



**TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO**

**PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

**ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE PARQUEADEROS  
PROYECTO CONJUNTO RESIDENCIAL EN IBAGUE**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

**PRESENTADO POR:**

**ING. SAMUEL RIVEROS LOZANO**

**ING. LUIS ANDRES GARZÓN CALLEJAS**

**IBAGUÉ, TOLIMA 2020**

**TABLA DE CONTENIDO**

|        |                                                                                                                                                                  |           |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1      | Introducción.....                                                                                                                                                | 1         |
| 2      | Justificación.....                                                                                                                                               | 1         |
| 3      | Objetivo .....                                                                                                                                                   | 2         |
| 3.1    | General.....                                                                                                                                                     | 2         |
| 3.2    | Específicos.....                                                                                                                                                 | 2         |
| 4      | Marco referencial.....                                                                                                                                           | 2         |
| 4.1    | Teórico .....                                                                                                                                                    | 2         |
| 4.2    | Legal .....                                                                                                                                                      | 5         |
| 4.3    | Historico .....                                                                                                                                                  | 7         |
| 5      | Alcances y limitaciones.....                                                                                                                                     | 8         |
| 6      | Metodología.....                                                                                                                                                 | 8         |
| 6.1    | Descripción de la selección del paciente .....                                                                                                                   | 8         |
| 6.2    | Preparación y planteamiento del estudio: .....                                                                                                                   | 9         |
| 6.3    | Historia clínica.....                                                                                                                                            | 13        |
| 6.3.1  | Responsables del estudio:.....                                                                                                                                   | 13        |
| 6.3.2  | Fecha de realización del estudio.....                                                                                                                            | 13        |
| 6.3.3  | Datos generales del paciente .....                                                                                                                               | 13        |
| 6.3.4  | EN LA EDIFICACIÓN .....                                                                                                                                          | 14        |
| 6.3.5  | Aplicación patológica.....                                                                                                                                       | 14        |
| 6.3.6  | Datos específicos de lesiones .....                                                                                                                              | 14        |
| 6.3.7  | Descripción de la patología más relevante en el paciente: .....                                                                                                  | 16        |
|        | Lo mas relevante que se presenta en el edificio es la baja resistencia de elementos estructurales de suma importancia como columnas y pantallas del nivel 3..... | 16        |
| 6.3.8  | Datos generales del entorno: .....                                                                                                                               | 16        |
| 6.3.9  | Arquitectura (descripción general).....                                                                                                                          | 17        |
| 6.3.10 | Estructura .....                                                                                                                                                 | 18        |
| 6.3.11 | Suelos y cimentaciones .....                                                                                                                                     | 19        |
| 6.4    | Diagnostico .....                                                                                                                                                | 20        |
| 6.4.1  | <b>Datos específicos de lesiones .....</b>                                                                                                                       | <b>20</b> |
|        | <b>Descripción de la patología más relevante en el paciente: .....</b>                                                                                           | <b>21</b> |
|        | Lo más relevante que se presenta en el edificio es la baja resistencia de elementos estructurales de suma importancia como columnas y pantallas del nivel 3..... | 21        |
| 7      | <b>ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA .....</b>                                                                                                                   | <b>23</b> |
| 7.1    | <b>VERIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN SEGÚN NSR 10 A.10.1.3 .....</b>                                                                                                  | <b>23</b> |
| 7.2    | <b>EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE .....</b>                                                                                                               | <b>24</b> |



ESPECIALIZACIÓN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

|              |                                                                    |           |
|--------------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>7.3</b>   | <b>VERIFICACIÓN DE DISEÑO ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMATIVA NSR10</b> |           |
|              | 25                                                                 |           |
| <b>7.4</b>   | <b>ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD .....</b>                            | <b>27</b> |
| <b>8.</b>    | <b>TIPOS DE MODIFICACIÓN .....</b>                                 | <b>27</b> |
| <b>8.1</b>   | <b>DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE .....</b>              | <b>27</b> |
| <b>8.2</b>   | <b>PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO: .....</b>              | <b>27</b> |
| <b>8.2.1</b> | <b>EN LA EDIFICACIÓN.....</b>                                      | <b>29</b> |
| <b>8.3</b>   | <b>COMPONENTES DE LA PROPUESTA .....</b>                           | <b>29</b> |
| <b>9.</b>    | <b>PRESUPUESTO.....</b>                                            | <b>32</b> |
| <b>10.</b>   | <b>EQUIPO DE TRABAJO.....</b>                                      | <b>32</b> |
| <b>11.</b>   | <b>CRONOGRAMA .....</b>                                            | <b>33</b> |
| <b>12.</b>   | <b>Conclusiones .....</b>                                          | <b>33</b> |
| <b>13.</b>   | <b>Bibliografía .....</b>                                          | <b>34</b> |



## 1 INTRODUCCIÓN

---

En la ciudad de Ibagué se da inicio a un nuevo proyecto de vivienda en el año 2018, el cual consta de 3 torres de apartamentos en un sistema industrializado de 16 pisos cada una teniendo un total de 640 apartamentos en este conjunto residencial. En el urbanismo del proyecto se tiene en cuenta los parqueaderos necesarios para esta cantidad de apartamentos y se proyecta un edificio de parqueaderos de 9 pisos con 28.8m de altura, el cual cuenta con un área total de 21.170 m<sup>2</sup>, 663 parqueaderos para carro y 64 parqueaderos para motos, la estructura se diseña en concreto reforzado en un sistema de portico.

En julio del 2018 inician el proceso constructivo del edificio de parqueaderos que es el que se va a evaluar en este informe, empezando por la excavación avalando el nivel de desplante del terreno, y dando inicio a la construcción de elementos estructurales de este desde la cimentación en concreto reforzado del cual el hierro es pedido a una acería certificada figurado según los despieces del diseño estructural y el concreto se solicita pre mezclado de una concretera regional certificada, durante el proceso constructivo se presentan irregularidades en los resultados de resistencia del concreto de muestras tomadas en la obra, las cuales dejan en duda la resistencia de elementos estructurales como muros y columnas. Por lo cual el dueño del proyecto autoriza a realizar una patología completa del edificio, con la claridad que quiere que sea reservado el verdadero nombre del proyecto.

El presente informe definirá como una patología preventiva realizando un estudio completo de los diseños y procesos constructivos realizados, revisando el estado actual de la estructura y procediendo a realizar los ensayos necesarios para definir el estado de la estructura.

## 2 JUSTIFICACIÓN

---

En el proyecto denominado como conjunto residencial de Ibagué se construye un edificio de parqueaderos donde se presentan varias inconsistencias en los resultados de resistencia de concreto evaluadas por las muestras tomadas en la obra, por esta razón se genera cierta incertidumbre de la resistencia y estabilidad de la estructura para el constructor responsable antes de ser entregada a sus propietarios. Por este motivo se solicita realizar un estudio patológico para definir el estado completo de la estructura, en el cual se pueda corroborar la resistencia final de los elementos estructurales en cuestión, para definir así una solución si es necesaria de refuerzo estructural o reparación.

Es necesario realizar un análisis completo del edificio teniendo en cuenta el procedimiento constructivo realizado, evaluando todo el historial del proceso necesario y realizando los ensayos que se necesiten para evaluar el estado de la estructura.



### 3 OBJETIVO

---

#### 3.1 GENERAL

Realizar un estudio patológico del edificio de parqueaderos del proyecto conjunto residencial Ibagué.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

- Realizar ensayos no destructivos del concreto para evaluar la resistencia de los elementos estructurales.
- Comparar resultados de esclerometría, ultrasonido y resistencias de testigos de los elementos estructurales.
- Hacer seguimiento de comportamiento de la estructura respecto a asentamientos diferenciales, constatando que cumplan con los cálculos realizados por el geotecnista.
- Verificar que el aislamiento de la estructura con la quebrada este dando cumplimiento a los permisos generados por la empresa correspondiente.
- Verificar cumplimiento de la construcción con el estudio de suelos, realizar verificación del terreno.
- Verificar cumplimiento de la construcción del edificio con el diseño estructural.
- Realizar un análisis de la vulnerabilidad de la estructura teniendo en cuenta los diferentes ensayos realizados.

### 4 MARCO REFERENCIAL

---

#### 4.1 TEORICO

Tomando como tema de Estudio Patológico Preventivo del edificio de parqueaderos del proyecto multifamiliar de vivienda ubicado en Ibagué, edificio de 10 pisos de altura, con un área total construida de 21.170 m<sup>2</sup>, construido en concreto reforzado, en sistema estructural de pórticos resistentes a momentos.

Se aborda este edificio como paciente dado que se observan algunas inconsistencias o resultados de laboratorio con bajas resistencias y se desea establecer como fueron subsanadas o legalizadas dichas anomalías y si ello puede llegar a afectar la edificación en corto, mediano o largo plazo.

También se desea estudiar si la cercanía de la quebrada Aguas Sucias, puede llegar a afectar la edificación, generando asentamientos u otros fenómenos.

Los anteriores aspectos van a ser estudiados a la luz de la NSR-10 que es el reglamento vigente en Colombia para el diseño y las construcciones como lo es el edificio a estudiar y teniendo como premisa principal que los concretos deben alcanzar la resistencia solicitada al respectivo proveedor del concreto que debe ser la resistencia que el ingeniero calculista haya definido para cada uno de los elementos que componen la estructura en estudio.



### Baja Resistencia en las Probetas de Concreto

Los resultados de los ensayos de resistencia de los cilindros de concreto o probetas de concreto (hormigón) son utilizados como la base de la aceptación del concreto premezclado cuando se especifica una resistencia. Los cilindros son moldeados a partir de una muestra de concreto fresco, se curan en condiciones normalizadas y se ensayan a una edad particular, tal como se indica en la especificación, usualmente a los 28 días. Los procedimientos deben estar de acuerdo con las normas ASTM.

La resistencia promedio de un grupo de 2 ó 3 cilindros hechos de la misma muestra de concreto y ensayados 28 días, constituye un ensayo. En algunos casos los cilindros son ensayados a 7 días para tener una indicación temprana de la resistencia potencial, pero estos resultados no son utilizados para la aceptación del concreto. Los cilindros utilizados para la aceptación del concreto no deben ser confundidos con los cilindros curados en el campo, que se hacen para chequear la resistencia a edad temprana en la estructura para desencofrar y continuar la actividad de construcción.

El Código ACI de la edificación, ACI 318 y las Especificaciones normativas para el concreto estructural, ACI 301, reconocen que cuando las mezclas son proporcionadas para cumplir los requerimientos de las normas, los resultados con baja resistencia ocurrirán alrededor de uno o dos por cada 100 ensayos debido a una variación normal.

De acuerdo con lo anterior, para una resistencia especificada menor de 5000 libras por pulgada cuadrada (35 MPa), el concreto es aceptable y cumple con la especificación si:

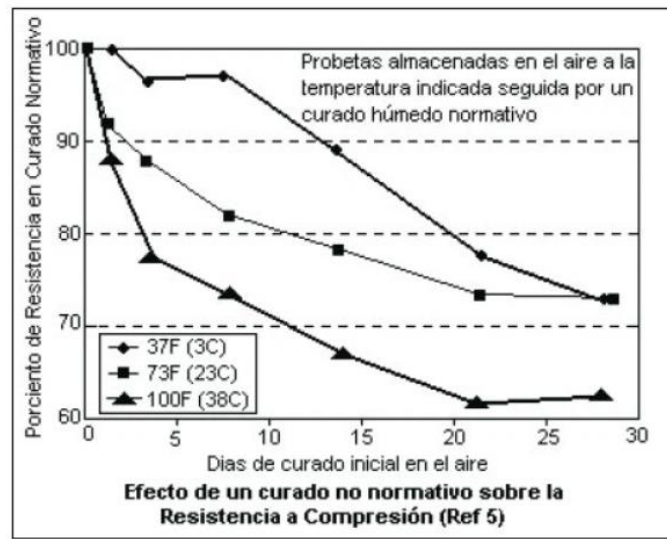
- Ningún valor individual de ensayo es menor que la resistencia especificada en más de 500 libras por pulgada cuadrada (3,5 MPa), y
- El promedio de tres ensayos consecutivos iguala o excede el valor de la resistencia especificada.

Vea el ejemplo en la tabla. Si un promedio de tres ensayos consecutivos en secuencia cae por debajo de la resistencia especificada, deben hacerse suficientes ajustes para incrementar la resistencia del concreto. Si un ensayo individual cae por debajo de la resistencia especificada en más de 500 libras por pulgada cuadrada (3,5 MPa), se deberá hacer una investigación para asegurar la suficiencia estructural de esa porción de la estructura y de nuevo dar pasos concretos para incrementar el nivel de resistencia.

### POR QUÉ se presentan resultados bajos en los ensayos de resistencia a compresión?

Dos razones principales son:

- Una manipulación, curado y ensayo inapropiados de los cilindros. Se ha probado que contribuye en la mayoría de los casos a resultados de baja resistencia y
- Reducida resistencia del concreto debido a un error en la producción, o a la adición de mucha agua al concreto en la obra debido a demoras en el vaciado o a requerimientos para un concreto más luido. Un elevado contenido de aire incorporado también puede ser una causa de baja resistencia. (htt



## GRIETAS

El dispositivo de ensayo para medir la retracción a temprana edad fue desarrollado por el vtt, para medir o evaluar cómo se comporta el concreto inmediatamente luego de la colocación. La prueba se lleva a cabo sobre una placa de concreto fresco aproximadamente 30 minutos luego de haber sido mezclado, posteriormente los ensayos tradicionales a larga edad continúan sobre el mismo espécimen.

Las grietas en el concreto se pueden presentar por diversas condiciones, una de estas es el viento, en estructuras altas las corrientes de viento en el proceso de endurecimiento generan una afectación generando ciertas fisuras o grietas en concretos que quedan a la intemperie como las placas ya que hace desaparecer rápidamente el agua del concreto y no permite un fraguado perfecto.

Por esto mismo el sol también es un factor de afectación que genera evaporación rápida del agua y es necesario realizar un proceso de hidratación en el fraguado para evitar grietas.

En el proceso de fraguado se generan las mantas líquidas las cuales por condiciones climáticas se puede evaporar rápidamente generando grietas muy rápido en el endurecimiento del concreto por eso es necesario controlar y supervisar el proceso para que el fraguado del concreto tenga un buen desarrollo con la humedad indicada.

## ENSAYO DE NÚCLEOS

En el proceso de fundido de concreto en obra se toman muestras de concreto para corroborar que la mezcla descargada en los elementos estructurales sea la solicitada por diseño, cuando estas muestras dan por debajo de lo esperado es necesario realizar un ensayo de extracción de núcleos donde se realiza la perforación del elemento estructural con un extractor de núcleos se lleva al laboratorio donde se falla para medir la resistencia que tiene realmente el elemento. Se debe tener en cuenta la ubicación de descarga del concreto para la extracción de la muestra según el elemento estructural que sea, si es una columna o viga el diseñador estructural dicta unas recomendaciones para no afectar ni volver vulnerable el elemento estructural a la hora de realizar este ensayo destructivo.

Se extraen muestras de 2" dependiendo de las medidas de la longitud sobre diámetro del cual por normativa se realiza una correlación para evaluar su resistencia a la compresión.



## ESPECIALIZACIÓN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

El núcleo se extrae con un extractor de núcleos que es un taladro de broca de corona diamante refrigerados con agua para que humedezca el concreto y no realice una afectación alterna del elemento estructural.

Es necesario realizar un escaneo en el elemento estructural para corroborar la ubicación del acero o refuerzo de dicho elemento, para que en el ensayo este no sea afectado.

Para calcular la resistencia de el ensayo de núcleos es necesario trabajar con un factor de corrección debido a la gran diferencia que se puede encontrar entre una muestra tomada con ciertas especificaciones de la normativa a una extracción de núcleos, también se debe hacer un análisis comparativo de la muestra generando una correlación para determinar la resistencia del concreto real, y debe ser admitida la respuesta por el diseñador de la estructura.

#### 4.2 LEGAL

En Colombia el diseño y la construcción de edificaciones está regulado por la NSR-10, el cual es el REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE, reglamento vigente, el cual entro en vigencia por el Decreto 926 del 2010.

Bajo la luz de este reglamento se registró el presente estudio patológico.

DECRETO 926 DE 2010

(Marzo 19)

Modificado por el Decreto Nacional 092 de 2011

por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismorresistentes NSR-10.

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA,

En ejercicio de las facultades constitucionales y legales, en especial las que le confieren el artículo 189, numeral 11, de la Constitución Política, la Ley 400 de 1997, y

CONSIDERANDO:

“Que el artículo 49 de la Ley 400 de 1997, dispone: "Facúltase al Gobierno Nacional para que, previo el visto favorable de la Comisión Permanente creada a través de la presente ley, y por medio de Decretos Reglamentarios, proceda a efectuar las actualizaciones en los aspectos técnicos y científicos que demande el desarrollo de la presente ley y sus reglamentos, y que resulten pertinentes para los propósitos en ella indicados y al alcance de la misma".

Que la Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismorresistentes creada por medio de la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en su reunión del día 15 de diciembre de 2009, según consta en el Acta número 81 de esta Comisión, recomendó al Señor Presidente de la República como favorable la actualización del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10 anexo al presente decreto.

Que la Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismorresistentes basó la recomendación de favorable de la actualización del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10, anexo al presente decreto, en las siguientes consideraciones incorporadas en la citada acta:



## ESPECIALIZACIÓN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

1. "Que el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente es un documento tecnológico que amerita actualizaciones periódicas consecuentes con los avances en las ciencias de la ingeniería y la arquitectura y en especial de la ingeniería sísmica y además con las experiencias que se adquieren con los sismos fuertes que ocurren periódicamente en el territorio nacional y en otros países del mundo y sobre las formas de mitigar sus daños.
2. Que la última versión del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-98 se expidió, dentro de las autorizaciones dadas por la Ley 400 de 1997, por medio del Decreto 33 de 1998.
3. Que con posterioridad a la expedición del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-98 han ocurrido en el país sismos importantes que han causado víctimas y daños a las edificaciones dentro de los cuales se destacan: el sismo del Quindío de enero 25 de 1999 que afectó la zona cafetera y especialmente las ciudades de Armenia y Pereira, el sismo de Pizarro del 15 de noviembre de 2004 que afectó la ciudad de Cali y el sismo de Quetame del 24 de mayo de 2008 que causó daños en la ciudad de Bogotá.
4. Que estos sismos fuertes que han ocurrido en el territorio nacional recientemente han indicado aspectos que deben actualizarse y mejorarse dentro del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente para hacerlo más efectivo en la defensa de la vida de los ciudadanos y del patrimonio del Estado y los particulares ante su ocurrencia.
5. Que la actualización del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10 incluye unos nuevos mapas de Amenaza Sísmica elaborados por el Instituto de Investigaciones en Geociencia, Minería y Química, Ingeominas, y la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS, los cuales tienen en cuenta los estudios de neotectónica que se han realizado en el país en la última década por diferentes instituciones y entidades y la distribución espacial y en el tiempo de más de 17.000 sismos registrados por la Red Sismológica Nacional y la Red Nacional de Acelerógrafos adscritas al Ingeominas durante este mismo lapso en el territorio nacional, de los cuales más de 100 tuvieron magnitud de Richter mayor de 5.0.
6. Que el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10 consulta los más modernos documentos mundiales de diseño sismo resistente los cuales han tenido varias actualizaciones durante el lapso transcurrido desde la expedición de la reglamentación de 1998 las cuales se incluyen en la presente versión.
7. Que la redacción de la propuesta de actualización del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10, al igual que la de 1984 y la de 1998, estuvo a cargo del Comité AIS-100 de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS, por encargo de la Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismorresistentes, creada por medio de la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Comisión que vigiló y revisó que los trabajos de actualización se hicieran siguiendo los lineamientos propios de trabajos científicos de esta naturaleza y cumpliera con lo prescrito por la Ley 400 de 1997.
8. Que el Reglamento NSR-10 actualiza todos los temas incluidos en el Reglamento NSR-98 y además adiciona algunos temas nuevos dentro de los cuales se destacan las prescripciones para el diseño y construcción de estructuras de guadua o bambú las cuales consultan los avances e investigaciones que se han realizado en el país sobre este tema de especial importancia en muchas regiones de él.
9. Que el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10 se llevó a discusión pública en la cual participaron más de mil ingenieros, instituciones y universidades nacionales y que



las observaciones recibidas fueron discutidas y adoptadas, ‘cuando eran acertadas, por la Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismorresistentes.

10. Que la Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismorresistentes compuesta según lo indica el artículo 40 de la Ley 400 de 1997, a saber por el representante de la Presidencia de la República, el representante del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el representante del Ministerio de Transporte, el delegado del Representante Legal del Instituto de Investigaciones en Geociencia, Minería y Química, Ingeominas, el Presidente de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS, quien actuó como Secretario de la Comisión, el delegado del Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, SCI, el delegado del Presidente de la Sociedad Colombiana de Arquitectos, SCA, el delegado del Presidente de la Asociación Colombiana de Ingeniería Estructural, ACIES y el delegado del Presidente de la Cámara Colombiana de la Construcción, Camacol; consideró unánimemente que el documento que se estudió para dar el visto favorable al señor Presidente de la República, según lo requiere la Ley 400 de 1997, representa un avance importante en la mitigación de los daños de los sismos a las edificaciones en el territorio nacional, y por lo tanto recomienda su adopción””. (COLOMBIA, DECRETO 926, 2010)

Que de acuerdo con lo anterior,

DECRETA:

“Artículo 1°. . Adóptase el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10, anexo al presente decreto, el cual tendrá vigencia en todo el territorio de la República.

Artículo 2°. Vigencia. Modificado por el art. 1, Decreto Nacional 2525 de 2010. El presente decreto rige a partir del día quince (15) julio del año 2010.

Parágrafo. Quienes soliciten licencias de construcción durante el periodo comprendido entre la fecha de Publicación y la fecha de entrada en vigencia del presente decreto, podrán acogerse a sus requisitos.

Artículo 3°. Derogatorias. Modificado por el art. 4, Decreto Nacional 2525 de 2010. El presente decreto deroga en su totalidad las disposiciones contenidas en los Decretos 33 de 1998, 34 de 1999, 2809 de 2000 y 52 de 2002. (colombia, 1997) (En Colombia el diseño y la construcción de edificaciones está regulado por la NSR-10, 2010)” (COLOMBIA, DECRETO 926, 2010)

### 4.3 HISTORICO

Colombia viene legislando y creando normas, leyes y decretos con el objetivo de normalizar todas las actividades inherentes al sector de la construcción, todo parte hace aproximadamente 40 años, después del terremoto de Popayán en 1983, de allí nace El Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes expedido por medio del Decreto-Ley 1400 de 1984 fue un primer intento de normalización del diseño y construcción de estructuras en el medio nacional y estuvo vigente durante 14 años. Después, fue aprobada por el Congreso de la República la Ley 400 de 1997, al amparo de la cual se expidieron los Reglamentos de Construcción Sismo Resistente NSR-98 (1998), que substituyó al Código de 1984, y la actualización expedida en el 2010 como Reglamento NSR-10, hoy vigente.

La creación, implementación y actualización de una normativa, es de vital importancia para el buen desarrollo de la actividad constructora en nuestro país y con ello se busca preservar el patrimonio y la vida de los colombianos que habitan dichas edificaciones.



A raíz de acontecimientos recientes en nuestro país: como lo es el colapso de edificaciones y proyectos importantes tales como: los edificios del conjunto Space, en Medellín, el puente Chirajara, edificaciones en Cartagena, entre otros. Ha hecho que todas las entidades, organismos de control, empresas vinculadas al sector, gremios que agrupan profesionales vinculados al oficio de la construcción y sociedad en general; estén muy atentos y pendientes para evaluar, corregir y no permitir que se lleguen a replicar hechos tan lamentables como los anteriormente mencionados. (Colombia, 1997) (Leyes de Colombia, 2020)

## 5 ALCANCES Y LIMITACIONES

---

Como ingenieros civiles se nos da la autorización de realizar la recopilación de datos necesarios para evaluar el proceso constructivo e histórico del edificio, como también es autorizado realizar todo tipo de ensayos que no comprometan la integridad de la estructura en un principio, dado el caso que sea necesario realizar un ensayo destructivo en la estructura se deberá realizar una solicitud formal justificando la necesidad del ensayo para que esta solicitud sea evaluada en un comité por los profesionales responsables del proyecto y el constructor responsable.

Se tiene acceso a la obra el tiempo necesario hasta culminar el estudio patológico, se podrán tomar registros fotográficos y medidas necesarias en obra, sin embargo el constructor responsable solicita que no sea nombrado el verdadero nombre del proyecto ni las empresas que suministran los materiales a la obra siendo este un informe académico, aun así el informe será aprovechado y se tomarán en cuenta las recomendaciones dadas realizando seguimiento a cada una de ellas.

## 6 METODOLOGÍA

---

### 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE

Se realiza un proceso selectivo en los proyectos de la ciudad de Ibagué, que es donde habitamos actualmente, donde se evalúan anomalías o inconsistencias presentados en varios proyectos.

Se realiza la selección de este proyecto teniendo en cuenta la importancia que presenta al ser evaluado y que mejor ya que se proyecta realizar entrega del proyecto en el año 2021 y se pueden evitar riesgos innecesarios.

Este edificio tiene un área de 21.170m<sup>2</sup>, donde se acumularán alrededor de 663 vehículos y 64 motos, las resistencias bajas de las muestras tomadas en obra se presentan en elementos estructurales como pantallas y columnas de los primeros niveles, teniendo en cuenta que el edificio cuenta con 9 pisos y una altura total de 28.8m de altura, es sumamente importante realizar un estudio para verificar el estado de la estructura y evaluar su vulnerabilidad según los resultados de ensayos y análisis necesarios.



## 6.2 PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:

- Inspección preliminar del paciente:

En el mes de noviembre del 2019 se realizara la primer inspección del edificio, realizando un análisis visual de posibles lesiones que se puedan presentar en la estructura, como también se realiza un chequeo de medidas de los elementos estructurales y chequeo de plomo de columnas y muros.









- Recopilación de información necesaria para el estudio:
  - ✓ Estudio de suelos
  - ✓ Topografía
  - ✓ Permisos de entidades ambientales
  - ✓ Diseño estructural
    - Memoria de cálculo
    - Planos estructurales aprobados por curaduría
  - ✓ Diseño arquitectónico
  - ✓ Resultados de resistencia del concreto de muestras tomadas en obra
  - ✓ Certificados de acero
  - ✓ Certificados de concreto
- Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente:  
El constructor responsable realiza una autorización verbal al director de obra, otorgándonos la autorización de ingreso a la obra a partir del mes de noviembre del 2019 para dar inicio al proceso de estudio patológico de la estructura.
- Definición del equipo de trabajo que realizara la exploración:  
Se realiza la selección de equipo de trabajo inicial de los estudios necesarios de la exploración:

| Profesional                      | Cargo                                | Papel en la investigación          |
|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Ing. Samuel Riveros Lozano.      | Patólogo                             | Principal análisis e investigativo |
| Ing. Luis Andrés Garzón Callejas | Patólogo                             | Principal análisis e investigativo |
| Ing. Edwin Octavio Quiñones.     | Calculista estructural               | Apoyo                              |
| Ing. Carlos Javier Callejas      | Calculista estructural y Geotecnista | Apoyo                              |
| Ing. Andrés Felipe Cagua         | Auxiliar                             | Apoyo                              |

- Definición de los medios para realizar la exploración:
  - ✓ Recopilación de información:
    - Estudio de suelos
    - Diseño estructural
    - Formatos de calidad de ejecución en obra
    - Resultados de concreto
  - ✓ Verificación visual de la estructura para identificar lesiones a simple vista:
    - Registro fotográfico
  - ✓ Verificación de nivel de desplante del suelo:
    - Apiques con SPT en la zona aledaña a la construcción
    - Topografía
  - ✓ Verificación de dimensiones, plomos y niveles de elementos estructurales:
    - Flexómetro
    - Decámetro
    - Nivel láser
    - Nivel de mano
    - Planos estructurales
  - ✓ Ensayos No destructivos de resistencia del concreto:
    - Ultra sonido



- Esclerómetro
- Testigos si tienen en existencia y aplica según el caso

### 6.3 HISTORIA CLÍNICA

#### 6.3.1 Responsables del estudio:

Ing. Luis Andrés Garzón Callejas

Ing. Samuel Riveros Lozano

#### 6.3.2 Fecha de realización del estudio

Noviembre del 2019

#### 6.3.3 Datos generales del paciente

|                                                   |                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.3.3.1 <b>NOMBRE</b>                             | Edificio de parqueaderos (Conjunto residencial de Ibagué)                                                                                                      |
| 6.3.3.2 <b>LOCALIZACIÓN</b>                       | Ibagué - Tolima                                                                                                                                                |
| 6.3.3.3 <b>USO</b>                                | Parqueaderos                                                                                                                                                   |
| 6.3.3.4 <b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN</b>              | Julio 2018 – Enero 2020                                                                                                                                        |
| 6.3.3.5 <b>TECNICA CONSTRUCTIVA</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Montaje de formaletas</li> <li>○ Instalación y armado de refuerzo</li> <li>○ Fundida de concreto</li> </ul>           |
| 6.3.3.6 <b>USO ACTUAL Y PREVISTO DEL SECTOR</b>   | Vivienda                                                                                                                                                       |
| 6.3.3.7 <b>IMPORTANCIA DEL PACIENTE</b>           | Grado de importancia alta, al ser un parqueadero donde se pueden resguardar 663 vehículos aproximadamente de habitantes y visitantes del conjunto residencial. |
| 6.3.3.8 <b>SISTEMA ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO</b> | A porticado                                                                                                                                                    |
| 6.3.3.9 <b>NORMATIVA ACTUAL QUE LO RIGE</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ NSR 10</li> <li>○ ASTM</li> <li>○ NTC</li> </ul>                                                                      |



#### 6.3.4 EN LA EDIFICACIÓN

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO DE CIMENTACIÓN                  | Zapata aislada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ALTURA                               | 28.8 metros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| AREA                                 | 21.170 m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NUMERO DE PISOS                      | 9 pisos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ESTADO GENERAL DE LA CONSTRUCCIÓN    | Terminada la estructura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| INFORMACIÓN EXISTENTE                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estudio de suelos</li> <li>○ Topografía</li> <li>○ Diseño estructural</li> <li>○ Formatos de calidad construcción de obra</li> <li>○ Resultados de resistencia del concreto de muestras tomadas en obra</li> </ul>                                                                                                                                                                                               |
| FIDELIDAD DE LOS PLANOS              | Se verifica coincidencia con planos con el sello de curaduría                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| CONSTATACIÓN DEL ESTADO DEL PACIENTE | <p>Visualmente se evidencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fisuras por retracción en las placas</li> <li>○ Reparación de elementos estructurales ( es necesario verificar el historial del correcto proceso de reparación de hormigueros)</li> </ul> <p>Se verifican los resultados de concreto con bajas resistencias en el proceso constructivo y se identifican los elementos estructurales posiblemente afectados para intervenir.</p> |

#### 6.3.5 Aplicación patológica

En este edificio se realiza una aplicación patológica preventiva teniendo en cuenta que el proyecto conjunto residencial de Ibagué todavía no se ha entregado a sus propietarios, por esto se tiene un tiempo prudente para realizar un estudio completo revisando todo su proceso y cumplimiento de la ejecución constructiva del edificio y así mismo lograr verificar la resistencia del concreto de los elementos estructurales puestos en duda según las muestras de concreto tomadas en obra.

#### 6.3.6 Datos específicos de lesiones

##### AFECTACIONES:

- Fisuras en placa por retracción plástica
- Reparación de hormigueros
- Bajas resistencias de concreto como resultado de muestras tomadas en obra

LOCALIZACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE DAÑOS:

- Fisuras en placa por retracción plástica:
  - ✓ Placa piso 5 (C-E)(10-23) varias fisuras en longitudes de 50cm máximo con un ancho de 2 milímetros promedio
  - ✓ Placa piso 7 (B-D)(7-17) & (H-J)(12-25) fisuras con longitudes entre 2cm y 60cm con un ancho promedio de 2 milímetros.
- Reparación de hormigueros:
  - ✓ Piso 5 y 6 en vigas 13-15-17-G-H y pantallas de escaleras.
- Bajas resistencias de concreto como resultado de muestras tomadas en obra:

| CONJUNTO RESIDENCIAL                                         |     |                  |                                                                                                                            |                   |                                                        |
|--------------------------------------------------------------|-----|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|
| RESULTADOS DEFICIENTES RESISTENCIAS DE CONCRETO CONCRETOLIMA |     |                  |                                                                                                                            |                   |                                                        |
| ITEM                                                         |     | Fecha de Fundida | Sitio de Colocacion                                                                                                        | Resistencia (PSI) | Resultados<br>(% Respecto a la resistencia solicitada) |
|                                                              |     |                  |                                                                                                                            |                   | 28 días                                                |
| 1                                                            | 138 | 20-dic.-18       | PARQUEADERO NIVEL 3 COLUMNAS: G-6, G-9, G-12, G-17 y H-17 TAMBIEN NIVEL 3 MURO DE CONTENCIÓN EJE 3 de E a G                | 4000              | 91                                                     |
| 2                                                            | 160 | 14-ene.-19       | PARQUEADERO - NIVEL 3 MURO DE CONTENCIÓN EJE 3 DE K a S                                                                    | 4000              | 92                                                     |
| 3                                                            | 161 | 14-ene.-19       | PARQUEADERO NIVEL 3 COLUMNAS: I-6, J-6, J-9, J-12 y K-10 TAMBIEN NIVEL 3 MURO DE CONTENCIÓN EJE 3 DE K a S                 | 4000              | 81                                                     |
| 4                                                            | 166 | 17-ene.-19       | PARQUEADERO NIVEL 3 COLUMNAS: J-23, M-7, L-14, O-12, R-11, Q-16 y T-14 TAMBIEN NIVEL 3 MURO DE CONTENCIÓN EJE 3 DE 11 a 19 | 4000              | 80                                                     |
| 5                                                            | 170 | 19-ene.-19       | PARQUEADERO - NIVEL 3 PANTALLAS PUNTO FIJO NORTE, TAMBIEN NIVEL 3 COLUMNAS K-23, N-19, P-22, S-20 y V-19                   | 4000              | 95                                                     |
| 6                                                            | 171 | 21-ene.-19       | PARQUEADERO - NIVEL 3 COLS: 25-A1, 26-W, 27-JR                                                                             | 4000              | 87                                                     |
| 7                                                            | 181 | 26-ene.-19       | PARQUEADERO - NIVEL 3 PANTALLAS EJE 28 de A a C y EJE 12 de B a C                                                          | 4000              | 81                                                     |
| 8                                                            | 188 | 26-ene.-19       | PARQUEADERO - NIVEL 3 PANTALLA EJE 28 de N a V                                                                             | 4000              | 93                                                     |
| 9                                                            | 192 | 31-ene.-19       | PARQUEADERO - NIVEL 3 MURO DE CONT EXTERIOR EJES U a D1                                                                    | 4000              | 91                                                     |
| 10                                                           | 195 | 2-feb.-19        | PARQUEADERO - NIVEL 4 COLUMNAS D-17, D-21, D-23, D-26, D-28 y C-17                                                         | 4000              | 91                                                     |
| 11                                                           | 200 | 2-feb.-19        | PARQUEADERO - NIVEL 4 PANTALLAS PUNTO FIJO SUR Y COLUMNAS C-6, C-9, D-6, D-9 y D-12                                        | 4000              | 96                                                     |
| 12                                                           | 208 | 8-feb.-19        | PARQUEADERO - NIVEL 4 COLUMNAS H-12, H-17, H-21, H-23, G-3, G-17, E-3, H-3 y H-6                                           | 4000              | 96                                                     |



### EVALUACIÓN FÍSICA, MECÁNICA, COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA DEL CONCRETO Y MATERIALES:

Se realiza una revisión física dimensional de los elementos estructurales, se evalúan todos los resultados históricos de la resistencia de concreto de muestras tomadas en obra y se recopila información de los análisis de esclerometría y ultra sonido tomados por la concretera (ANEXO).

#### **6.3.7 Descripción de la patología más relevante en el paciente:**

Lo más relevante que se presenta en el edificio es la baja resistencia de elementos estructurales de suma importancia como columnas y pantallas del nivel 3.

#### **6.3.8 Datos generales del entorno:**

- **EDIFICACIONES VECINAS:**

En el mismo conjunto residencial a 15 metros del eje 3 del edificio de parqueaderos al costado izquierdo se encuentra ubicada la torre 1 de apartamentos.



- **MEDIO AMBIENTE:**

Para el mes de Enero de 2018 la estación Cortolima paró los 15 primeros días su funcionamiento por rutinas de verificación y mantenimiento. La concentración promedio de los 15 últimos días del mes fue de  $35.63\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la Estación Cortolima,  $3.94\mu\text{g}/\text{m}^3$  por encima del promedio anual de 2017 ( $31.69\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y  $2.89\mu\text{g}/\text{m}^3$  por encima del promedio del mismo mes en 2017. (CORTOLIMA, 2018)

- **TEMPERATURA:**

La temperatura promedio en la ciudad de Ibagué es de  $23^{\circ}\text{C}$ .

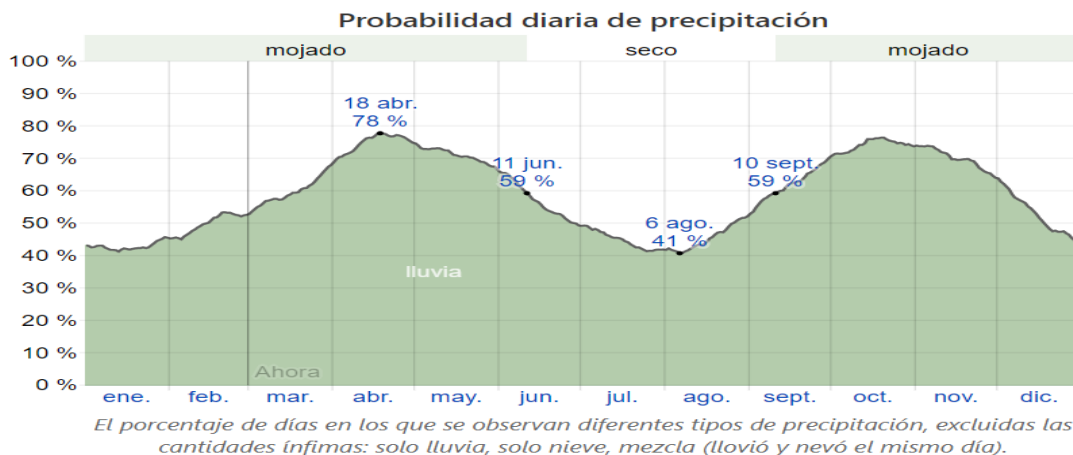


- PRECIPITACIONES

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Ibagué varía considerablemente durante el año. La temporada más mojada dura 9,0 meses, de 10 de septiembre a 11 de junio, con una probabilidad de más del 59 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 78 % el 18 de abril.

La temporada más seca dura 3,0 meses, del 11 de junio al 10 de septiembre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 41 % el 6 de agosto.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 78 % el 18 de abril.



### 6.3.9 Arquitectura (descripción general)

Edificio de nueve pisos destinado a parqueaderos, de un conjunto multifamiliar de vivienda ubicado en Ibagué, con una área total de construcción de 21.170 m<sup>2</sup>, los tres niveles inferiores del edificio se pueden considerar como sótanos (por pendiente del terreno hacia el costado noroccidental es sótano y hacia el costado suroriental no estaría enterrado) el acceso vehicular está en el piso 4 y se sube o baja a los diferentes niveles por medio de una rampa, en total el edificio consta de 663 parqueaderos vehiculares entre residentes y visitantes, además tiene 64 sitios de parqueo para motos, en la terraza del edificio se encuentra destinada a zona deportiva, salón y áreas sociales, el edificio también está equipad con dos ascensores.

Estilo Arquitectónico: Concreto a la vista

Materiales: concreto

Sistema Constructivo: Estructura a porticada en concreto reforzado, construida de forma convencional, y como único factor diferenciador se usan cerchas tipo Steel Joist como reemplazo de las vigas riostras convencionales.



### 6.3.10 Estructura

Este edificio es una estructura aporticada, resistente a momentos.

Se trata de una edificación para parqueo de vehículos y zona social y deportiva en cubierta.

Zona de amenaza sísmica: Intermedia

Coefficiente  $A_a$ : 0.20

Coefficiente  $A_v$ : 0.20

**Tabla A.2.3-2**  
Valor de  $A_a$  y de  $A_v$  para las ciudades capitales de departamento

| Ciudad       | $A_a$ | $A_v$ | Zona de Amenaza Sísmica |
|--------------|-------|-------|-------------------------|
| Arauca       | 0.15  | 0.15  | Intermedia              |
| Armenia      | 0.25  | 0.25  | Alta                    |
| Barranquilla | 0.10  | 0.10  | Baja                    |
| Bogotá D. C. | 0.15  | 0.20  | Intermedia              |
| Bucaramanga  | 0.25  | 0.25  | Alta                    |
| Cali         | 0.25  | 0.25  | Alta                    |
| Cartagena    | 0.10  | 0.10  | Baja                    |
| Cúcuta       | 0.35  | 0.30  | Alta                    |
| Echená       | 0.20  | 0.15  | Intermedia              |
| Ibagué       | 0.20  | 0.20  | Intermedia              |
| Medellín     | 0.25  | 0.25  | Alta                    |
| Manizales    | 0.25  | 0.25  | Alta                    |

Calificación de la Estructura:

- Por diseño y construcción (A 10.2.2.1 – NSR-10) Buena
- Por estado de la estructura (A 10.2.2.1 – NSR-10) Buena
- Evaluación de estructura en general Bueno



### 6.3.11 Suelos y cimentaciones

#### GEOLOGIA

Según el mapa de cartografía Geológica y Geotécnica de la ciudad de Ibagué elaborado por la Alcaldía Municipal de Ibagué, el área en estudio clasifica en la zona A21 en la segunda fase del denominado abanico de Ibagué, zona de la cual se hace la siguiente descripción: Superficies suaves y pendientes bajas menor al 7%, con suelos café, café rojizo y amarillo de 1 a 4 metros de profundidad, se presentan niveles delgados de arcillas limosas, 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 expansividad baja, provienen 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, orblenda y algo de cuarzo.

Desde el punto de vista de estabilidad y amenaza se reporta sin restricción constructiva por aspectos geológicos, excepto por condiciones geotécnicas locales tal como suelos orgánicos o expansibles, rocas grandes o nivel de agua somera. Aceptable para cimentación. Susceptible a desplome en cortes desprotegidos. Edificios de magnitud alta y media, cimentarlos 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.

#### ETUDIO DE SUELOS REALIZADO:

Teniendo en cuenta las características del terreno se realiza sondeos con equipo de ensayo SPT (Ensayo de penetración estándar), con profundidades cercanas a los 12 metros.

#### TIPO DE CIMENTACIÓN REALIZADA:

La edificación cuenta con una cimentación “superficial” la cual consta de zapatas aisladas como soporte de cada una de las columnas, interconectadas con vigas de cimentación, bajo los muros de contención perimetral se construyeron zapatas corridas.

#### ZONIFICACION SISMICA Y PERFIL DEL SUELO

El lote en estudio pertenece a una zona de amenaza sísmica intermedia con un  $A_a$  de 0.2 y un coeficiente  $A_v$  de 0.2 (Tabla A.2.4-3 de la Norma NSR10), un perfil de suelo C, factores  $F_a = 1.2$  y  $F_v = 1.6$

El perfil del suelo se obtiene a partir del ensayo de penetración estándar con el parámetro número de golpes por pie  $N$ , el cual se corrige y se obtiene el  $N_{60}$  (ver tablas de cálculo de capacidad portante).

Se aplica la ecuación  $N = \sum d_i / (\sum d_i / N_i)$

Donde  $N_i$  es el número de golpes por pie del ensayo SPT haciendo corrección por  $N_{60}$



N=30/0.536

 $N_i = 56$ , por lo tanto es un perfil C.

#### 6.4 DIAGNOSTICO

En julio del 2018 inician el proceso constructivo del edificio de parqueaderos que es el que se va a evaluar en este informe, empezando por la excavación avalando el nivel de desplante del terreno, y dando inicio a la construcción de elementos estructurales de este desde la cimentación en concreto reforzado del cual el hierro es pedido a un acería certificada figurado según los despieces del diseño estructural y el concreto se solicita pre mezclado de una concretera regional certificada, durante el proceso constructivo se presentan irregularidades en los resultados de resistencia del concreto de muestras tomadas en la obra, las cuales dejan en duda la resistencia de elementos estructurales como muros y columnas.

En este edificio se realiza una aplicación patológica preventiva teniendo en cuenta que el proyecto conjunto residencial de Ibagué todavía no se ha entregado a sus propietarios, por esto se tiene un tiempo prudente para realizar un estudio completo revisando todo su proceso y cumplimiento de la ejecución constructiva del edificio y así mismo lograr verificar la resistencia del concreto de los elementos estructurales puestos en duda según las muestras de concreto tomadas en obra.

##### 6.4.1 Datos específicos de lesiones

##### AFECTACIONES:

- Fisuras en placa por retracción plástica
- Reparación de hormigueros
- Bajas resistencias de concreto como resultado de muestras tomadas en obra

##### LOCALIZACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE DAÑOS:

- Fisuras en placa por retracción plástica:
  - ✓ Placa piso 5 (C-E)(10-23) varias fisuras en longitudes de 50cm máximo con un ancho de 2 milímetros promedio
  - ✓ Placa piso 7 (B-D)(7-17) & (H-J)(12-25) fisuras con longitudes entre 2cm y 60cm con un ancho promedio de 2 milímetros.
- Reparación de hormigueros:
  - ✓ Piso 5 y 6 en vigas 13-15-17-G-H y pantallas de escaleras.
- Bajas resistencias de concreto como resultado de muestras tomadas en obra

**Descripción de la patología más relevante en el paciente:**

Lo más relevante que se presenta en el edificio es la baja resistencia de elementos estructurales de suma importancia como columnas y pantallas del nivel 3.

| DIAGNOSTICO DE LA LESIÓN PRESENTADA                                                                      |                                                                  |       |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|-----------|
| <b>POR YECTO</b>                                                                                         | EDIFICIO DE PARQUEADEROS PROYECTO CONJUNTO RESIDENCIAL EN IBAGUE |       |           |
| <b>FECHA</b>                                                                                             | DICIEMBRE 2018-FEBRERO 2019                                      |       |           |
| <b>TIPO DE LESIÓN</b>                                                                                    | BAJAS RESISTENCIAS DE CONCRETO                                   |       |           |
| <b>EVALUACIÓN DE FALLAS GENERADAS POR LA LESIÓN</b>                                                      |                                                                  |       |           |
|                                                                                                          |                                                                  |       |           |
|                                                                                                          |                                                                  |       |           |
| <b>TIPO DE RIESGO</b>                                                                                    | BAJO                                                             | MEDIO | ALTO<br>X |
| <b>ANÁLISIS DE AFECTACIONES EN LA ESTRUCTURA</b> <u>LA RESISTENCIA ESPERADA ESTÁ POR DEBAJO</u>          |                                                                  |       |           |
| <u>POR ESTO SE DEBEN REALIZAR ANÁLISIS DE MANERA URGENTE PARA EVALUAR</u>                                |                                                                  |       |           |
| <u>RIESGOS.</u>                                                                                          |                                                                  |       |           |
| <b>ANÁLISIS DE RIESGOS</b> <u>SI LA RESISTENCIA ESTÁ POR DEBAJO DE LO ESPERADO EL DISEÑADOR ESTRUCT.</u> |                                                                  |       |           |
| <u>DEBE REALIZAR UN ANÁLISIS Y SE DEBE SOLICITAR A EL LA RECOMENDACIÓN.</u>                              |                                                                  |       |           |
| <b>PROCEDIMIENTOS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS</b>                                                           |                                                                  |       |           |
| <u>SE DEBEN APUNTALAR LAS ZONAS QUE CARGAN ESTAS COLUMNAS Y PANTALLAS</u>                                |                                                                  |       |           |
| <u>EN EL MENOR TIEMPO POSIBLE.</u>                                                                       |                                                                  |       |           |
|                                                                                                          |                                                                  |       |           |
| _____<br>Propietario o representante                                                                     | _____<br>Patólogo encargado del levantamiento                    |       |           |



| DIAGNOSTICO DE LA LESIÓN PRESENTADA                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |       |      |   |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|---|--|--|
| <b>POR YECTO</b>                                                                                       | EDIFICIO DE PARQUEADEROS PROYECTO CONJUNTO RESIDENCIAL EN IBAGUE                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |       |      |   |  |  |
| <b>FECHA</b>                                                                                           | MARZO 2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |       |      |   |  |  |
| <b>TIPO DE LESIÓN</b>                                                                                  | FISURAS EN PLACA ALIGERADA                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |       |      |   |  |  |
| <b>EVALUACIÓN DE FALLAS GENERADAS POR LA LESIÓN</b>                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |       |      |   |  |  |
| SE REALIZA UN ANALISIS Y SEGUIMIENTO DE LAS FISURAS Y SON FISURAS PRESENTADAS POR RETRACCIÓN PLÁSTICA. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |       |      |   |  |  |
| <b>TIPO DE RIESGO</b>                                                                                  | <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">BAJO</td> <td style="padding: 5px;">MEDIO</td> <td style="padding: 5px;">ALTO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </table> | BAJO | MEDIO | ALTO | X |  |  |
| BAJO                                                                                                   | MEDIO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ALTO |       |      |   |  |  |
| X                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |       |      |   |  |  |
| <b>ANÁLISIS DE AFECTACIONES EN LA ESTRUCTURA</b>                                                       | SE REALIZA UN TESTIGO PARA ANALIZAR QUE LA FISURA NO INCREMENTE SU TAMAÑO NI LONGITUD REISGOS.                                                                                                                                                                                                                                       |      |       |      |   |  |  |
| <b>ANÁLISIS DE RIESGOS</b>                                                                             | EVALUANDO LA FISURA NO SE PRESENTA MAYOR RIESGO LA MUESTRA NOS INDICA QUE NO CRECE MAS.                                                                                                                                                                                                                                              |      |       |      |   |  |  |
| <b>PROCEDIMIENTOS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS</b>                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |       |      |   |  |  |
| SE DEBE REALIZAR UN SELLADO DE LAS FISURAS POR INYECCIÓN                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |       |      |   |  |  |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |       |      |   |  |  |
| <div style="border-top: 1px solid black; width: 100%;"></div> Propietario o representante              | <div style="border-top: 1px solid black; width: 100%;"></div> Patologo encargado del levantamiento                                                                                                                                                                                                                                   |      |       |      |   |  |  |





## 7 ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA

Se realiza un análisis de las dificultades generadas en la estructura, como las bajas resistencias en el concreto de elementos estructurales esenciales como columnas y pantallas, teniendo en cuenta esto se realiza toda la verificación del diseño estructural evaluando que sea un sistema estructural con resistencia sísmica y se debe analizar que tipo de sistema es.

Es importante evaluar el estudio de suelos analizando la estabilidad que tiene la estructura de apoyo al momento de transmitir cargas al terreno, así mismo se evalúa la capacidad de resistencia de cargas según los modos de vibración evaluados por el diseñador verificando que coincidan con la vulnerabilidad de la región.

### 7.1 VERIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN SEGÚN NSR 10 A.10.1.3

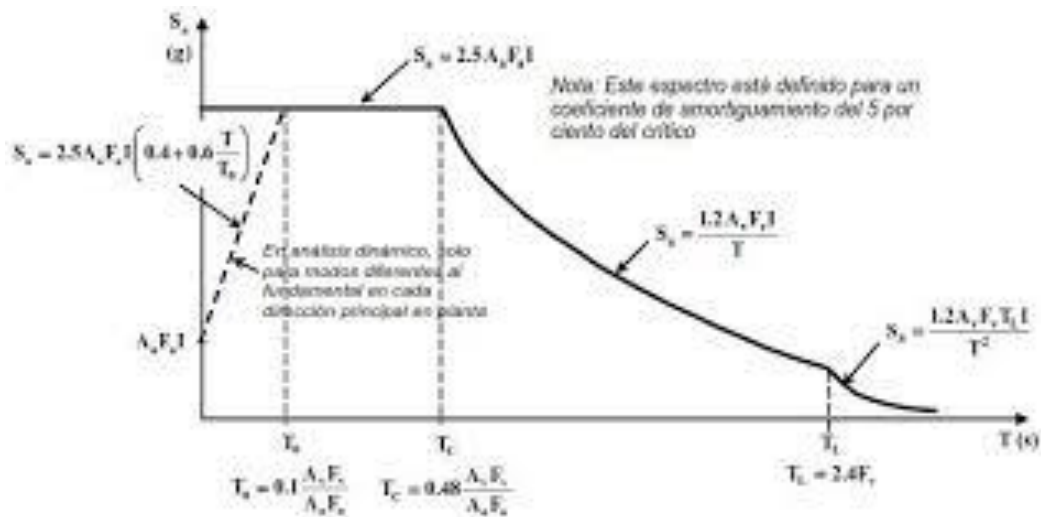
| Capítulo                                      | NA | Observaciones                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reparaciones y cambios menores                |    | Evalutando el análisis visual de la inspección realizada en la estructura se deben realizar reparaciones menores de hormigueros presentados en la estructura, con espesores menores a 5 cm.                                                           |
| Cambio de uso                                 |    | El uso de esta estructura es de parqueaderos, en zona de vivienda, se verifica la memoria de calculo revisando el cumplimiento respecto A.2.5.1.                                                                                                      |
| Vulnerabilidad sísmica                        |    | De acuerdo con la NSR10 se realiza una verificación de cumplimiento a toda cabalidad respecto al diseño de la estructura.                                                                                                                             |
| Modificaciones                                | x  | Teniendo en cuenta el historial de la estructura no se realizaron ningún tipo de modificaciones, se realiza un chequeo del dimensionamiento de todos los elementos estructurales y cumplimiento de lo ejecutado con el diseño estructural.            |
| Reforzamiento estructural                     | x  | Hasta el momento de los ensayos realizados de la estructura y los chequeos realizados en esta, no se encuentra la necesidad de realizar un reforzamiento estructural.                                                                                 |
| Reparación de edificaciones dañadas por sismo | x  | Desde la construcción del edificio a la fecha no se evidencia un sismo representativo que logre generar las fuerzas máximas de carga en la estructura, y no se evidencian daños por este motivo.                                                      |
| Cumplimiento de los títulos J y K NSR10       |    | Se solicita al propietario que faciliten la información de diseños respecto a lo establecido en la normativa de los títulos J y K, sin embargo comunican que están en proceso, es necesario verificarlo para completar el análisis de vulnerabilidad. |



## 7.2 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

Teniendo en cuenta la memoria de cálculo del diseño estructural del edificio de parqueaderos, se realiza un análisis completo de su cumplimiento:

### Disipación de energía:



### Ubicación del proyecto:

Ciudad: Ibagué

Departamento: Tolima

País: Colombia

### Descripción de uso:

Parqueaderos en zona residencial

### Verificación del sistema estructural:

Combinado

Perfil de suelo: D

FA: 1.4

FV: 2

Aa: 0.2

Av: 0.2

Zona de amenaza sísmica: Intermedia



### 7.3 VERIFICACIÓN DE DISEÑO ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMATIVA NSR10

| REVISIÓN                                | CUMPLE | NO CUMPLE | OBSERVACIONES                         |
|-----------------------------------------|--------|-----------|---------------------------------------|
| Programa de diseño utilizado            | x      |           | Eng solution RCB                      |
| Espectro de diseño                      | x      |           | Análisis modal                        |
| Verificación cumplimiento de derivas    | x      |           | Las derivas máximas no exceden el 1%. |
| Modos de vibración                      | x      |           | X; Y; Z y rotación (6 modos)          |
| Coefficiente de importancia             | x      |           | Grupo B                               |
| Sistema estructural resistencia sísmica | x      |           | Sistema combinado                     |

Se realiza una verificación de la memoria de cálculo y los planos estructurales analizando que cumpla a cabalidad con la normativa (NSR10), es importante tener en cuenta que todo proyecto estructural ejecutado debe tener sello y aprobación de la entidad correspondiente de la región (CURADURIA), los planos estructurales y la memoria de cálculo (ANEXO), cumplen a cabalidad con el diseño estructural de resistencia sísmica.

Así mismo se realiza un chequeo en el proyecto de todo el historial de la ejecución de obra, verificando los formatos de calidad del proyecto donde se autoriza la ejecución de cada elemento estructural con la firma de el profesional encargado, dando cumplimiento como también se analiza los informes de la supervisión técnica de estructura en proceso con esto se interpreta que la estructura se encuentra como esta precisamente en el diseño estructural.

| ETAPAS DE VULNERABILIDAD   |                                          |           |
|----------------------------|------------------------------------------|-----------|
| Probabilidad de ocurrencia | Definición                               | Categoría |
| Frecuente                  | Significativa probabilidad de ocurrencia | A         |
| Moderado                   | Mediana probabilidad de ocurrencia       | B         |
| Remota                     | Baja probabilidad de ocurrencia          | C         |
| Extremadamente remota      | Difícil que ocurra                       | D         |

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



## ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

## MATRIZ DE VULNERABILIDAD

| Estructura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Suelos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Materiales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Sismo                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Agrietamiento                                                                                                                                                                                                                          | Proceso de remoción en masa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Inundación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Clasificación total | Color |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| <p>LA ESTRUCTURA A EVALUAR ES DISEÑADA POR UN ESPECIALISTA COMO UN SISTEMA APORTICADO, DE 9 PISOS EN UNA RESISTENCIA DE 4000PSI. ESTE SISTEMA ESTRUCTURAL CONSTA DE CIMENTACIÓN DE ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACIÓN, COLUMNAS PANTALLAS, VIGAS AEREA, RAMPA Y ESCALERAS. SE DEBE EVALUAR LA VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA TENIENDO EN CUENTA QUE EN EL NIVEL 3 DE LA ESTRUCTURA SE PRESENTAN BAJAS RESISTENCIAS DADAS EN LAS MUESTRAS DEL CONCRETO TOMADAS DE LA FUNDIDA DE ALGUNAS COLUMNAS Y PANTALLAS.</p> <p><b>2B</b></p> | <p>LA ZONA DONDE SE UBICA EL PROYECTO ES EN LA CIUDAD DE IBAGUE EN UN SECTOR DONDE SE ENCUENTRA UN TIPO DE SUELO SM (ARENA LIMOSA) CON UN ANGULO DE FRICCIÓN DE 36°, UNA COHESIÓN DE 40.1 KPA Y DE 18.82 KN/M3. CONSIDERADO COMO UN SUELO MUY BUENO PARA PODER FUNDIR Y ESTABILIZAR ESTA ESTRUCTURA EN ESTA ZONA.</p> <p><b>3C</b></p> | <p>TODOS LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROYECTO SON CERTIFICADOS, ASI COMO EL ACERO Y EL CONCRETO, SIN EMBARGO EN ESTE CASO SE REALIZA UN ANALISIS ESPECIAL DE LOS SUCESOS PRESENTADOS EN LAS MUESTRAS DE BAJA RESISTENCIA DEL NIVEL 3 LAS CUALES SE REVISAN TENIENDO EN CUENTA LAS PRUEBAS DE CALIDAD DE LA CONCRETERA Y LOS INFORMES PRESENTADOS.</p> <p><b>2B</b></p> | <p>LA ZONA DONDE SE UBICA EL PROYECTO DE IBAGUE ESTA UBICADO EN LA REGIÓN ANDINA EN UNA ZONA DE SISMISIDAD INTERMEDIA, ASI MISMO EL DISEÑO ESTRUCTURAL FUE REALIZADO TENIENDO EN CUENTA LA NSR10, MODELANDO LA ESTRUCTURA CUANDO SE PRESENTAN ESFUERZOS GENERADOS POR SISMOS.</p> <p><b>3B</b></p> | <p>EN LAS PLACAS DE ENTRE PISO SE EVIDENCIAN DIFERENTES FISURAS, POR ESTO SE ENTRA A EVALUAR EL TIPO DE FISURA Y LA AFECTACIÓN QUE ESTA PUEDA TENER EN LA ESTRUCTURA, PARA ASI MISMO PODER GENERAR SU REPARACIÓN.</p> <p><b>3B</b></p> | <p>LA ESTRUCTURA SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA APROXIMACIÓN CERCANA A UN TALUD, QUE HASTA EL MOMENTO SE HA COMPORTADO PERFECTAMENTE FUE REALIZADO SEGÚN LAS ESPECIFICACIÓN DEL GEOTECNISTA, Y SIN EMBARGO SE ENCUENTRA EN MONITORIO TENIENDO EN CUENTA LOS PRIMEROS ASENTAMIENTOS QUE PUEDAN GENERAR SE DE LA ESTRUCTURA.</p> <p><b>2C</b></p> | <p>LA ESTRUCTURA SE ENCUENTRA UBICADA CERCA A LA QUEBRADA AGUA SUCIA, TENIENDO EN CUENTA LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS DE LA QUEBRADA, SE REALIZAN MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN LA EJECIÓN DEL TALUD, SIN EMBARGO SE HA REALIZADO UN SEGUIMIENTO EN DIAS CON CRECIMIENTOS DE LA QUEBRADA Y NO A PRESENTADO AFECTACIÓN ALGUNA.</p> <p><b>2B</b></p> | <b>2B</b>           |       |



#### 7.4 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Se analiza sobre la memoria de cálculo donde se analizan todos los coeficientes de irregularidades y así poder establecer el coeficiente de energía teniendo en cuenta la tabla A.3-3 de la NSR10 para poder tener  $R_o$ , así mismo se realiza el análisis de sobre esfuerzo de la estructura, limitando así el diseño estructural y cumpliendo con la deformación máxima.

Teniendo en cuenta el mayor índice de sobre esfuerzo en la estructura y el historial sísmico de la región se puede determinar que la estructura no va a tener mayor afectación en caso de sismo, sin embargo es importante tener en cuenta la estabilidad del suelo por la parte posterior de la estructura la cual se aproxima unos 15 metros de una quebrada, es importante que se tenga en cuenta un control y manejo del agua teniendo en cuenta el estudio hidrológico de la cuenca y así mismo se realice una protección específica en el talud con un buen manejo del agua.

La estructura es diseñada y construida teniendo en cuenta la norma de sismo resistencia del 2010 (NSR10), por esto todos los aspectos generales de diseño están cumpliendo a cabalidad.

### 8. TIPOS DE MODIFICACIÓN

En la estructura no se encuentra ningún tipo de modificación visual, analizando los formatos de autorización realizados en obra y los diseños estructurales se contempla que la estructura es construida específicamente como se encuentra en el diseño estructural aprobado y sellado por la entidad correspondiente de la región (curaduría).

#### 8.1 DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE

Se realiza un proceso selectivo en los proyectos de la ciudad de Ibagué, que es donde habitamos actualmente, donde se evalúan anomalías o inconsistencias presentados en varios proyectos.

Se realiza la selección de este proyecto teniendo en cuenta la importancia que presenta al ser evaluado y que mejor ya que se proyecta realizar entrega del proyecto en el año 2021 y se pueden evitar riesgos innecesarios.

Este edificio tienen un área de 21.170m<sup>2</sup>, donde se acumularán alrededor de 663 vehículos y 64 motos, las resistencias bajas de las muestras tomadas en obra se presentan en elementos estructurales como pantallas y columnas de los primeros niveles, teniendo en cuenta que el edificio cuenta con 9 pisos y una altura total de 28.8m de altura, es sumamente importante realizar un estudio para verificar el estado de la estructura y evaluar su vulnerabilidad según los resultados de ensayos y análisis necesarios.

#### 8.2 PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:

- Inspección preliminar del paciente:  
En el mes de noviembre del 2019 se realizó la primera inspección del edificio, realizando un análisis visual de posibles lesiones que se puedan presentar en la estructura, como también



se realiza un chequeo de medidas de los elementos estructurales y chequeo de plomo de columnas y muros.

- Recopilación de información necesaria para el estudio:
  - ✓ Estudio de suelos
  - ✓ Topografía
  - ✓ Permisos de entidades ambientales
  - ✓ Diseño estructural
    - Memoria de cálculo
    - Planos estructurales aprobados por curaduría
  - ✓ Diseño arquitectónico
  - ✓ Resultados de resistencia del concreto de muestras tomadas en obra
  - ✓ Certificados de acero
  - ✓ Certificados de concreto
- Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente:

El constructor responsable realiza una autorización verbal al director de obra, otorgándonos la autorización de ingreso a la obra a partir del mes de noviembre del 2019 para dar inicio al proceso de estudio patológico de la estructura.
- Definición de los medios para realizar la exploración:
  - ✓ Recopilación de información:
    - Estudio de suelos
    - Diseño estructural
    - Formatos de calidad de ejecución en obra
    - Resultados de concreto
  - ✓ Verificación visual de la estructura para identificar lesiones a simple vista:
    - Registro fotográfico
  - ✓ Verificación de nivel de desplante del suelo:
    - Apiques con SPT en la zona aledaña a la construcción
    - Topografía
  - ✓ Verificación de dimensiones, plomos y niveles de elementos estructurales:
    - Flexómetro
    - Decámetro
    - Nivel láser
    - Nivel de mano
    - Planos estructurales
  - ✓ Ensayos No destructivos de resistencia del concreto:
    - Ultra sonido
    - Esclerómetro
    - Testigos si tienen en existencia y aplica según el caso

**8.2.1 EN LA EDIFICACIÓN**

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO DE CIMENTACIÓN                  | Zapata aislada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ALTURA                               | 28.8 metros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| AREA                                 | 21.170 m2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NUMERO DE PISOS                      | 9 pisos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ESTADO GENERAL DE LA CONSTRUCCIÓN    | Terminada la estructura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| INFORMACIÓN EXISTENTE                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estudio de suelos</li> <li>○ Topografía</li> <li>○ Diseño estructural</li> <li>○ Formatos de calidad construcción de obra</li> <li>○ Resultados de resistencia del concreto de muestras tomadas en obra</li> </ul>                                                                                                                                                                                               |
| FIDELIDAD DE LOS PLANOS              | Se verifica coincidencia con planos con el sello de curaduría                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| CONSTATACIÓN DEL ESTADO DEL PACIENTE | <p>Visualmente se evidencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fisuras por retracción en las placas</li> <li>○ Reparación de elementos estructurales ( es necesario verificar el historial del correcto proceso de reparación de hormigueros)</li> </ul> <p>Se verifican los resultados de concreto con bajas resistencias en el proceso constructivo y se identifican los elementos estructurales posiblemente afectados para intervenir.</p> |

**8.3 COMPONENTES DE LA PROPUESTA**

- Historia clínica
- Registro fotográfico
- Patología
- Ensayos de laboratorio
- Diagnostico
- Vulnerabilidad sísmica
- Análisis estructural
- Reforzamiento estructural
- Presupuesto
- Cronograma



| INTERVENCIÓN Y REPARACIÓN DE LA LESIÓN                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                          |               |                                                                                      |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <b>Proyecto</b>                                                                                                                                                             | EDIFICIO DE PARQUEADEROS PROYECTO CONJUNTO RESIDENCIAL EN IBAGUE                                                                                                                                         |               |                                                                                      |  |  |
| <b>Fecha</b>                                                                                                                                                                | NOVIEMBRE 2019                                                                                                                                                                                           | <b>Ciudad</b> | IBAGUE                                                                               |  |  |
| <b>Descripción del</b>                                                                                                                                                      | SE EVIDENCIA UN PROBLEMA POR BAJAS RESISTENCIAS DE LAS MUESTRAS DE CONCRETO TOMADAS EN OBRA POR ESTO SE DEBE EVALUAR CON ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO LA VERDADERA RESISTENCIA PARA TOMAR MEDIDAS |               |                                                                                      |  |  |
| <b>Elemento estructural afectado</b>                                                                                                                                        | COLUMNAS Y PANTALLAS                                                                                                                                                                                     |               |                                                                                      |  |  |
| <b>Elemento NO estructural afectado</b>                                                                                                                                     | NA                                                                                                                                                                                                       |               |                                                                                      |  |  |
| <b>Gravedad de la afectación</b>                                                                                                                                            | <b>BAJO</b>                                                                                                                                                                                              | <b>MEDIO</b>  | <b>ALTO</b>                                                                          |  |  |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                          |               | X                                                                                    |  |  |
|                                                                                                                                                                             | <b>Ensayo destructivo</b>                                                                                                                                                                                |               | <b>Ensayo no destructivo</b>                                                         |  |  |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                          | X             |                                                                                      |  |  |
| <b>Tipo de repar:</b> DECUARDO A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EL DISEÑADOR ESTRUCTURAL DEBE REALIZAR UN ANALISIS DE LA ESTRUCTURA EN CASO DE QUE LA RESISTENCIA SEA MENOR. |                                                                                                                                                                                                          |               |                                                                                      |  |  |
| <b>Material a utili</b>                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                          |               |                                                                                      |  |  |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                          |               |                                                                                      |  |  |
| <b>Ficha tecnica</b>                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                          |               |                                                                                      |  |  |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                          |               |                                                                                      |  |  |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                          |               |  |  |  |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                          |               |   |  |  |

Supervisor de la actividad

Propietario o representante

Profesional encargado de la reparación



| INTERVENCIÓN Y REPARACIÓN DE LA LESIÓN  |                                                                   |                           |                              |                                                                                      |  |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Proyecto</b>                         | EDIFICIO DE PARQUEADEROS PROYECTO CONJUNTO RESIDENCIAL EN IBAGUE  |                           |                              | <b>EVIDENCIA FOTOGRAFICA ANTES</b>                                                   |  |
| <b>Fecha</b>                            | NOVIEMBRE 2019                                                    | <b>Ciudad</b>             | IBAGUE                       |                                                                                      |  |
| <b>Descripción de lesión</b>            | SE EVIDENCIAN FISURAS POR RETRACCIÓN PLÁSTICA EN LAS PLACAS       |                           |                              |                                                                                      |  |
| <hr/>                                   |                                                                   |                           |                              |                                                                                      |  |
| <b>Elemento estructural afectado</b>    | PLACAS ALGERADAS                                                  |                           |                              |                                                                                      |  |
| <b>Elemento NO estructural afectado</b> | NA                                                                |                           |                              |                                                                                      |  |
| <b>Gravedad de la afectación</b>        | <b>BAJO</b>                                                       | <b>MEDIO</b>              | <b>ALTO</b>                  |                                                                                      |  |
|                                         | X                                                                 |                           |                              |                                                                                      |  |
|                                         |                                                                   | <b>Ensayo destructivo</b> | <b>Ensayo no destructivo</b> |                                                                                      |  |
|                                         |                                                                   |                           | X                            |                                                                                      |  |
| <b>Tipo de reparación</b>               | SE DEBE REALIZAR UN SELLADO DE LAS FISURAS POR MEDIO DE INYECCIÓN |                           |                              |                                                                                      |  |
| <b>Material a utilizar</b>              | SIKADUR 52                                                        |                           |                              |                                                                                      |  |
| <b>Ficha técnica</b>                    | <hr/>                                                             |                           |                              |                                                                                      |  |
|                                         |                                                                   |                           |                              |  |  |
|                                         |                                                                   |                           |                              | <b>EVIDENCIA FOTOGRAFICA DESPUES</b>                                                 |  |
|                                         |                                                                   |                           |                              |   |  |

Supervisor de la actividad

Propietario o representante

Profesional encargado de la reparación



## 9. PRESUPUESTO

| ITEM                            | DESCRIPCIÓN                        | VALOR/M2 | M2 A INTERVENIR | TOTAL                |
|---------------------------------|------------------------------------|----------|-----------------|----------------------|
| 1                               | PATOLOGIA                          | \$ 3,000 | 2,352           | \$ 7,056,667         |
| 2                               | DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL            | \$ 1,400 | 2,352           | \$ 3,293,111         |
| 3                               | ANALISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA | \$ 4,500 | 2,352           | \$ 10,585,000        |
| 4                               | ANALISIS ESTRUCTURAL               | \$ 4,000 | 2,352           | \$ 9,408,889         |
| 5                               | DISEÑO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL   | \$ 4,500 | 2,352           | \$ 10,585,000        |
| 6                               | ENSAYOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO   | \$ 1,500 | 2,352           | \$ 3,528,333         |
| 7                               | PRESUPUESTO Y CANTIDADES           | \$ 1,100 | 2,352           | \$ 2,587,444         |
| <b>COSTO DIRECTO</b>            |                                    |          |                 | <b>\$ 39,987,778</b> |
| IVA 19%                         |                                    |          |                 | \$ 7,597,678         |
| <b>COSTO TOTAL INCLUIDO IVA</b> |                                    |          |                 | <b>\$ 47,585,456</b> |

NOTA: En el caso que algunos de los estudios no sean realizados por el suscrito, deberán ser realizados por una entidad que certifique el ensayo respecto a la norma respectiva que lo avala. No se realizara el retiro de materiales y se solicita acompañamiento de la logística de seguridad industrial del proyecto en las actividades.

Dependiendo de los resultados de laboratorio y el análisis estructural se evaluara si es necesario realizar un diseño estructural, si no es necesario este será descontado en el presupuesto.

## 10. EQUIPO DE TRABAJO

- Definición del equipo de trabajo  
Se realiza la selección de equipo de trabajo inicial de los estudios necesarios de la exploración:

| Profesional                      | Cargo                                       | Papel en la investigación                     |
|----------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Ing. Samuel Riveros Lozano.      | Patólogo                                    | Principal análisis e investigativo            |
| Ing. Luis Andrés Garzón Callejas | Patólogo                                    | Principal análisis e investigativo            |
| Ing. Edwin Octavio Quiñones.     | Esp. Calculista estructural                 | Análisis estructural y vulnerabilidad sísmica |
| Ing. Carlos Javier Callejas      | Master Calculista estructural y Geotecnista | Diseño de reforzamiento estructural           |
| Ing. Andrés Felipe Cagua         | Auxiliar                                    | Toma de medidas y apoyo en campo              |



## 11. CRONOGRAMA

| ITEM | DESCRIPCIÓN                        | MES 1 | MES 2 | MES 3 |
|------|------------------------------------|-------|-------|-------|
| 1    | HISTORIA CLÍNICA Y RECOP DE INF    | X     |       |       |
| 2    | EVALUACIÓN DE ENSAYOS              | XX    |       |       |
| 3    | ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA | XX    |       |       |
| 4    | ANÁLISIS ESTRUCTURAL               |       | XX    |       |
| 5    | DIAGNÓSTICO                        |       |       | XX    |
| 6    | DISEÑO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL   |       |       | XX    |
| 7    | PRESUPUESTO Y CANTIDADES           | X     |       | X     |

## 12. CONCLUSIONES

- En todo el proceso de ensayos destructivos de los elementos estructurales se evidencian resultados como se indica en los anexos, las resistencias oscilan entre el 94% al 100% y en algunos casos mayores resistencias.
- El proceso de toma de muestras fue analizado paso a paso el cual cumple con la normativa específica, sin embargo se recomienda al constructor que no se debe generar mucha variación en el personal que toma las muestras es muy importante que esta persona este capacitada y certificada para la toma de muestras de concreto.
- En los casos donde la resistencia indica un 94% según la NSR10, como resultado a los 28 días puede darse como aprobada teniendo en cuenta el factor de seguridad, sin embargo se espera que la evolución de la resistencia del concreto suba un poco mas y evaluando los testigos ya deben llegar al 100% de la resistencia esperada.
- En el caso de las resistencias mas bajas se pudo identificar con los ensayos destructivos que cumplen y se concluye que algo pudo suceder en la muestra de concreto, un echo que pudo afectar la muestra, por esto se recalca la importancia de todo el proceso diario de toma de muestras el cual no puede fallar por ningún motivo.
- El problema que se genera con la concretera con el bajon de resistencias comparado a lo que se venia descargando en obra en días anteriores, se debe al cambio de cemento que venían manejando, en estos días la concretera recibe la misma marca de cemento pero proveniente de otra planta por fallas de la que suministraba normalmente y esto genera una variación en el diseño, inmediatamente se solicita a la concretera reevaluar sus diseños de mezclas y se exige garantizar la resistencia del concreto esperada y mas teniendo en cuenta que se solicitan concretos acelerados para poder desmontar formaleta lo mas pronto posible.
- Las fisuras presentadas en las placas son por retracción, se debe al secado rápido de la mezcla por viento o calor, en este caso se realiza el respectivo procedimiento para analizar la dimensión de la fisura y que no genere un incremento al tiempo así se puede analizar el tamaño de la gravedad, concluyendo esta lesión se recomienda en otros caso utilizar concreto con fibra o manejar barreras de viento, como también es muy importante el curado del concreto, en las placas se puede poner plástico o se debe humedecer tan pronto endurece el concreto.
- Se realiza un análisis de taludes del edificio respecto a la zona ubicada hacia la quebrada, del cual se evidencia en la información suministrada que fue tomada en cuenta por los análisis del geotecnista y el diseño concuerda con su respectivo método constructivo.



ESPECIALIZACIÓN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN

- Se realiza un chequeo de toda la información suministrada por el constructor responsable, donde se realiza el chequeo de planos estructurales y arquitectónicos sellados por curaduría, y con estos se realiza el estudio de toda la estructura corroborando que lo construido concuerde con lo diseñado.
- Se realiza el chequeo historial de formatos y seguimiento de todo el método constructivo, donde el residente de obra realiza la revisión de cada elemento estructural y se dan las respectivas autorizaciones de fundida, verificando así ejes, alineación, dimensiones, amarre de hierro, limpieza, plomos, y proceso de descargue del concreto.

### 13. BIBLIOGRAFIA

---

- (s.f.). Obtenido de <https://civilgeeks.com/2011/03/14/baja-resistencia-en-las-probetas-de-concreto/>
- COLOMBIA, P. D. (2010). *DECRETO 926*. COLOMBIA: CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA.
- COLOMBIA, P. D. (2010). *DECRETO 926*. COLOMBIA: CONSTITUCIÓN POLITICA.
- colombia, r. d. (1997). ley 400.
- CORTOLIMA. (2018). *SUBDIRECCIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL*.
- En Colombia el diseño y la construcción de edificaciones está regulado por la NSR-10, e. c. (2010). NSR10.
- LEYES DE COLOMBIA*. (2020). Obtenido de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/leyes>