IBAGUE	730001	0,2	0,2	1,2	1,6

Zona de amenaza sísmica	Tipo Suelo	Grupo de Uso	Coe. Importa
INTERMEDIA	C	I	1



Ta	0,236
Sa	0,600
K	1,00
Ro	5,00

Cu	1,366
ϕ_p	0,9
ϕ_a	0,9
ϕ_r	0,75

R	3,0375
Sa-diseño	0,198

NIVEL	W (KN)	h (m)	M (Mg)	M*hi^k	Cvx (%)	Fx (KN)
SEGUNDO	1067,0754	3	108,89	175,77	35,13%	681,58
TERCERO	2163,0119	3	220,72	324,54	64,87%	1258,45
TOTALES	3230,0873		329,60	500,31	100,00%	1940,0

VS (KN)	1940,029984
----------------	--------------------

Figura 361: Espectro de aceleración sísmica de diseño. Fuente: Autores.

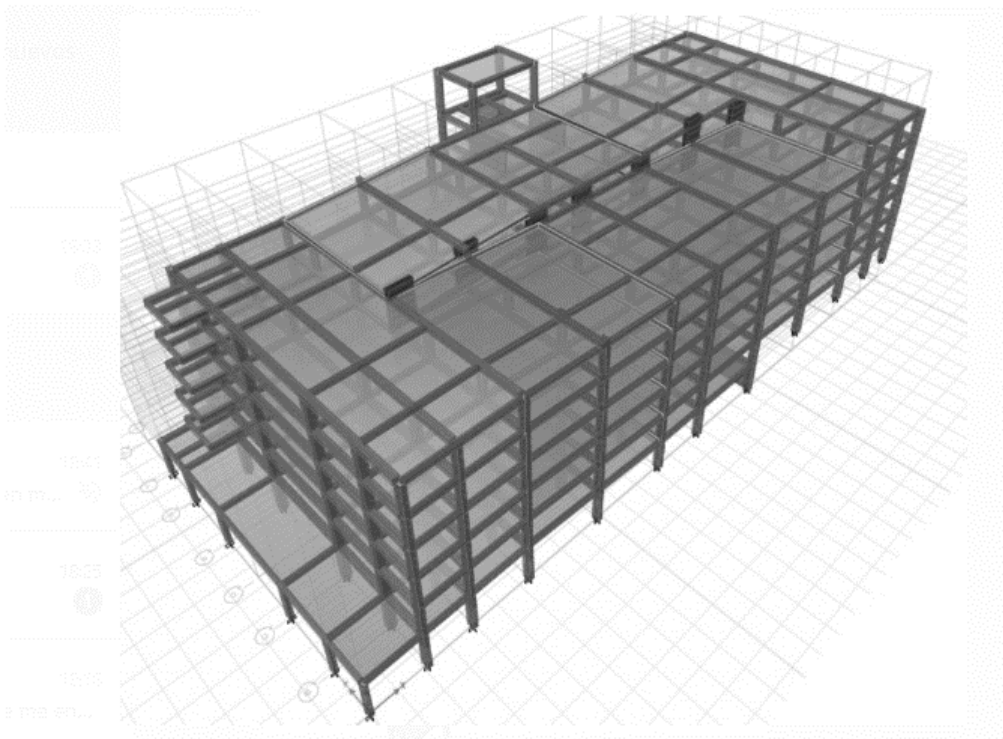


Figura 37: Modelación de la estructura de parqueaderos por medio de ETABS. Fuente: Autores.

Según el análisis de vulnerabilidad sísmica se logró evidenciar el sobre diseño de la estructura debido a que los desplazamientos de las derivas de piso están muy por debajo del 1%. Si bien se encontraron varias lesiones, estas no son de tipo estructural, no afectan estructuralmente la edificación, todas son originarias de malos procesos contractivos a elementos no estructurales.

Por medio de un análisis cualitativo de puede catalogar la estructura como poco vulnerable sísmicamente, debido a las tecnologías aplicadas mediante sus procesos constructivos y el seguimiento estructural en cuanto a resistencia. Es de suma importancia un correcto análisis de vulnerabilidad sísmica, debido a que con esto se puede hacer un diagnóstico total de la edificación con enfoque estructural, al igual que ver la viabilidad de un cambio de uso, un reforzamiento o una disminución de avalúo de cargas.

TIPO DE OBRA A REALIZAR, EL TIPO DE EDIFICACIÓN Y EL NIVEL DE
MEDIDAS PREVENTIVAS

Debido a que la estructura analizada se encuentra dentro de los parámetros de flexibilidad, rigidez y deformación establecidos por la NSR-10 no es necesario intervenir para realizar un reforzamiento de ningún tipo. Sin embargo, la construcción debe continuar teniendo en cuenta las tolerancias y especificaciones de la norma como se aprecia en las tablas 6,7 y 8.

Tabla 6: Tolerancias admisibles. Fuente: (Ministerio de Ambiente, 2010).

TOLERANCIAS ADMISIBLES POR NORMA		
ELEMENTO	OBSERVACION	NORMA
Juntas.	Separación sísmica mínima en la cubierta entre edificaciones colindantes que no hagan parte de la misma construcción. La altura de la edificación nueva es de 2 pisos por tanto no requiere separación.	NSR-2010 Tabla A.6.5-1
Recubrimientos.	Se toma el concreto construido en sitio ya que es el más desfavorable. - Concreto colocado contra el suelo 7,5 cm. -Concreto expuesto a suelo o a la intemperie 5,0 cm para barras superiores a No.6 y para barras inferiores 4,0 cm. - Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: Losas, muros y viguetas Barras No. 14 y No.18 recubrimiento de 4,0 cm. Barras No.11 y menores 2,0 cm. Vigas y columnas 4,0 cm. Cascaras y placas plegadas Barra No. 6 y mayores, recubrimiento de 2,0 cm. Barra No.5 y menores, recubrimiento de 1,3 cm.	NSR-2010 Inciso C.7.7.1

Recubrimientos con concreto endurecido.	Para recubrimientos menores o iguales de 200 mm +/- 10 mm y para recubrimientos mayores de 200 mm +/- 13 mm.	NSR - 2010 Inciso C.7.5.2.1
Variaciones en el desplome.	<p>- En el alineamiento y superficies de columnas y muros estructurales y en las esquinas: Por cada 2 m de longitud 5 mm. Máximo para la longitud total 25 mm.</p> <p>- Para esquinas expuestas de columnas, ranuras en juntas de control, y otras líneas visibles: Por cada 5 m de longitud 5 mm. Máximo para la longitud total 15 mm.</p>	Ley 400 de 1997 Tabla 6.5-1
Variación con respecto a los niveles especificados en los planos.	<p>- En la superficie superior de placas, cubiertas, vigas y gradas, medidas antes de remover la cimbra. Por cada 2 m de longitud 5 mm. En cualquier vano o por cada 6 m de longitud 10 mm. Máximo para toda la longitud 20 mm.</p> <p>- En dinteles expuestos, soleras, antepechos, ranuras horizontales y otras líneas visibles. En cualquier vano o por cada 5 m de longitud 5 mm. Máximo para longitud total 15 mm.</p> <p>- Variaciones en líneas rectas del edificio, a partir de posiciones establecidas en planos y de posiciones relacionadas de columnas, muros y particiones. En cualquier vano 15 mm. Por cada 5 m de longitud 10 mm. Máximo para la longitud total 25 mm.</p>	Ley 400 de 1997 Tabla 6.5-1
Variaciones en las medidas y localización.	Vacíos, ductos, aberturas en placas y muros +/- 10 mm.	Ley 400 de 1997 Tabla 6.5-1

Variaciones en dimensiones de secciones de columnas y vigas, y en el espesor de placas y muros.	Menos 10 mm. Mas 15 mm.	Ley 400 de 1997 Tabla 6.5-1
Tolerancias para zapatas únicamente en la dimensión del concreto.	- Variación de las dimensiones en planta menos de 15 mm y más de 50 mm. - Mala colocación o excentricidad, dos por ciento del ancho de la zapata en la dirección de mala colocación pero no más de 50 mm. - Reducción del espesor al 5% e incremento sin límite.	Ley 400 de 1997 Tabla 6.5-1
Variaciones en escalones.	- En un tramo de escaleras, contrahuella +/- 5 mm y huella +/- 10 mm. - En peldaños independientes, contrahuella +/- 2 mm y huella +/- 5 mm.	Ley 400 de 1997 Tabla 6.5-1
Dimensiones de elementos (sección o elevación).	Tolerancia - 6 mm + 12.5 mm.	NSR - 2010 Tabla D.4.2-2
Junta de mortero (10 mm).	Tolerancia -4 mm +4mm.	NSR - 2010 Tabla D.4.2-2
Cavidad o celda de inyección.	Tolerancia -6 mm +9 mm.	NSR - 2010 Tabla D.4.2-2
Variación del nivel de junta horizontal.	Tolerancia +/- 2 mm/metro (1/500). Máximo +/- 12.5 mm.	NSR - 2010 Tabla D.4.2-2
Variación de la superficie de apoyo.	Tolerancia +/- 2 mm/metro (1/500). Máximo +/- 12 mm.	NSR - 2010 Tabla D.4.2-2
Variación del plomo del muro.	Tolerancia +/- 2 mm/metro (1/500). Máximo +/- 12 mm.	NSR - 2010 Tabla D.4.2-2
Variación del alineamiento longitudinal.	Tolerancia +/- 2 mm/metro (1/500). Máximo +/- 12 mm.	NSR - 2010 Tabla D.4.2-2
Tolerancia de elementos en planta.	Tolerancia +/- 2 mm/metro (1/500). Máximo +/- 20 mm.	NSR - 2010 Tabla D.4.2-2
Tolerancia de elementos en elevación.	Tolerancia +/- 6 mm/piso. Máximo +/- 20 mm.	NSR - 2010 Tabla D.4.2-2

Tolerancias estructurales

Tabla 7: Asentamiento del concreto. Fuente: Autores.

Asentamiento del concreto (SLUMP)	
Norma	I.N.V.E - 404 - 07
Frecuencia	Por cada mixer con concreto.
Equipo	Molde metálico de lámina no inferior a 1.14 mm. Diámetro inferior 8" y diámetro superior 4" con altura de 12". Varilla compactadora de hierro liso hemisférico de 5/8" de diámetro y longitud 24"
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Humedecer el molde y colocar sobre una superficie nivelada rígida, plana, húmeda y no absorbente. - Tres capas cada una de un tercio del volumen del molde. - 25 golpes de la varilla por cada capa y enrazar. - Se toma el asentamiento como la diferencia de altura entre el molde y la altura del centro original de la base superior del espécimen. - Rechazar si ocurre derrumbamiento o desprendimiento del concreto.
Resistencia a la compresión de cilindros de concreto	
Norma	I.N.V.E - 410 - 07
Frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> - Por cada clase de concreto y no menos de una vez al día. - No me nos de 40 m3 de concreto ni menos de 200 m2 de superficie de losas o muros. - Una muestra cada 50 tandas de mezclado de cada clase de concreto. - Cada 10 m3 si el supervisor técnico lo exige. Lo que primero se cumpla en este orden.
Equipo	<ul style="list-style-type: none"> - Molde metalico. Diámetro 4" y con altura de 8" o diámetro 6" y con altura de 12" Varilla compactadora de hierro liso hemisférico de 5/8" de diámetro y longitud 24" - Maquina de ensayo.

Procedimiento

- Para el diámetro de 4" se llena en dos capas cada una con 25 chuzones y para 6" se llena en tres capas con 25 chuzones cada una y se enraza.
- Se debe realizar el ensayo de compresión después de removidas del lugar de curado.
- Las muestras se deben mantener húmedas durante el periodo transcurrido desde la remoción del lugar.

Edades de ensayo

Dos cilindros para ser fallados en cada edad a 7 o 14 días, 2 a 28 días o cuando se cumpla el 100% de f'c y se dejan dos cilindros como testigos.

Ensayos de barras corrugadas y lisas de acero de refuerzo

Norma NTC 2289

Frecuencia

Un ensayo de doblamiento y un ensayo de tracción por cada diámetro de barra de cada colada para el distribuidor. En obra cada 200 toneladas (200 000 kg) de acero nacional o cada 100 toneladas (100 000 kg) de acero internacional.

Rangos y tipos de ensayos

- Resistencia a la fluencia mínima de 420 MPa y máxima de 540 MPa.
- Resistencia a la tracción mínima 550 MPa.
- Alargamiento mínimo en 200 mm o 8 pulgadas. Para número 2,3,4,5,6 mínimo 14%, para 7,8,9,10,11 mínimo 12% y para 14,18 mínimo 10%.
- La resistencia a la tracción debe ser igual o mayor a 1,25 veces la resistencia a la fluencia.
- Composición química de colada en % máximo. Carbono 0,30, manganeso 1,50, fosforo 0,035, azufre 0,045, silicio 0,50.
- Doblamiento.
- Peso permisible mínimo del 94% aplicable por unidad de longitud.

Reensayos

Si no cumple los requisitos mínimos, pero están a menos de 14 MPa para resistencia a tracción y a menos de 7 MPa para resistencia a la fluencia o a menos de dos unidades porcentuales del valor de alargamiento requerido se debe realizar un reensayo en dos probetas tomadas aleatoriamente.

Ensayo para mallas electrosoldadas, alambre y grafil

Norma NTC 5806 - Alambre de acero liso y grafilado y mallas electrosoldadas para refuerzo de concreto.

Ensayo para mortero de mampostería	
Norma	NTC 3546 - Métodos de ensayo para determinar la evaluación en laboratorio y en obra, de morteros para unidades de mampostería simple y reforzada. Tomado de la NSR-10 inciso D.2.3.
Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de mampostería	
Norma	NTC 3495 - Resistencia a la compresión de prismas de mampostería. Tomado de la NSR-10 inciso D.2.3.
Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de mampostería	
Norma	NTC 4017 - Método de ensayo para unidades de mampostería de arcilla cocida. Tomado de la NSR-10 inciso D.2.3.

Control de calidad

Tabla 8: Medidas de control de calidad. Fuente: Autores.

CONTROL DE CALIDAD	
ACTIVIDAD	OBSERVACION
Localización y replanteo	Levantamiento topográfico con estación total y chequeo con flexómetro.
Excavación y rellenos	Maquinaria mecánica y manual. Si es necesario utilizar explosivos, morteros expansivos o darda para rocas. Para el relleno las densidades deben estar por encima del 95%. Se deben revisar niveles y replanteo geométrico. Cumplir con niveles de fundación según estudio de suelos y plano estructural.
Acero estructural	Cumplir con las especificaciones en el plano estructural. Los recubrimientos deben estar con respecto a C.7.7.1 de la NSR-10. Debe encontrarse limpio de cualquier material externo.

Concreto	<p>Hidratar el concreto durante los primeros 8 días durante 4 veces al día.</p> <p>Debe ser vibrado de forma mecánica en puntos cada 45 cm entre 7 y 15 segundos.</p> <p>Para las placas aéreas se recomienda utilizar concretos con fibras para reducir las fisuras por retracción.</p>
Juntas de construcción	<p>Las juntas de construcción se deben realizar al L/3. Se debe limpiar la junta antes de fundir el concreto en segunda etapa, después de tres días se debe aplicar un puente de adherencia, debe estar la superficie limpia de material suelto y suciedad. Antes de los tres días se puede hidratar la superficie 24 horas antes de la fundida.</p>
Nudos	<p>Según C.10.12.2 se debe colocar concreto de igual resistencia que las columnas en el entrepiso y la superficie superior del concreto debe extenderse 60 cm.</p>
Zona apta para pases	<p>La tubería que atraviesa vigas se debe localizar en la zona neutra es decir lo más cerca a la altura media y al tercio de la longitud. Debe contar con un detalle adicional para el refuerzo.</p>
Pintura	<p>Recubrir las losas aéreas en la parte inferior para proteger de la carbonatación en concretos a la vista.</p>
Mampostería	<p>Dilatar en los cambios de resistencia con disipadores de energía, implementar grafiles y dovelas y fundir las celdas con grouting tipo mortero para celdas.</p>
Bloques de mampostería	<p>Se recomienda que los bloques de mampostería tengan un porcentaje de absorción inferior al 6% para que no presenten eflorescencias.</p> <p>Si se utilizan bloques tipo capuchino no se deben utilizar ácidos fuertes ni ácido muriático para su limpieza.</p>

8 PROPUESTA DE INTERVENCION

TERAPEUTICA DE LA EDIFICACION

Para la ficha técnica de lesiones N° P-001 en donde se presentó descascamiento en la rampa de entrepiso de la torta superior entre los pisos segundo y tercero entre ejes 3-4 con C-D, se analiza para definir un dictamen asertivo que en la placa superior se cuenta con espesor de 7 cm en su parte llana, en las dilataciones tiene variación de 0,05m y 0,06 m, contando con un menor recubrimiento en estos puntos críticos. Se evidencias micro fisuras por retracción de fraguado en dilataciones generando oxidación. Es constante el paso del minicargador con peso propio de 2,5 Ton (2500 kg) y con carga de transporte de 1 Ton (1000 kg) que es una carga dinámica que fatiga el elemento. Es importante señalar que las cargas de diseño son $2,50 \text{ kN/m}^2$.

Debido a que la lesión solo se presentaba en el sector mencionado y no en los demás pisos se quiso profundizar en el estudio encontrando cambios de tonalidades alrededor de las dilataciones. Se encontró un mortero alrededor de la dilatación deduciendo que el concreto se endureció antes de realizar la dilatación y se remató con un mortero de resistencias similar a 21MPa.

En la trazabilidad de concretos se reporta una resistencia a la edad de 28 días del 163%. Para comprobar la resistencia a compresión y el estado del concreto se determina extraer 8 núcleos con broca de 2” para una relación 1/1 considerando el espesor de la placa y obteniendo los siguientes resultados:

- ✓ Núcleo N° 1 con promedio de resistencia del 97%, altura sin refrentado de 7,6 cm, tipo de falla 3, localización en los ejes 3-4 con C-D.

- ✓ Núcleo N° 2 con promedio de resistencia del 106%, altura sin refrentado de 7,7 cm, tipo de falla 3 (columnar), localización en los ejes 3-4 con C-D.
- ✓ Núcleo N° 3 con promedio de resistencia del 117%, altura sin refrentado de 7,7 cm, tipo de falla 3 (columnar), localización en los ejes 4-5 con C-D.
- ✓ Núcleo N° 4 con promedio de resistencia del 110%, altura sin refrentado de 7,0 cm, tipo de falla 3 (columnar), localización en los ejes 4-5 con C-D.
- ✓ Núcleo N° 5 con promedio de resistencia del 72%, altura sin refrentado de 8,1 cm, tipo de falla 3 (columnar), localización en los ejes 4-5 con B-C.
- ✓ Núcleo N° 6 con promedio de resistencia del 114%, altura sin refrentado de 6,7 cm, tipo de falla 3 (columnar), localización en los ejes 3-4 con A-B.
- ✓ Núcleo N° 8 con promedio de resistencia del 90%, altura sin refrentado de 9,1 cm, tipo de falla 3 (columnar), localización en los ejes 3-4 con C-D.
- ✓ Núcleo N° 9 con promedio de resistencia del 78%, altura sin refrentado de 8,5 cm, tipo de falla 3 (columnar), localización en los ejes 3-4 con C-D.

Nota: *Los núcleos 1,2,3,4,5,6 fueron tomados verticalmente y los núcleos 7,8,9 horizontalmente, descartando el numero 7 ya que presentada una fisura.*

Se determina extraer cuatro núcleos más para corroborar la información de las resistencias obtenidas en los ejes 3-5 con B-C, véase la figura 38, obteniendo los siguientes resultados:

- ✓ Núcleo N° 10 con promedio de resistencia del 62%, altura sin refrentado de 6,0 cm, localización en los ejes 4-5 con C-D.
- ✓ Núcleo N° 11 con promedio de resistencia del 74%, altura sin refrentado de 9,0 cm, localización en los ejes 4-5 con B-C.

- ✓ Núcleo N° 12 con promedio de resistencia del 117%, altura sin refrentado de 7,0 cm, localización en los ejes 3-4 con B-C.
- ✓ Núcleo N° 13 con promedio de resistencia del 85%, altura sin refrentado de 6,0 cm, localización en los ejes 3-4 con B-C.
- ✓ Se marca la localización de los núcleos extraídos en una vista en planta.

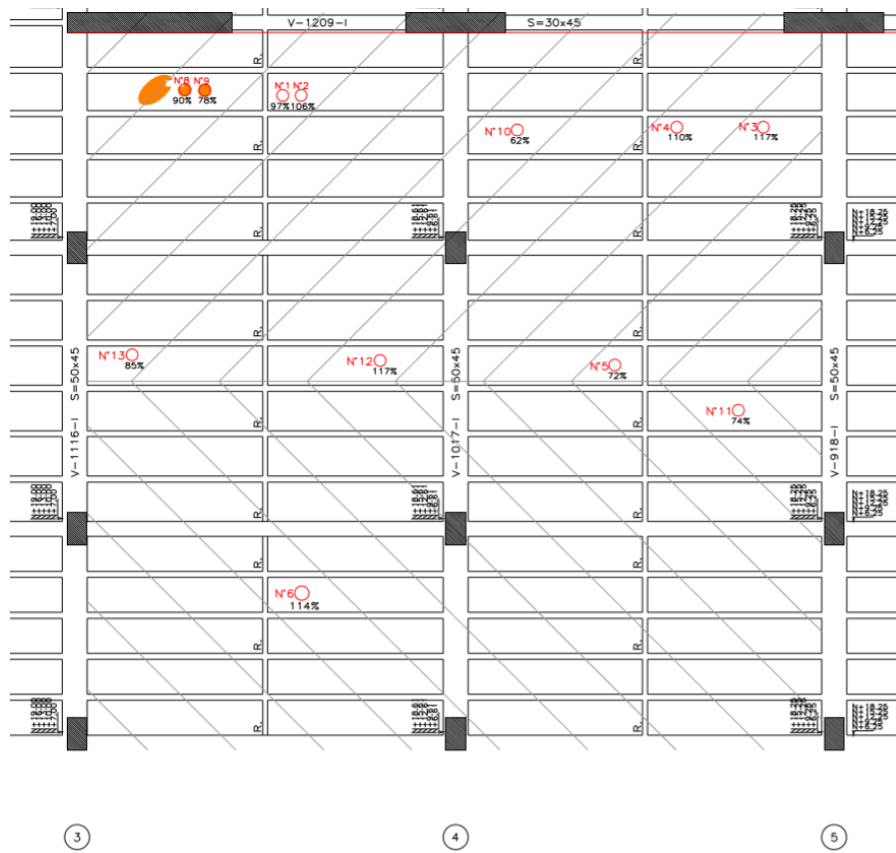


Figura 38: Localización de los núcleos y escarificaciones realizadas. Fuente: Autores.

De acuerdo con la trazabilidad de concretos se obtienen diferentes espesores de torta superior, valores que debieron ser previstos para el diseño estructural con cargas mayoradas.

Se propone demoler la zona demarcada dentro del recuadro rojo, véase la figura 39. Para la zona faltante de la rampa se propone reparar fisuras y escarificar las dilataciones con cambio

de tonalidades remplazando con mortero estructural teniendo en cuenta la implementación de puentes de adherencia entre concreto fresco y concreto endurecido.



Figura 39: Zona donde fue necesaria la escarificación de la placa. Fuente: Autores.

En la ficha técnica de lesión P-002 se aprecian aceros expuestos y oxidación no mayor a 1mm en el cárcamo del edificio de Parquaderos. Se propone para la intervención limpiar el acero oxidado con el tipo de limpieza uno (limpieza de manera manual con grata). Posteriormente recubrir con un mortero estructural con baja permeabilidad dando continuidad al elemento.

Para la ficha técnica de lesión P-003 se aprecian aceros expuestos con corrosión tipo A. Debido a que los aceros no se pueden cortar ya que son los traslapes de columnas y vigas y estarán a la intemperie por más de un año se propone para la intervención recubrir con pinturas anticorrosivas que protejan de la oxidación y garanticen una buena adherencia con el concreto. Como segunda opción se propone una cubierta en estructura metálica o en guadua provisional para proteger del agua.

En la ficha técnica de lesión P-005 se presenta bajo o nulo recubrimiento del acero, hormigueros en el concreto y un mortero de resane sin adherencia en el edificio de Parqueadero. Se pretende retirar el mortero fisurado y con mala adherencia para ser remplazado con mortero estructural garantizando el recubrimiento sugerido por el diseñador estructural esto también para garantizar un mayor espesor de material cementante sin carbonatación.

La ficha técnica de lesión P-006 presenta una discontinuidad en la columna G-1 del edificio de parqueadero. Se propone dar continuidad con material estructural teniendo en cuenta que la estructura no se encuentra en servicio y hacen falta tres pisos de carga muerta. Si se llena con pañete u otro tipo de acabado arquitectónico muy posiblemente se fisure.

Ficha técnica de lesión CH-001 presenta socavación del terreno en la viga V-004 del Club House. Para la intervención se debe retirar el agua estancada y realizar un mejoramiento del terreno con ciclópeo o una lechada inyectada. En las figuras del 40 al 45 se aprecia la trazabilidad.



Figura 402: Socavación en una viga de cimentación. Fuente: Los autores



Figura 413: Socavación en una viga de cimentación. Fuente: Los autores



Figura 42: Tratamiento de la lesión. Fuente: Los autores



Figura 43: Terapéutica de la propuesta. Fuente: Los autores



Figura 44: Terapéutica de la lesión. Fuente: Los autores



Figura 45: Finalización de la intervención. Fuente: Los autores

Ficha técnica de lesión CH-003 presentan aceros expuestos y hormigueros en el concreto del Club House. Se pretende retirar el concreto hormigonado para ser remplazado con mortero

estructural garantizando el recubrimiento sugerido por el diseñador estructural esto también para garantizar un mayor espesor de material cementante sin carbonatación.

Ficha técnica de lesión G-001 para el edificio de Parquadero y Club House. Se evidenciaron eflorescencias de vanadio presente en el ladrillo limpio Capuchino por la mala limpieza con ácido muriático. Se propone una limpieza con ácidos no tan fuertes como lo es el ácido nítrico Revex de Hidro-Protección o el ácido hidro-solve Vanadox de Hidro-Protección o ácido nítrico.

- ✓ Incluir dentro de la propuesta de intervención especificaciones de materiales a utilizar y procesos detallados para la ejecución de la intervención.
- ✓ Para la ficha técnica de lesiones N° P-001 se propone demoler la zona delimitada. Se deben realizar los siguientes pasos para la intervención:
- ✓ Realizando el apuntalamiento correspondiente en la zona a intervenir.
- ✓ Se debe demoler de forma controlada evitando fisurar y micro-fisuras internas y externas en los elementos estructurales.
- ✓ La demolición debe ser de 7mm para torta superior, viguetas, riostras y b/2 de las vigas V-1116-I y V-1110-I.
- ✓ Posteriormente se debe testear o cimbrar la torta superior.
- ✓ La malla electrosoldada de la torta superior debe ser remplazada por una del mismo calibre.
- ✓ La malla electrosoldada traslapada debe ser limpiada con grata y en el caso de que se encuentre afectada por la demolición debe ser reemplazada con grafites del mismo calibre o varillas de 3/8" anclados al concreto endurecido con epóxico Anchor Fix 4

de Sika o Toc 8004-1 Anclaje acelerado de Toxement con una profundidad mínima de 15 cm.

- ✓ El acero de refuerzo de riostras, viguetas y vigas debe ser limpiado con el tipo I de limpieza el método mecánico con grata.
- ✓ Se debe limpiar la superficie a fundir de impurezas preferiblemente con un compresor de aire manual.
- ✓ Se debe aplicar un puente de adherencia entre concreto fresco y concreto endurecido ya sea con Sikadur-32 Primer de Sika o Epotoc L de Toxement con una hora de anticipación para la temperatura normal de la ciudad de Ibagué.
- ✓ El concreto debe ser de baja permeabilidad es decir con ceniza para así disminuir la presencia de concreto carbonatado. El concreto debe ser fluido entre 15.5 cm y 20 cm de asentamiento en el cono de Abrams. Se debe solicitar a la concretera una resistencia de 21MPa.
- ✓ Se debe aplicar un endurecedor ya sea SikaFloor-3 Quartz Top de Sika o RockTop de Toxement una vez este fraguando el concreto para así evitar erosión producida por el rodamiento.
- ✓ En el caso de que el concreto sea acelerado se debe desencofrar mínimo pasadas 24 horas y desapuntalado a los 8 días. Si el concreto es convencional se desencofra a los 15 días y desapuntalado a los 28 días.
- ✓ Se debe hidratar mínimo 3 veces al día durante 8 días y preferiblemente los 28 días después de fundido.



Figura 464: Terapéutica en la lesión sobre el edificio de parqueadero. Fuente: Los autores



Figura 475: Tratamiento para la lesión presentada. Fuente: Los autores



Figura 486: Proceso de sanación de la lesión presentada. Fuente: Los autores

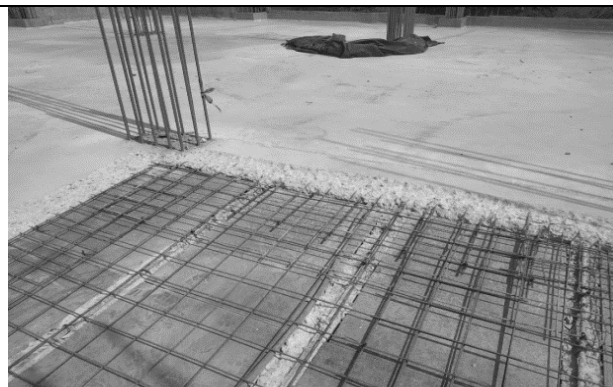


Figura 49: Terapéutica en la lesión sobre el edificio de parqueadero. Fuente: Los autores



Figura 50: Terapéutica en la lesión. Fuente: Los autores



Figura 51: Procedimiento para el trato de la lesión en el edificio de parqueadero. Fuente: Los autores

- ✓ Para las dilataciones con cambio de tonalidades en su alrededor se debe retirar el material de tonalidad marrón y aplicar SikaTop 122 o Verticoat con un puente de adherencia ya sea SikaLatex o EucoLatex.

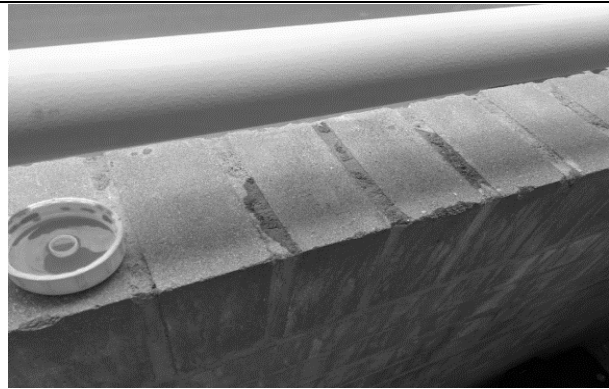
- ✓ Para las demás fisuras presentes se deben reparar con inyección ya sea con SikaFix – HH o Sika Injextion-101.
- ✓ Para la lesión P-002 presente en el cárcamo de Parqueadero se debe:
- ✓ Limpiar el acero oxidado con grata y preparar la superficie de concreto es decir abujardar y limpiar de toda impureza.
- ✓ Para la adherencia de concreto endurecido con concreto fresco se debe tener un puente de adherencia ya sea con SikaLatex de Sika o EucoLatex de Toxement.
- ✓ Para la reparación estructural se debe utilizar un mortero estructural ya sea SikaTop 122 de Sika o Verticoat de Toxement.
- ✓ El alistado para el cárcamo debe cumplir con una pendiente mínima del 1% por metro lineal en forma de cuneta.
- ✓ Finalmente se debe impermeabilizar con Sika2 de Sika o EucoPlug de Toxement.



*Figura 527: Terapéutica en la lesión sobre la mampostería.
Fuente: Los autores*



Figura 53: Tratamiento de la lesión. Fuente: Los autores



*Figura 548: Tratamiento de la lesión con el ácido limpiador.
Fuente: Los autores*



Figura 559: Aplicación del producto limpiador. Fuente: Los autores

Ficha técnica de lesión G-001 para el edificio de Parqueadero y Club House. Se evidenciaron eflorescencias de vanadio presente en el ladrillo limpio Capuchino se propone:

- ✓ Una limpieza con ácidos no tan fuertes como lo es el ácido nítrico de Revex de Hidro-Proteccion o Vanadox de Hidro- Proteccion o ácido nítrico.
- ✓ Para la aplicación no es necesario enjuagar el producto, se debe dejar actuar sobre la superficie a intervenir y posteriormente hidrofugar con Transparente-10 de Sika o Limestone de Toxement.

9 PRESUPUESTO

En las tablas número 9 y 10 se mostrará el costo aproximado, cantidad de materiales e ítems que se recomendaran para llevar a cabo la propuesta de solución, en la cual se diferencian en la primera actividad por el material de recubrimiento con concreto proyectado y concreto con microfibras de aceros.

Tabla 9 Propuesta de intervención 1. Concreto proyectado.

ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR TOTAL
PARQUEADERO					
1	DEMOLICION, REPARACION Y RECUBRIMIENTO DE TORTA SUPERIOR DE PLACAS DE ENTREPISO CON CONCRETO LANZADO O PROYECTADO , INCLUYE MATERIALES, EQUIPOS , MANO DE OBRA , PRECIO TODO COSTO, CON CONCRETO DE SIMILARES CARACTERISTICAS	m^2	5589,6	\$ 23 300	\$ 130 237 680
2	LIMPIEZA MANUAL CON GRATA DE ACEROS DE CARCAMO Y RECUBRIMIENTO CON MORTERO ESTRUCTURAL (SIKA TOP Y SIKA LATEX) Y IMPERMEABILIZACION	m^2	3,3	\$ 59 541	\$ 198 469
3	LIMPIEZA MANUAL DE ACEROS DE CONTINUIDAD Y RECUBRIMIENTO CON INHIBIDOR DE CORROSION	kg	11708,3	\$ 1 390	\$ 16 271 400
4	RETIRO DE ESTIBAS	Unidad	43,0	\$ 9 276	\$ 398 876
5	REPARACION DE HORMIGUEROS, INCLUYE RETIRO Y COLOCACION DE CONCRETO DE IGUALES CARACTERISTICAS	m^2	1,2	\$ 59 541	\$ 71 449
6	REDIMENSIONAMIENTO O ENSANCHAMIENTO DE COLUMNA	m^3	0,3	\$ 129 379	\$ 41 401
7	LIMPIEZA E HIDROFOUGADO DE LADRILLO	m^2	741,0	\$ 20 362	\$ 15 088 130
CLUB HOUSE					
1	INSTALACION DE CONCRETO CICLOPEO MEJORAMIENTO DE SUELO. PRECIO TODO COSTO	m^3	0,50	\$ 390 474	\$ 195 237
2	REPARACION DE HORMIGUEROS, INCLUYE RETIRO Y COLOCACION DE CONCRETO DE IGUALES CARACTERISTICAS	m^2	1,60	\$ 63 391	\$ 101 425
3	LIMPIEZA E HIDROFOUGADO DE LADRILLO	m^2	47,03	\$ 20 362	\$ 957 618
COSTO DIRECTO					\$ 163 561 685
A.I.U				20%	\$ 32 712 337
I.V.A				19%	\$ 31 076 720
COSTO TOTAL					\$ 227 350 742

Tabla 10: Propuesta de intervención 2. Microfibras de acero

PROPUESTA DE INTERVENCION 2					
OBJETO: REPARACION Y MANTENIMIENTO DE PARQUEADERO Y CLUB HOUSE					
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR TOTAL
PARQUEADERO					
1	DEMOLICION, REPARACION Y RECUBRIMIENTO DE TORTA SUPERIOR DE PLACAS DE ENTREPISO CON CONCRETO CON MICROFIBRAS DE ACERO, INCLUYE MATERIALES, EQUIPOS , MANO DE OBRA , PRECIO TODO COSTO, CON CONCRETO DE SIMILARES CARACTERISTICAS	m^2	5589,60	\$ 23 300	\$ 130 237 680
2	LIMPIEZA MANUAL CON GRATA DE ACEROS DE CARCAMO Y RECUBRIMIENTO CON MORTERO ESTRUCTURAL (SIKA TOP Y SIKA LATEX) Y IMPERMEABILIZACION	m^2	3,33	\$ 59 541	\$ 198 469
3	CUBIERTA METALICA PROVICIONAL	m^2	11708,26	\$ 23 000	\$ 269 289 888
4	RETIRO DE ESTIBAS	31126	43,00	\$ 9 276	\$ 398 876
5	REPARACION DE HORMIGUEROS, INCLUYE RETIRO Y COLOCACION DE CONCRETO DE IGUALES CARACTERISTICAS	19900	1,20	\$ 59 541	\$ 71 449
6	REDIMENSIONAMIENTO O ENSANCHAMIENTO DE COLUMNA	m^3	0,32	\$ 129 379	\$ 41 401
7	LIMPIEZA E HIDROFOUGADO DE LADRILLO	19900	741,00	\$ 20 362	\$ 15 088 130
CLUB HOUSE					
1	CONCRETO LANZADO	0	0,50	\$ 87 286	\$ 43 643
2	REPARACION DE HORMIGUEROS, INCLUYE RETIRO Y COLOCACION DE CONCRETO DE IGUALES CARACTERISTICAS	0	1,60	\$ 63 391	\$ 101 425
3	LIMPIEZA E HIDROFOUGADO DE LADRILLO	0	47,03	\$ 20 362	\$ 957 618
COSTO DIRECTO					\$ 416 428 579
A.I.U				20%	\$ 83 285 716
I.V.A				19%	\$ 79 121 430
COSTO TOTAL					\$ 578 835 724

La propuesta uno es la más viable en seguridad, economía y la recomendada para este proyecto.

10 PROGRAMACION

Se adjunta la programación en los anexos, la cual explicará detalladamente las diferentes actividades a desarrollar y el tiempo que contendrá la ejecución de la reparación de las lesiones.

11 CONCLUSIONES

- Conociendo los procedimientos técnicos, constructivos y de control de calidad se relaciona con las posibles patologías que se encuentran en la estructura, se suministró la solución óptima para su intervención y prevención. Por otra parte, se evidencia la afectación de la estructura aun desde su nacimiento dentro del proceso constructivo que afecta la durabilidad y funcionalidad.

Debido a que el enfoque principal es preservar lo que ya se ha construido, se realizaron diferentes ensayos que arrojaron las mejores ideas para cumplir con los objetivos, preservando los elementos estructurales y no estructurales afectados por las lesiones, con esto se disminuyó y se indujo la aparición de fisuras con la finalidad de prevenir las roturas de los elementos.

- La resistencia a compresión está acorde a los planos, es decir los cuidados de curado y de protección contra golpes fue la ideal en obra.
- La placa de tercer piso presento fisuras por retracción temprana en la placa del tercer piso, según el control de calidad de la obra se realizó el correcto curado a la placa, es importante realizar barreras contra el viento para conservar el agua de exudación; a esto se suma la falta de dilataciones para los elementos más robustos como lo son vigas y además centro de luces, con la finalidad de inducir las fisuras que se presenten. Por otra parte, las cargas dinámicas del minicargador superan la carga viva de diseño aumentando la fisura inicial hasta llegar a la fatiga del elemento en este caso la losa superior de entrepiso. Es de resaltar que la placa superior tiene un espesor de 7 cm y las dilataciones en espina de pescado hacen perder 2 cm, además la tubería eléctrica no se encuentra totalmente descolgada perdiendo 2 cm más a la placa en los puntos críticos.

La ejecución de las dilataciones para la espina de pescado, el concreto se encontraba endurecido y las repararon con mortero de tal forma que no siguieron las especificaciones técnicas al pie de la letra. Solicitamos restringir el paso del minicargador en las placas aéreas y distribuir las estibas con bloques de mampostería a las placas de contrapiso.

- Para la lesión dos del cárcamo la solución más viable es recubrir con mortero estructural impermeable los aceros expuestos para continuar con un nivelado de piso para las pendientes

y impermeabilizar para poner en funcionamiento. De esta forma se garantiza la durabilidad del elemento.

Como solución para la lesión tres de aceros a la intemperie se recomienda recubrir con pinturas anticorrosivas con la característica que el acabado sea rustico para la adherencia con el concreto. La segunda intervención es techar el piso tres provisionalmente pero no es tan viable económicamente.

La lesión cuatro de tipo preventiva es reubicar las estibas con mampostería a la losa de contrapiso evitando una sobrecarga a la estructura.

Para la lesión cinco de viga socavada se propone estabilizar el suelo con un ciclópeo o concreto lanzado siendo viables los dos métodos de intervención. Por condiciones de maquinaria se recomienda el ciclópeo por la disposición y facilidad de materiales.

En las demás lesiones se deben hacer reparaciones con mortero estructural y como prevención se debe garantizar un encofrado sin fugas de material cementante y de igual manera realizar un correcto vibrado.

- Se propone realizar seguimiento a la carbonatación del concreto y a la humedad para contar con una trazabilidad durante varios años una vez se encuentre en servicio y así conocer la profundidad del concreto carbonatado en condiciones normales de uso. Si la carbonatación se da de forma acelerada se debe pensar en recubrir la placa aérea en la zona inferior con pintura de barrera al CO₂.
- De esta manera se puede decir que la mayoría de las lesiones encontradas se presentaron gracias a las deficiencias de los procedimientos constructivos, también a la falta de recopilación entre la estructura, las redes eléctricas y las redes hidrosanitarias. Como la mejor manera de evitar las lesiones es prevenirlas, es de gran importancia evitar a toda costa estas lesiones desde el momento que se construye, esto evitaría que las estructuras tuvieran la cantidad de patologías que presentan hoy en día, lo que se puede evidenciar en este paciente de estudio. Se deben implementar programas para simular y acoplar toda la construcción con la finalidad de analizar los puntos críticos y prevenirlos.

- Importante realizar un diagnóstico general de vulnerabilidad y revisión de diseños estructurales y no estructurales para controlar los desplazamientos normales, así como la flexibilidad y rigidez de la edificación verificando el cumplimiento de las normativas actuales y vigentes (NRS-10). En el análisis de vulnerabilidad la estructura cuenta con todos los aspectos por norma para su cumplimiento y no es necesario intervenir la estructura.
- Finalmente se planteó una propuesta de intervención teniendo en cuenta los factores como, economía, durabilidad y funcionalidad, además de la facilidad de ejecución en maniobrabilidad y tiempo. El estudio patológico recomienda la propuesta uno como la más acertada para el tipo de estructura con un costo para la ejecución de todas las lesiones de \$ 227 350 742 con un tiempo de ejecución de 16 días calendario. Con esto se logró salvaguardar la durabilidad y seguridad de zonas que estaba destinadas al prematuro deterioro, lo que es muy útil, ya que al plantearse soluciones cuando la estructura todavía se encuentra durante su etapa de ejecución permite que las lesiones se puedan corregir rápidamente, evitando así futuras patologías y cumpliendo con el postulado de que el estudio patológico deberá ser pediátrico-preventivo.

12 RECOMENDACIONES

La primera recomendación es verificar primeramente los procesos constructivos, para llevar a cabo la correcta construcción de las estructuras y prevenir las lesiones, en caso de afrontar las diferentes problemáticas que se pueden presentar en obras que están en su proceso de construcción, es decir, obras nuevas.

Se recomienda curar las placas por el método de inundación saturando de agua su superficie. Durante la fundida y durante el fraguado del concreto se deben plantear barreras contra el viento manteniendo el agua en la superficie y así evitar fisuras por retracción inicial. De igual manera se debe realizar las dilataciones en placa para los elementos más robustos como vigas y a centros de luz para inducir las fisuras.

También se recomienda pedir la revisión por parte del diseñador estructural del espesor de la losa de entrepiso y rampas del edificio del parqueadero, puesto que sus 7mm de espesor son alterados con dilataciones tipo espina de pescado y tubería eléctrica es un poco insuficiente el espesor de la placa por tal razón se pide la revisión.

El ladrillo tipo capuchino utilizado en el ladrillo limpio a la vista debe ser limpiado con ácidos no concentrados. La recomendación es utilizar Revex de Hidro-protección para la mampostería con manchas difíciles de sacar por el ácido muriático y posteriormente hidrofugar con bases solventes.

Finalmente se recomienda tener cuidado con las sobrecargas que se le añaden a la estructura, ya que pueden que atenten con el comportamiento inicial de diseño, al poner cargas adicionales en forma de estibas a la estructura se comportara como un péndulo invertido y puede ocasionar que los elementos estructurales se fisuren y se fatiguen en caso de un sismo. La recomendación es poner estas cargas en el suelo y no en la estructura, a menos que sea estrictamente necesario.

14. REFERENCIA

- Aldo R. Campos Silva¹, G. F.-R. (Diciembre 2016). *ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL AVANCE DE LA CARBONATACIÓN DEL CONCRETO REFORZADO EN AMBIENTE NATURAL Y ACELERADO*. CONCRETO Y CEMENTO. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.
- CIMPP. (enero de 2018). *Centro de investigacion municipal para la planeacion participativa*. Obtenido de <https://cimpp.ibague.gov.co/aspectos-generales/>
- Colombia, U. P. (2011). *Procedimientos constructivos basicos. uptc taller de construccion*, 120.
- Colombiano, S. G. (2019). *S.G.C*. Obtenido de <https://www2.sgc.gov.co/ProgramasDeInvestigacion/Geociencias/Paginas/MapaGeologico.aspx>
- Dario Rivera Vargas, L. N. (2013). *Vulnerabilidad estructural de puentes por socavacion*. CD Mexico : Sociedad mexicana de ingenieria civil.
- David Alejandro Porras Moya, J. E. (2015). *LA PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN*. bogota, colombia.
- edificacion, D. d. (2012). *Manual de patologia de la edificaicon*. Madrid, España: universidad politecnica de madrid.
- geologica, A. d. (2005). *Decreto n° 0726 actualizacion geologico -geotecnica y urbanistica de la ciudad de ibague*. Ibague, Tolima.
- ibague, A. d. (2017). *Observatorio ambiental de desarrollo sostenible*. Ibague, Tolima.
- Ibague, P. d. (s.f.). *P.O.T*. Obtenido de <https://www.ibague.gov.co/portal/seccion/contenido/index.php?type=3&cnt=5>
- Instituto de ciencias de la construccion, E. T. (2014). *Procesos patologicos frecuentes en edificaciones*. Madrid, España.
- Leonardo Villegas, I. L. (2016). *Patologia de la conntuccion o "Obra en tres actos"*. Santander, España.
- Miguel Angel Gaviria Ruiz, D. R. (2017). *ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS*. Mexico: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO.
- Ministerio de Ambiente, V. y. (2010). *Reglamento colombiana de construccion Sismoresistente*. Bogota: Colombia.
- mndelgolfo. (25 de febrero de 2017). *MN del golfo*. Obtenido de <http://www.mndelgolfo.com/reportaje/reparar-paredes-con-humedad-por-grietas-y-fisuras/>
- (2017). *Reglamento colombiano de construccion NRS-10*.
- Rodríguez, J. L. (2018). *El Lenguaje de las Fisuras y Grietas, y su diagnosis*. C.D Mexico.
- S.A, S. C. (2018). *col.sika.com contruyendo confianza*. Obtenido de <https://col.sika.com/content/colombia/main/es/elastic-bonding-redirect/sika-elastic-bonding-solutions/02a008/02a008sa04.html>
- Yessibel, i. c. (20 de 11 de 2009). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/yessybel128/analisis-de-las-cargas-que-afectan-a-las-construcciones>

13 ANEXOS

Fachada del club house



Figura 56: Fachada de la estructura Club House. Fuente: Autores

Fachada del edificio de parqueadero

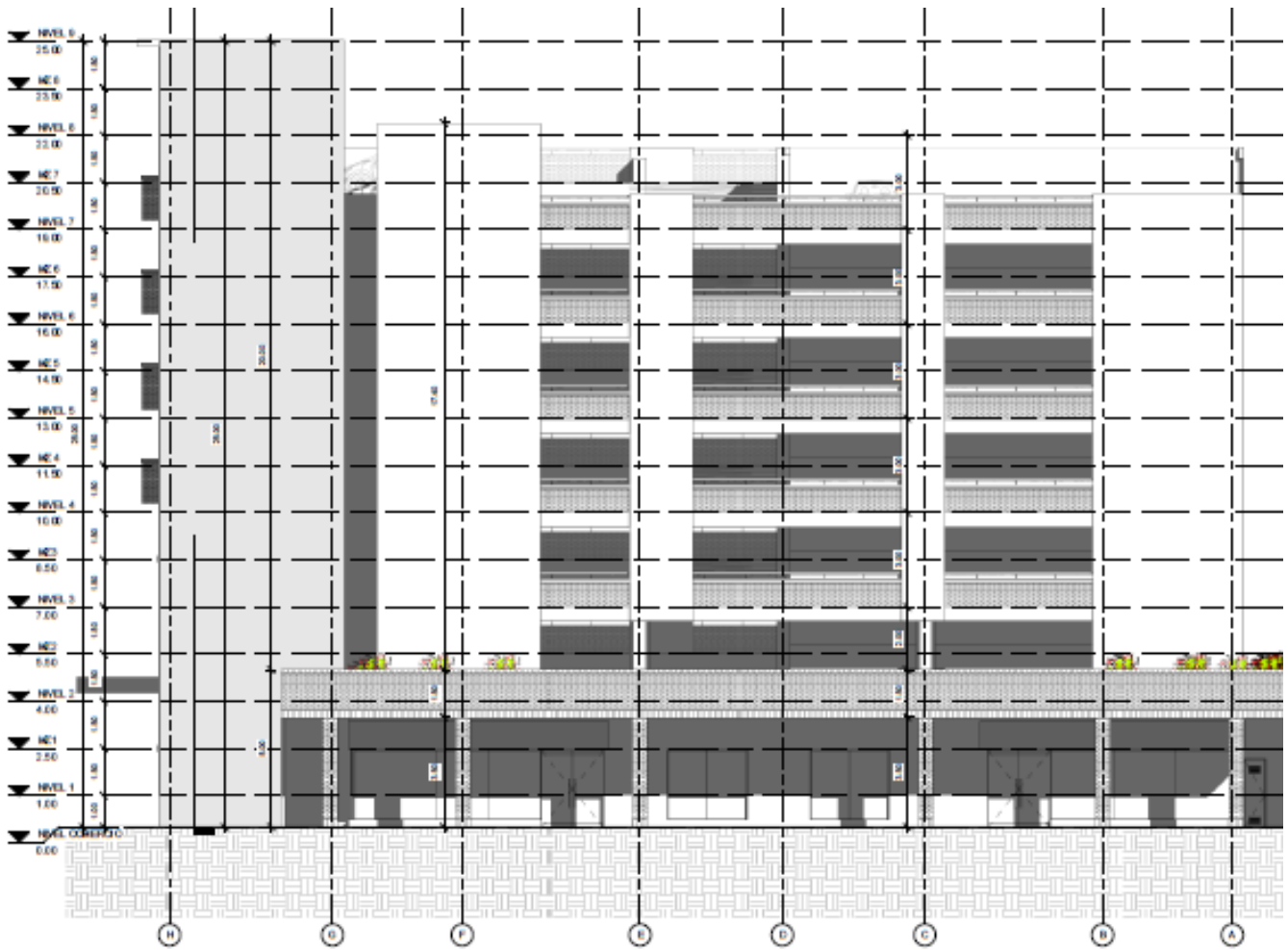


Figura 57: Plano de fachada del edificio de parqueaderos. Fuente: Autores.