CONTRATANTE: DIRECCIÓN SECCIONAL DE ADMINISTRACIÓN JUDICIAL DE MANIZALES - CALDAS,

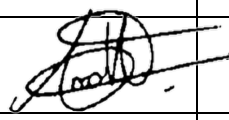
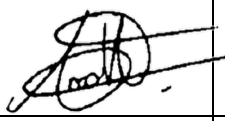
CONTRATISTA: GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS GEINPROYEC S.A.S
R.L. FABIAN ANDRES MACHADO MARIN

PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LEVANTAMIENTOS ARQUITECTÓNICOS, DIAGNÓSTICOS, DISEÑOS Y PRESUPUESTOS PARA LA AMPLIACIÓN DEL PALACIO DE JUSTICIA DE LA DORADA CALDAS.

GEINPROYEC
Gerencia Integral de Proyectos

LA DORADA, AGOSTO DE 2024

CONTROL DE REVISIONES Y MODIFICACIONES

ESTADO	CARGO	NOMBRE Y MATRICULA PROFESIONAL	FIRMA	FECHA
ELABORÓ	DISEÑADOR Y PATOLOGO ESTRUCTURAL	ANDRES IVAN VASQUEZ MELO		AGOSTO 18 DE 2024
REVISÓ	DIRECTOR DE CONSULTORIA	ANDRES IVAN VASQUEZ MELO		AGOSTO 30 DE 2024
APROBÓ				
OBSERVACIONES:				

MODIFICACIONES

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
18/08/2024	VERSION 1.0	PRIMERA VERSION PARA REVISIÓN Y AJUSTES

1. INTRODUCCIÓN

Que el numeral segundo del artículo 103 de la Ley 270 de 1996, establece que corresponde al director Seccional de la Rama Judicial "Administrar los bienes y recursos destinados para el funcionamiento de la Rama Judicial y responder por su correcta aplicación o utilización". Por tanto, esta Dirección Seccional debe realizar estudios, diseños, mejoras locativas y de la infraestructura física de los inmuebles donde funcionan los Despachos y sedes del Distrito Judicial de Manizales.

Que parte esencial de la gestión administrativa de la entidad, es la encargada de administrar los inmuebles propios de la Rama Judicial, de tal manera que se pueda cumplir a cabalidad con las disposiciones legales y constitucionales en materia de infraestructura, para el beneficio de los funcionarios, empleados y en general de los usuarios de la administración de justicia, para que las labores se ejecuten en un ambiente seguro y cumpliendo todos los estándares diseñados para tales fines.

Que dentro de los objetivos estratégicos del Plan Sectorial de Desarrollo de la Rama Judicial 2023-2026, se encuentra el No. 1 que corresponde al "ACCESO E INFRAESTRUCTURA FÍSICA", que busca "Ampliar, en todo el territorio nacional, el acceso a una justicia efectiva, pronta, equitativa e incluyente, reduciendo el atraso y la congestión, de acuerdo con las necesidades de la demanda de justicia por jurisdicción y especialidad y mejorando la articulación con la justicia restaurativa y terapéutica y otros mecanismos de solución de conflictos y consolidando una infraestructura física óptima para el acceso a la justicia".

Que así entonces se busca acercar la justicia a la ciudadanía por medio de la ampliación, mantenimiento y mejoramiento de las instalaciones físicas, para poner a su servicio instalaciones judiciales seguras, amigables con el medio ambiente, funcionales y dotadas, de tal manera que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de acceso a la justicia.

Que teniendo en cuenta lo anterior, el Consejo Superior de la Judicatura mediante Acuerdo PCSJA24-12133 del 05 de enero de 2024, aprobó la desagregación de las actividades de los proyectos de inversión de la Rama Judicial para la vigencia 2024.

Que mediante Memorando DEAJADM24-12 del 10 de enero de 2024, la Unidad Administrativa solicitó la distribución de recursos de la actividad "Mantenimiento e Intervención de sedes judiciales" del proyecto de inversión "Modernización de la infraestructura física de la Rama Judicial como instrumento estratégico de acceso a la justicia a nivel nacional" en las Direcciones Seccionales de Administración Judicial y el Nivel Central.

Que en virtud de lo anterior, la Directora Ejecutiva de Administración Judicial mediante Resolución No. 0178 del 15 de enero de 2024, realizó la asignación de los recursos en el Presupuesto de Inversión del proyecto "Modernización de la infraestructura física de la Rama Judicial como instrumento estratégico de acceso a la justicia a nivel nacional", asignándole a la Dirección Seccional de Administración Judicial de Manizales – Caldas para la vigencia 2024, la suma de $1.512.000.000 para la ejecución de los proyectos, dentro de los cuales se encuentra, el de "Realizar los estudios y diseños

para determinar la viabilidad de ampliación del Palacio de Justicia de La Dorada - Caldas, toda vez que, con la creación de los nuevos despachos judiciales, el espacio actual resulta insuficiente para el óptimo funcionamiento de los mismos.”

Que dado lo anterior, la Dirección Seccional de Administración Judicial procedió en gestionar las acciones pertinentes para contratar la consultoría de elaboración de levantamientos, diagnósticos, diseños y presupuestos para la ampliación del Palacio De Justicia De La Dorada Caldas, conforme el estudio de conveniencia y oportunidad

2. JUSTIFICACIÓN

Con el fin de realizar la ampliación en altura del PALACIO DE JUSTICIA DE LA DORADA agregando un piso al edificio existente, es necesario evaluar las condiciones actuales arquitectónicas y estructurales a partir de estudios técnicos que permitan determinar de forma adecuada y en cumplimiento de la normativa vigente (NSR-10) el estado de las instalaciones en concordancia con su funcionalidad y servicio público.

Así mismo, determinar las acciones necesarias (reforzamiento si es necesario) que permitan realizar la ampliación considerando las cargas de usos necesarias y las limitaciones normativas vigentes en el plan de ordenamiento territorial.

Lo anterior, dando cumplimiento a lo estipulado en el titulo A de la NSR-10, en especial lo dispuesto en los numerales A.10 y A.12, garantizando así la seguridad de los ocupantes y visitantes del PALACIO DE JUSTICIA DE LA DORADA.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GENERALES

Elaborar el diagnostico actual de las condiciones estructurales y el estudio de patología estructural del PALACIO DE JUSTICIA DE LA DORADA.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar toda la información disponible para la zona donde se ubique el predio en estudio.
- Identificar los aspectos técnicos (estructurales) con base a la información recolectada a partir de inspecciones visuales, regatas, ensayos destructivos y no destructivos realizados a la estructura.
- Evaluar y análisis los resultados de las muestras y ensayos ejecutados en el PALACIO DE JUSTICIA.
- Realizar el levantamiento y análisis de las lesiones existentes en el paciente.
- Diagnosticar la estructura para determinar los procesos patológicos existentes en la estructura y su origen.

4. ALCANCE Y LIMITACIONES

El alcance de este estudio se encuentra enmarcado dentro de los términos contractuales estipulados entre LA DIRECCIÓN SECCIONAL DE ADMINISTRACIÓN JUDICIAL DE MANIZALES - CALDAS y EL CONTRATISTA GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS GEINPROYEC S.A.S, para el diagnóstico y estudio de patología estructural, conforme a los requisitos mínimos contenido en los estudios previos elaborados para tal fin. Este estudio cumple con las especificaciones contractuales, así como los requerimientos y estándares mínimos o metodologías de general aceptación en esta clase de estudios de diagnóstico y patología.

Las inspecciones visuales para la realización del levantamiento y calificación de lesiones, se llevaron a cabo, hasta donde fue posible, según posibilidad de ingreso y seguridad del personal el cual realizo dichos levantamientos.

Este informe se basa en los documentos que fueron puestos a consideración y conocimiento por parte de esta consultoría, por lo cual, si existen documentos no conocidos algunas de las conclusiones podrían modificarse.

En términos generales, el alcance del estudio se suscribe en lo detallado en el numeral 3 Objetivos del estudio.

5. PARTE I. DIAGNOSTICO ACTUAL DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES

5.1 Información preliminar existente

Para la estructura en mención no existen antecedentes de carácter técnico (memorias de cálculo, planos arquitectónicos o estructurales, estudios de suelos, etc.) que permitan dirimir las características y procesos constructivos utilizados durante la realización de las obras.

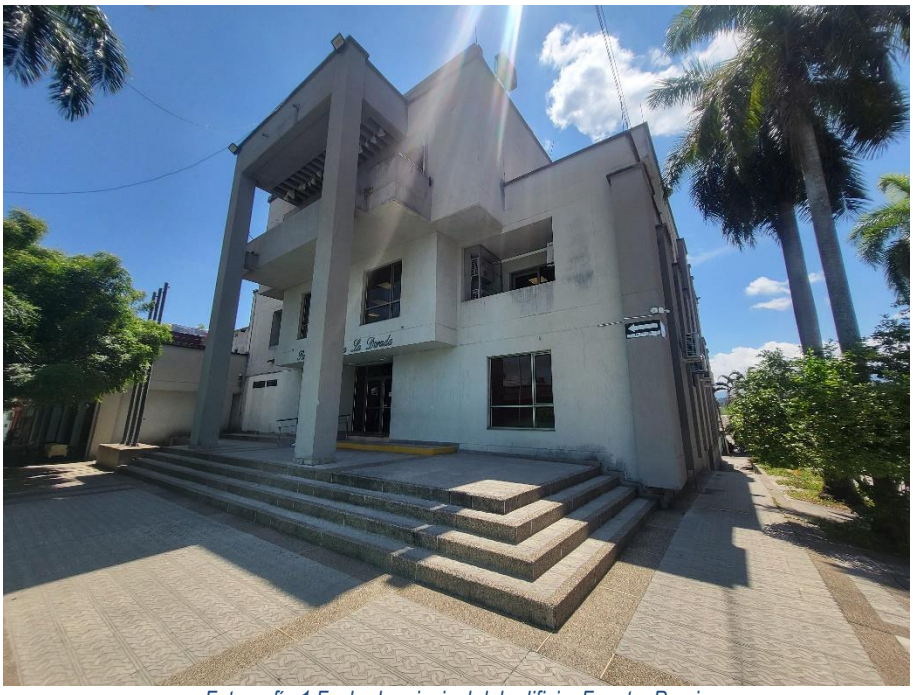
De igual forma, no existe documentación histórica que permita determinar la fecha exacta de construcción o número de licencia que permitiría su funcionamiento.

5.2 Estado de legalización del predio

Una vez revisada la información correspondiente en el certificado de tradición y libertad se puede observar que el predio no presenta ningún problema, no posee gravámenes, limitaciones y/o medidas cautelares.

5.3 Descripción general de la estructura

El presente estudio se realiza con el fin de evaluar las condiciones técnicas y normativas del PALACIO DE JUSTICIA DE LA DORADA, Caldas (***zona de amenaza sísmica intermedia según Apéndice A-4 de la NSR-10***) a pesar que se desconoce la fecha exacta de construcción se estima alrededor del año 1989 (35 años) según lo mencionado por las personas entrevistadas de la zona.



Fotografía 1 Fachada principal del edificio, Fuente: Propia



Fotografía 2 Fachada Lateral Derecha, Fuente: Propia



Fotografía 3 Fachada Posterior del edificio, Fuente: Propia

La estructura corresponde a un inmueble de tres (3) niveles, con un sótano y una cubierta no transitable con algunas zonas en teja y otras en placa maciza. El área total en planta es de aproximadamente 735.0 m^2; así mismo, la altura total en el punto más alto (cubierta en domo) es de 11.47 m medidos desde la cota actual del nivel 1. La altura libre de entrepisos es de 2.4 m aproximadamente en todos los niveles:



Fotografía 4 Vista interior del edificio, Fuente: Propia

En general, el edificio se compone de oficinas, zonas de reunión y archivos con pasillos amplios que permiten la fácil circulación de las personas; así mismo, los espacios cuentan con suficiente ventilación e iluminación para realizar las actividades laborales de forma adecuada.

De acuerdo a las características de la edificación y uso, se clasifica como “estructuras de ocupación especial” según el título A.2.5.1.3 de la NSR-10:

A.2.5.1.3 — *Grupo* II — *Estructuras de ocupación especial* — Cubre las siguientes estructuras:

(a) Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón,
(b) Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez,
(c) Almacenes y centros comerciales con más de 500 m² por piso,
(d) Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en A.2.5.1.1.
(e) Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas, y
(f) Edificios gubernamentales.

5.4 Datos generales del entorno

La estructura se localiza en la CALLE 2 #7-65 el casco urbano de la ciudad de La Dorada, departamento de Caldas. El territorio donde se ubica la estructura es relativamente plano con algunas pendientes poco pronunciadas, y al costado oriental se encuentra en rio magdalena a una distancia menor de los 500 m. En la siguiente figura se observa la localización, condiciones de configuración del predio en el cual se desarrolla la edificación, vías y demás estructuras aledañas:



Figura 1 Localización de la edificación, Fuente: Google maps

De forma perimetral a la estructura, se evidencian locales y bodegas de pocos niveles (1 y 2) sin síntomas de asentamientos o alteraciones en fachadas. Al tratarse de una estructura esquinera cuenta únicamente con vecinos en el costado norte:



Fotografía 5 Característica de predios vecinos, Fuente: Propia

De igual forma, las vías perimetrales se encuentran pavimentadas y en buenas condiciones de funcionamiento y vida útil, sin fenómenos de daños en cimentaciones o sobreesfuerzos que generen fracturas en las mismas.



Fotografía 6 Estado actual de las vías perimetrales, Fuente: Propia

- **Condiciones medio-ambientales:**

Las condiciones medio ambientales que rigen a la estructura, corresponden en términos generales a la siguiente:

Altitud: 176 msnm
Temperatura: 24.0 a 35.0 °C
Precipitación anual: Aprox 1433 mm
Humedad relativa promedio: Entre el 51 y 79%
Contaminantes cercanos: Rio Magdalena
Velocidad del viento en superficie: Aproximadamente 2.8 km/h

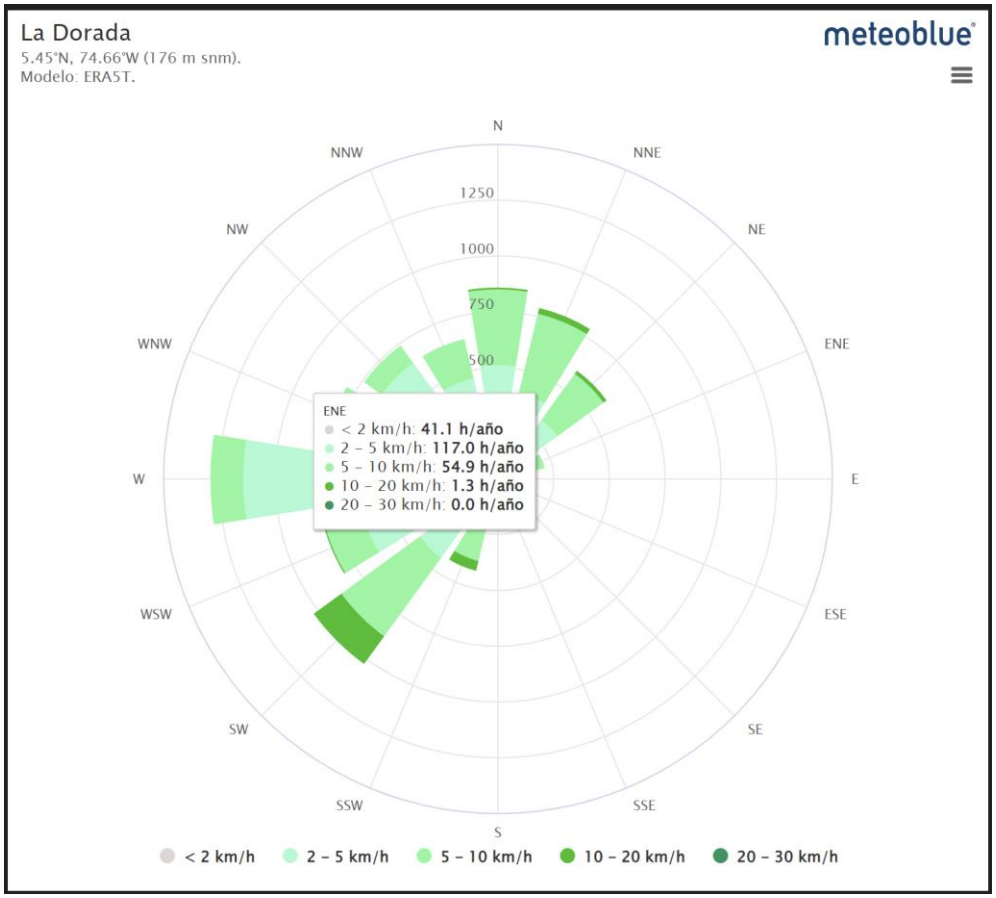


Figura 2 Rosa de los ventos La Dorada, Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/la-dorada_colombia_3679277

5.5 Características arquitectónicas

Desde un punto de vista netamente arquitectónico, corresponde a una edificación típica de oficinas con zonas de parqueo en el sótano. Los acabados se caracterizan por poseer colores claros (blancos, beige y café) y zonas con grandes espacios de ventilación y aireación.

A nivel de sótano se tiene una placa de contrapiso en concreto afinado sin ningún tipo de acabado. En los demás niveles, los entrepisos cuentan con un baldosín cerámico en perfectas condiciones.

Los muros y columnas poseen un acabado en pañete, estuco y pintura. De igual forma, cuenta con un cielo raso en láminas de icopor soportadas por ángulos metálicos en condiciones aceptables.

Las cubiertas se componen de tejas en fibrocemento soportada sobre correas metálicas y un domo el policarbonato sobre perfiles tubulares en aluminio.



Fotografía 7 Características arquitectónicas de la edificación, Fuente: Propia

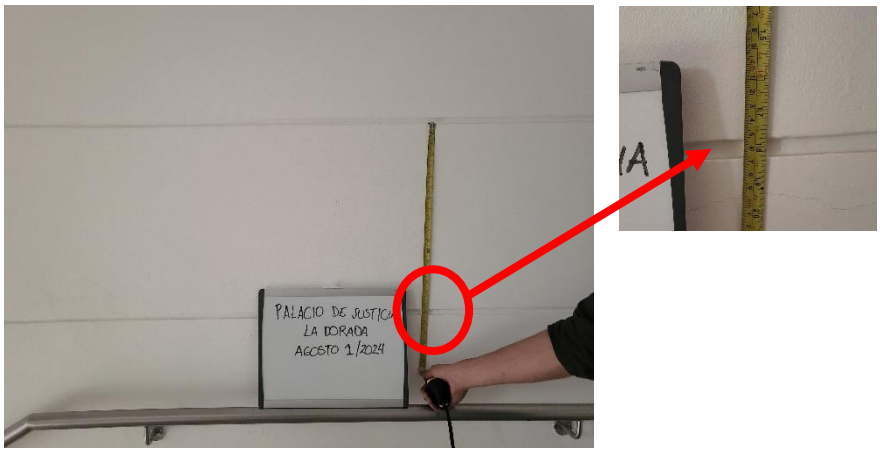
5.6 Sistema estructural existente

Conforme a lo evidenciado, el sistema estructural original de la edificación, en términos actuales, corresponde pórticos en concreto reforzado resistente a momentos, los cuales componen tanto el sistema de resistencia sísmica, como el sistema para soporte y transferencia de cargas gravitacionales.

Lo anterior, teniendo presente que, a nivel de sótano, piso 1 y 2 se tienen columnas en concreto de 60x50 cm y en piso 3 de 50x50 cm; así mismo, existen losas aligeradas con vigas principales 40x40 y 30x40 cm.



Fotografía 8 Dimensiones de columnas a nivel de sótano, Fuente: Propia



Fotografía 9 Altura de vigas a nivel de entrepiso, Fuente: Propia



Fotografía 10 Ancho de vigas ejes alfabéticos a nivel de sótano, Fuente: Propia



Fotografía 11 Ancho de vigas ejes numéricos a nivel de sótano, Fuente: Propia

La tabla A.3-3 de la NSR-10 especifica los sistemas estructurales permitidos de acuerdo a la zona de amenaza sísmica donde se implanta el proyecto, para este caso específico como intermedia:

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

C. SISTEMA DE PÓRTICO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				Alta		Intermedia		baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
1. Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (*DES*)									
a. De concreto (*DES*)	el mismo	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (*DES*)	el mismo	7.0 (Nota-3)	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
d. De acero con cerchas dúctiles (*DES*)	Pórticos de acero resistentes o no a momentos	6.0	3.0	si	30 m	si	45 m	si	sin límite
2. Pórticos resistentes a momentos con capacidad moderada de disipación de energía (*DMO*)									
a. De concreto (*DMO*)	el mismo	5.0	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (*DMO*)	el mismo	5.0 (Nota-3)	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos con conexiones rígidas (*DMO*)	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	5.0	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite

Como se puede observar, los pórticos en concreto **SI** son permitidos para la ciudad de La Dorada, por ende, **CUMPLE**. De igual forma, es importante mencionar que la capacidad de disipación de energía es muy buena para dicho sistema estructural (R=5.0). De forma conservadora, se considera que el sistema estructural posee una capacidad moderada de disipación de energía (DMO).

En capítulos posteriores de este mismo documento se revisan las dimensiones y refuerzo de los elementos estructurales en cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en la NSR-10.

El 100% de los muros no estructurales que conforman el inmueble se encuentran pañetados con un revoque a base de arena de peña y cemento de uso general, lo que dificulta en gran medida determinar las características y propiedades que componen estos elementos. A pesar de esto, existen zonas descubiertas que permiten identificar la calidad y proceso constructivo de la estructura.

5.7 Parámetros sísmicos y coeficiente de importancia

Para evaluar las posibles fuerzas sísmicas que se pueden presentar sobre la estructura durante la incidencia de un evento sísmico se debe utilizar el espectro de diseño establecido en la Norma Sismo resistente (NSR 10), el cual se obtiene con los siguientes parámetros:

Aa=0.15 Av=0.20

Departamento de Caldas

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Manizales	17001	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Aguadas	17013	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Anserma	17042	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Aranzazu	17050	0.25	0.25	Alta	0.19	0.09
Belalcázar	17088	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Chinchiná	17174	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Filadelfia	17272	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
La Dorada	17380	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06

La edificación se encuentra cubierta dentro del grupo de uso 2, ya que es una estructura de ocupación especial.

I = Grupo de uso II = 1.10

Gracias a estudio de suelos realizado por esta misma consultoría se determinó que el perfil de suelos corresponde al “tipo D” según A.2.4.4 de la NSR-10.

5.8 Calificación de la calidad de la construcción, diseño original y estado de conservación

Conforme a la antigüedad de la edificación, sus métodos constructivos, calidad de los materiales y conservación, para los fines de lo previsto en A.10.4.3.4., A.10.2.2.1. y A.10.2.2.2. se califica la edificación así:

- Calidad del diseño y la construcción de la estructura original: **BUENA**
- Estado de la estructura: **BUENA**

Con respecto a la calidad del diseño y construcción, debido a la geometría (rectangular) global, dimensiones de elementos estructurales, refuerzo y sistema estructural existente en la edificación se puede catalogar como BUENA.

Frente a la durabilidad de la estructura, corresponde a una edificación muy bien conservada con pocos síntomas aislados de deterioro que no han comprometido el estado general o elementos que conforman el sistema de resistencia sísmica.

5.9 Características del suelo de soporte

Con el fin determinar las características visuales del suelo de soporte y del sistema de cimentación se realizaron dos (2) apiques hasta alcanzar el nivel de desplante de las zapatas existentes. Gracias a estas exploraciones fue posible determinar que el suelo de la zona corresponde a una arena limosa color café con alta humedad:



Fotografía 12 Características del suelo de fundación, Fuente: Propia

5.10 Descripción de la cimentación

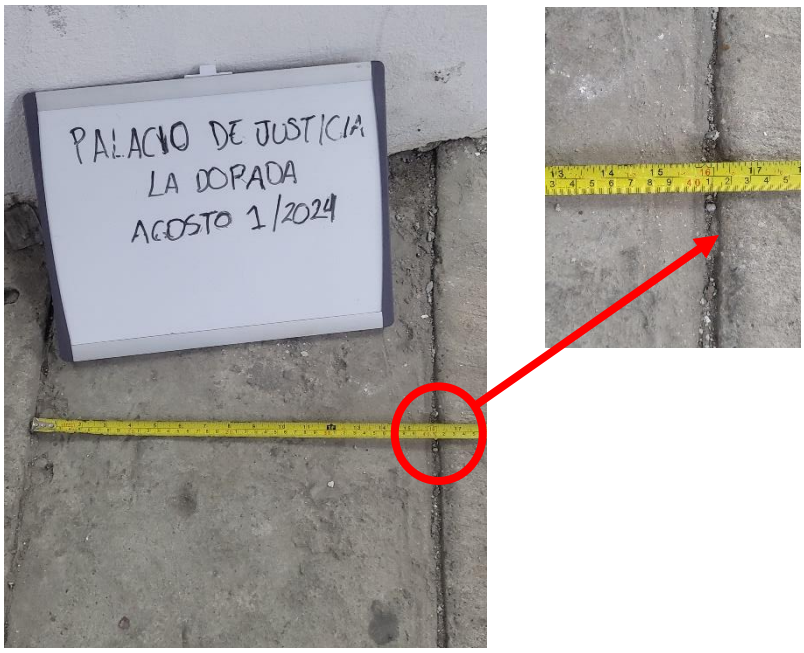
Los apiques se realizaron de forma perimetral a las columnas de los ejes B3 (zapata central) y D2 (zapata de borde) donde fue posible determinar que las zapatas se encuentran desplantadas a un nivel de N-2.30. En la siguiente fotografía se muestra la distancia medida desde la cara superior del elemento estructural de soporte:



Fotografía 13 Nivel de desplante de zapatas, Fuente: Propia

El espesor de las zapatas es de 40 cm y se considera de forma conservadora el refuerzo mínimo a retracción y fraguado en estos elementos.

De igual forma, fue posible determinar las dimensiones de las vigas de cimentación en concreto reforzado de 40x50 cm las cuales entrelazan todas las columnas a nivel de placa de contrapiso:



Fotografía 14 Ancho de vigas de cimentación, Fuente: Propia



Fotografía 15 Altura de vigas de cimentación, Fuente: Propia

Adicionalmente, no se observan asentamientos producidos por las cargas transmitidas por la construcción, lo que confirma que el suelo tiene la capacidad portante admisible suficiente para soportar dichas cargas.

Con respecto a la losa de contrapiso, se observa que se encuentra dilatada de las vigas de cimentación, por ende, no hacen parte del sistema de cimentación de la edificación. Este elemento tiene un espesor total de 10 cm:



Fotografía 16 Espesor de placa de contrapiso, Fuente: Propia

La placa de contrapiso se encuentra en condiciones buenas sin fisuras o grietas debidas a su uso cotidiano.

5.11 Revisión normativa de elementos estructurales

Como se mencionó en capítulos anteriores, los elementos que conforman el sistema de resistencia sísmica deben cumplir con unas dimensiones con el fin de garantizar un buen comportamiento del mismo. En este apartado se realiza la verificación básica geométrica y de refuerzo mínimo requerido bajo la norma NSR-10, los requerimientos adicionales por sobreesfuerzos en estos elementos a partir de las solicitaciones de combinaciones de carga se muestran en los documentos de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento.

5.11.1 Columnas de concreto reforzado

Las columnas están definidas por la NSR-10, Sec. C.2.2, como aquellos elementos estructurales cuya solicitación principal es la carga axial de compresión, acompañada o no de flexión, torsión o cortante,

con una relación de longitud a su menor dimensión lateral mayor de 3; no necesita ser vertical, puede tener cualquier orientación en el espacio.
Las columnas sometidas a carga axial pura no existen. En estructuras aporticadas las vigas de entrepiso y las columnas son fundidas monolíticamente y esta situación produce algunos momentos en los extremos restringidos de las columnas.

- **Requisitos geométricos**

Para estructuras con capacidad moderada de disipación de energía DMO (mínima capacidad para zonas intermedias) no puede ser inferior a 25 cm según C.21.3.5.1 de la NSR-10. Para el caso del del PALACIO DE JUSTICIA, se evidencian secciones transversales de las columnas en la mayoría de los casos de 50x60 y 50X50 cm para el piso 3, por ende, **CUMPLE.**

- **Refuerzo longitudinal**

Conforme al título C.10.9.1 de la NSR-10 la cuantía de diseño debe encontrarse entre valores del 1 al 4% del área transversal del elemento, es decir que para el caso de columnas de 50x60 cm se requiere como mínimo un área de acero de 30.0 cm^2 y en las columnas de 50x50 cm un área de 25 cm^2.

Así mismo, el titulo C.10.9.2 especifica que el número mínimo de barras del refuerzo longitudinal debe ser de 4 barras colocadas dentro de los estribos.

Gracias al ensayo de ferroscan realizado en varias columnas fue posible determinar que las columnas poseen 16 barras #5 (50x60 cm), es decir un área total de 32.00 cm^2. Y 14 barras #5 las columnas de piso 3 (50x50cm), es decir un área de 28 cm^2. **CUMPLE**

- **Separación y recubrimiento del refuerzo**

Según la sección 7.7.1 para concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo el recubrimiento debe ser mínimo de 40 mm, para este caso en específico se tiene recubrimientos promedios de 2.5 cm. **NO CUMPLE. Posteriormente, se revisa dicho parámetro teniendo en consideración el avance del frente de carbonatación.**

- **Refuerzo transversal**

El título C.7.1.4 de la NSR-10 especifica que el diámetro mínimo de los estribos debe ser 3/8” y los ganchos deben tener un ángulo de doblez de 135° o más. De igual forma, los estribos no pueden estar más separados de h/3, b/3, 8db, 16dc o 15 cm en zona confinada.

El refuerzo transversal y su separación **CUMPLEN** dicha condición, ya que se encuentran a una separación aproximada de 10 cm en la zona confinada.

5.11.2 Vigas de concreto reforzado

- **Calidad del acero de refuerzo**

La NSR-10, Sec. C.3.5, exige que el refuerzo debe ser corrugado, el refuerzo liso sólo se puede utilizar en estribos, espirales y refuerzo de repartición y temperatura. Las barras corrugadas deben ser de acero de baja aleación que cumplan con la norma NTC 2289 (ASTM A706M).

Para estructuras con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) la NSR-10, Sec. C.21.1.5, especifica que todo refuerzo corrugado que resista fuerzas axiales y de flexión, inducidas por sismo, debe cumplir con las especificaciones de la norma NTC 2289 (ASTM A706M), Grado 4,200 kgf/cm^2 (420 MPa).



Fotografía 17 Refuerzo longitudinal y transversal en vigas aéreas, Fuente: Propia

El acero de refuerzo longitudinal de las vigas aéreas corresponde a acero corrugado y los estribos un acero liso de #3, por ende, se **CUMPLE** con esta condición.

- **Requisitos geométricos**

Según el título C.21.3.41 de la NSR-10, para estructuras con capacidad moderada de disipación de energía el ancho mínimo de las vigas debe ser 20 cm. Esta condición se **CUMPLE** para la edificación teniendo en consideración que las vigas que hacen parte del sistema de resistencia sísmica tienen un ancho mínimo de 30 cm en todos los niveles.

- **Refuerzo longitudinal**

La NSR-10 C.21.3.4.3 especifica que el refuerzo debe tener un diámetro mínimo de ½" y así mismo disponer por lo menos de dos barras tanto en la zona superior como inferior.

En todos los casos, las vigas cuentan mínimo con 3 barras longitudinales y un diámetro de 5/8", por lo anterior, este requisito si se **CUMPLE.**

- **Refuerzo transversal**

Los estribos cumplen las funciones de fijar la posición del refuerzo longitudinal y de proporcionar resistencia a tensión en la viga para evitar una falla frágil por cortante.

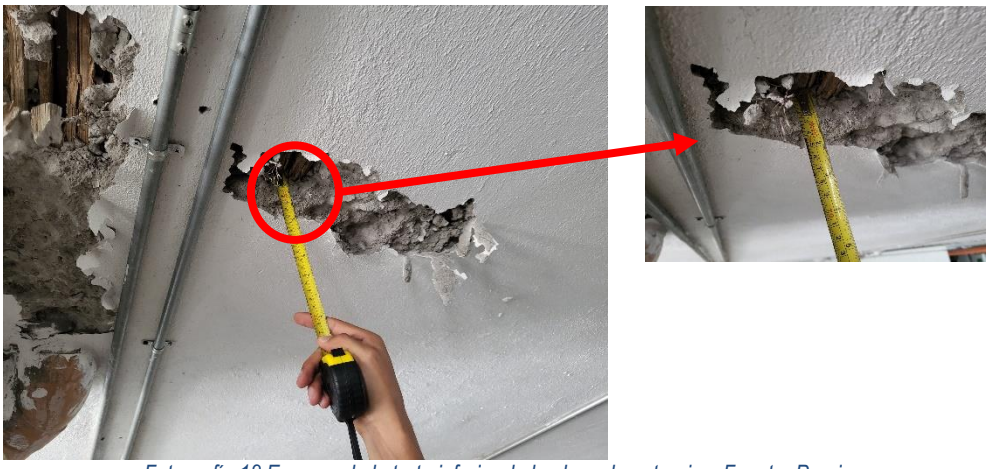
Una distribución adecuada de estribos cerrados incrementa sustancialmente la ductilidad de las secciones de hormigón en flexión al proporcionar confinamiento al hormigón del núcleo y restringir el pandeo del refuerzo longitudinal en compresión. El suministro de estribos cerrados a una separación no mayor de “d/2” es requisito para vigas de pórticos dúctiles y es recomendable en cualquier viga con función estructural.

De igual forma, los estribos deben poseer dobleces a 135° y con una longitud no menor de 75 mm (C.7.1.4).

El refuerzo transversal y su separación **CUMPLEN** dicha condición.

5.11.3 Placas de entrepiso

En todos los entrepisos de la edificación se tiene una placa aligerada en una dirección con casetón en guadua, el espesor total es de 40 cm. El espesor de la torta superior es de 5.0 cm:



Fotografía 18 Espesor de la torta inferior de la placa de entrepiso, Fuente: Propia

Para el nivel de sótano se tiene una torta inferior de 4 cm, caso que NO ocurre en los demás pisos debido a que existe cielo raso en láminas de yeso y fue retirado el casetón. De igual forma, la placa posee viguetas de 10 cm ancho con una separación centro a centro de 70 cm:



Fotografía 19 Ancho de viguetas de placa de entrepiso, Fuente: Propia



Fotografía 20 Distancia entre viguetas de placa de entrepiso, Fuente: Propia

Las dimensiones, espesores y distancias entre elementos cumplen con los requisitos mínimos establecidos en el titulo C de la NSR-10.

A pesar que el refuerzo de la placa de entrepiso no fue posible revisar, se puede concluir que este **CUMPLE** ya que no hay evidencias de deformaciones permanentes o fisuras en la cara superior.

6. PARTE II. ESTUDIO DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL

6.1 Limitaciones

El alcance de este estudio se encuentra enmarcado dentro de los términos contractuales estipulados por CONTRATO No. CE-34-2024 para el estudio de patología del PALACIO DE JUSTICIA DE LA DORADA, CALDAS ubicado en el departamento de Caldas.

Este documento cumple con las especificaciones contractuales, así como los requerimientos y estándares mínimos o metodologías de general aceptación en esta clase de estudios de patología y cumple ampliamente los requisitos establecidos en la NSR-10 como norma base de obligatorio cumplimiento, para la evaluación de estructuras existentes.

Las inspecciones visuales para la realización del levantamiento y clasificación de lesiones se llevaron a cabo, hasta donde fue posible, según posibilidad de ingreso y facilidad para realizar el levantamiento a nivel básico, sin exponer al equipo de trabajo a condiciones inseguras o peligrosas.

Los ensayos para caracterización de las estructuras se enmarcaron en los requerimientos contractuales y técnicos, según fueron requeridos para garantizar la suficiencia en el diagnóstico de la estructura. Este estudio se basa en los resultados de 10 Esclerometrías de acuerdo con la NTC 3692, 110 localizaciones de refuerzo mediante ensayo no destructivo, 2 regatas sencillas para identificar refuerzos principales, 10 extracciones de núcleos y 3 carbonataciones.

Existen límites debido a la inexistencia de información contractual y técnica de la construcción de la edificación, los análisis se encuentran basados en el levantamiento geométrico general de lesiones significativas, el alcance aleatorio de los ensayos realizados a la estructura y la imposibilidad del acceso a las inspecciones de zonas privadas.

El análisis patológico y estructural sobre el acero de refuerzo del puente se baja en los ensayos de localización de refuerzo, pero es improbable, definir a ciencia cierta la cuantía exacta a lo largo de los elementos y estado del refuerzo.

6.2 Metodología para la ejecución del estudio

El estudio se adelantó cumpliendo las fases que habitualmente se efectúan dentro de un análisis patológico, desde la fase de planificación, historia clínica y diagnóstico.

6.3 Planificación

Debido a la magnitud del presente estudio (baja complejidad), el tiempo disponible y el estado de la estructura, se llevó a cabo una etapa de planificación en la cual se definieron los aspectos logísticos y técnicos del estudio.

- **Equipo de trabajo**

a) Ingeniero Andres Vasquez: Patólogo y diseñador estructural durante todo el desarrollo del estudio.

- **Metodología para levantamiento y calificación de lesiones y captura de la información en campo**

Para la ejecución del trabajo en campo, se contó con personal idóneo, tanto en la ejecución, como en la coordinación. No obstante, con el fin de estandarizar lo mejor posible los criterios de levantamiento y calificación, se diseñó una metodología para la identificación y calificación de lesión en cada uno de los elementos estructurales y no estructurales.

Dicha metodología, define el criterio para identificar cada lesión, el código bajo el cual se debe capturar la misma en los planos o documentos, sus grados de severidad, la forma en que dicha lesión puede afectar a la estructura y los criterios bajo los cuales se debe medir la lesión. Todas las lesiones directamente relacionadas en la inspección visual, con elementos estructurales, inician con el prefijo E y para acabados arquitectónicos con el prefijo A.

Para las lesiones observadas, se tomó el correspondiente registro fotográfico, que se entrega de forma digital y se incluye para algunos casos en este mismo documento. Así mismo, aquí se consigna la definición general o marco referencial del levantamiento y calificación de lesiones.

A continuación, se presenta un ejemplo de la ficha de humedades evaluada dentro del paciente. Para revisar las demás remitirse al Anexo 1 “Fichas de levantamiento y clasificación de lesiones”:

FICHAS DE LEVANTAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE LESIONES

Nombre	Humedad	
Código	E3	
Definición:	Se define como la presencia de agua no deseada en estado líquido en lugares o periodo de tiempo variables. Se produce cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento constructivo. La humedad puede llegar a producir variaciones de las características físicas de dicho material. Pueden ser humedades de obra, capilares, de filtración y condensación. Como lesión previa puede ocasionar otras lesiones como: manchas, desprendimientos, eflorescencias, descomposición o disgregación del material, cambios dimensionales, corrosión o erosiones.	
 Fuente: Jorge Martinez (2013)		
Criterios de calificación de la lesión		
Grado de severidad	Leve	El área de afectación es menor al 10% del elemento estructural.
	Moderado	El área de afectación se ecuentra entre el 10% y el 50% del elemento estructural y/o como lesión previa derivó en otra lesión que afecta el elemento estructural de forma leve a moderada.
	Severo	El área de afectación es mayor al 50% del elemento estructural y/o como lesión previa derivó en otra lesión que afecta el elemento estructural de forma moderada a severa.
Afectación de la lesión	Resistencia o capacidad	*Afecta la capacidad del elemento estructural para resistir esfuerzos de tracción, compresión, flexión, cortante o torsión. *Compromete significativamente la rigidez del elemento y su aporte a la estructura en general.
	Servicio o funcionalidad	*Afecta la rigidez del elemento en cualquier grado generando o pudiendo generar deformaciones o deflexiones a nivel local o global en la estructura. *Afecta la durabilidad del elemento estructural, incluyendo el acero de refuerzo. *Afecta de alguna manera la función del elemento desde el punto de vista de su necesidad no estructural dentro de la edificación. *Afecta notablemente la sensación de seguridad de la estructura que deben sentir sus ocupantes
	Aspecto o confort	Afecta el aspecto de acabado del elemento estructural y/o el confort para el uso de la edificación
Magnitud aproximada	Medida 1	
	Medida 2	
	Medida 3 (extensión del daño)	% del elemento estructural afectado por la lesión considerando los parámetros de afectación de la lesión y su severidad, así como el área o porcentaje de elemento que habría intervenir eventualmente.

La ficha presenta la definición de cada una de las lesiones o daño para permitir así una mejor lectura de información en campo y evitar errores de levantamiento.

a) Grado de severidad

El grado de severidad se dividió en tres grupos: leve, moderado y severo.

El grado de severidad dependerá de aspectos propios de la lesión o síntoma observado como: dimensiones de la lesión (ancho, longitud, profundidad), extensión del daño y combinación con otros tipos de lesiones o tipos de afectación. En el caso de humedades depende directamente de la extensión del daño (%) en el elemento.

b) Tipo de afectación de la lesión

De igual forma, se analiza el tipo de afectación de la lesión o síntoma, dentro de este se puede encontrar tres aspectos:

- Resistencia o capacidad: Es cuando se considera que la lesión afecta la capacidad del elemento para resistir esfuerzos, ya sean de tracción, compresión, flexión, corte, torsión, etc. También incluye la pérdida significativa de la rigidez del elemento. Se consideran para este análisis como las más crítica.
- Servicio o funcionalidad: Es cuando la lesión afecta de alguna manera la función del elemento o afecta notablemente la seguridad de la estructura.
- Aspecto estético o confort: Únicamente afecta el aspecto físico y/o confort para el uso de la estructura. Se considera la menos crítica.

Dependiendo de la lesión y su magnitud, esta puede afectar uno o los tres tipos considerados anteriormente.

Las magnitudes aproximadas son datos generales de la lesión que puede servir para suministrar, esclarecer o corroborar información que permita realizar un diagnóstico o análisis más específico y detallado.

c) Causa probable

Para este estudio se tendrán en cuenta las siguientes causas probables y su definición se efectúa con base en la Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción. Valga la pena indicar que, si bien se citan algunas lesiones incluidas en el estudio con su código correspondiente, se puede llegar el caso que una lesión se encuentre vinculada a cualquiera o varias de las otras causas.

Causas Directas:

“Cuando son el origen inmediato del proceso patológico, como los esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc.”. “(…) Son acciones que ponen en marcha los procesos patológicos

iniciando la degradación de los materiales". Se dividen en causas mecánicas, físicas, químicas y en lesiones previas (consecuencia de una anteriormente clasificada).

Físicas:

Generan cambios o alteraciones físicas en un material, implicando una alteración de la distribución interna de su estructura y normalmente provocan una modificación de la forma o apariencia. En general se producen por la acción de agentes externos como el agua, el viento, el sol, el hielo o congelamiento y los procesos biofísicos causados por organismos vegetales o animales.

Las principales lesiones que tienen relación con las causas físicas se encuentran:
- Humedades (E3)
- Suciedad o manchas (E5)

Mecánicas:

Corresponden a todas aquellas acciones que implican un esfuerzo mecánico sobre el elemento estructural que no se había previsto, controlado o que resulta superior al que se había calculado, pero en definitiva superior al que puede soportar.

Las acciones mecánicas normalmente provocan movimientos, deformaciones y roturas. La manifestación más crítica corresponde a la rotura, a pesar que corresponde al proceso o estado final de un mecanismo de colapso, que no es común que se presente.

Existen otro tipo de roturas que se manifiestan en forma de fisuras, grietas o desprendimientos parciales, más frecuentes, cuya afectación es crítica, ya que además de desgastar el material disminuyendo su capacidad funcional, favorecen la entrada de agentes agresores como el aire o agua, generando lesiones secundarias de carácter físico o químico, por ejemplo.

Entre las principales lesiones que tienen relación con las causas mecánicas se encuentran:
- Fisuras (E1)
- Grietas (E2)

Químicas:

Corresponden a aquellas que pueden consistir en reacciones químicas de sales, ácidos o álcalis, que acaban produciendo algún tipo de descomposición del material afectado. Evolucionará afectando su integralidad y su durabilidad de manera notable.

Entre las principales lesiones que tienen relación con las causas químicas se encuentran:
- Eflorescencias (E4)
- Organismos o vegetación (E6)
- Deformaciones

Causas Indirectas:

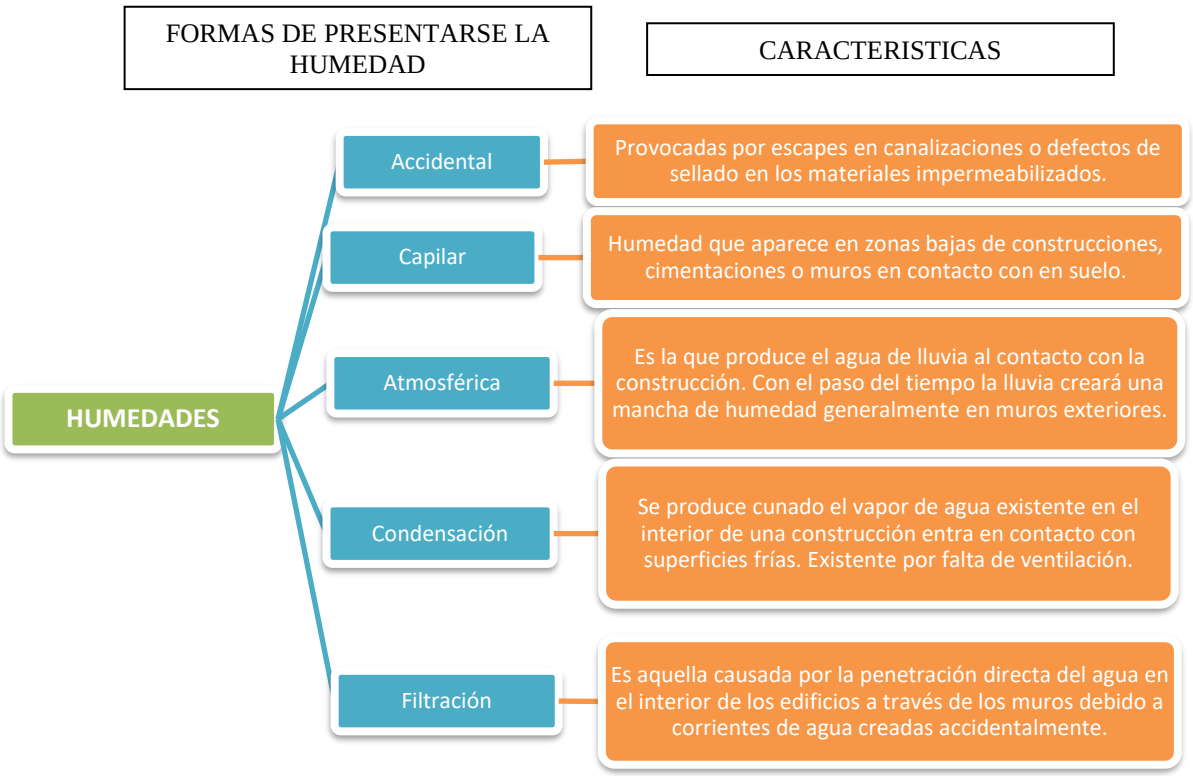
"Cuando se trata de errores y defectos de diseño o de construcción. Son las que primero se deben tener en cuenta a la hora de prevenir". Se pueden clasificar en errores de diseño o selección de técnicas en el proyecto en general, la ejecución, el material o el mantenimiento.

6.4 Marco conceptual

Como se estableció por parte del contratante, y cómo fue posible certificar durante la visita de campo, la lesión que tiene mayor participación en el paciente es la humedad. Bajo este precedente, a continuación, se define de formal general que es una humedad y se describen en las formas en las cuales se pueden presentar tomando como referencia la bibliografía existente de carácter patológico.

HUMEDAD

Se define como la presencia de agua no deseada en estado líquido en lugares o periodo de tiempo variable.



(Jiménez, 2003)

6.5 Metodología para la ejecución del estudio

6.5.1 Trabajo de campo

Durante la fase de historia clínica, se llevó a cabo el trabajo de campo realizado directamente en el paciente los días 1,2 y 3 de agosto de 2024.

6.5.2 Diagnóstico

Una vez efectuada la historia clínica del paciente, se detectaron con suficiencia las lesiones, síntomas, enfermedades y deficiencias que presenta el paciente, y se obtuvo con claridad las causas directas e indirectas que generan dichas enfermedades.

6.6 Historia clínica

6.6.1 Datos generales y específicos del paciente

En la tabla N°1 se resumen los datos generales y específicos del paciente, cuyos datos son necesarios para identificar y adelantar el presente estudio.

Tabla 1 Datos generales y específicos del paciente

Nombre del paciente	**PALACIO DE JUSTICIA DE LA DORADA**
Localización	La Dorada, Caldas
Tipo	Pórticos de concreto resistentes a momento
Uso	Gubernamental
Licencia de Construcción	Desconocida
Año de construcción	Aproximadamente 1989 (35 años)
Propietario	DIRECCIÓN SECCIONAL DE ADMINISTRACIÓN JUDICIAL DE MANIZALES - CALDAS
Descripción de la zona perimetral	El territorio donde se ubica la estructura es relativamente plano con algunas pendientes poco pronunciadas, y al costado oriental se encuentra en rio magdalena a una distancia menor de los 500 m. De forma perimetral a la estructura, se evidencian locales y bodegas de pocos niveles (1 y 2) sin síntomas de asentamientos o alteraciones en fachadas. Al tratarse de una estructura esquinera cuenta únicamente con vecinos en el costado norte.

	De igual forma, La zona perimetral cuenta con servicios de acueducto, alcantarillado, obras de contención y vías a nivel de pavimento hidráulico.
Descripción General de la edificación desde el punto de vista arquitectónico	**ZONA EXTERIOR** **Fachadas principales y laterales:** Muros en bloques de arcilla pañetados y pintados en condiciones aceptables, con presencia de humedades y suciedad moderada. Carpintería metálica color gris (puertas y ventanas) en condiciones óptimas, sin evidencias de corrosión. **Cubierta metálica:** Correas metálicas en condiciones óptimas y tejas en fibrocemento con evidencias de intervenciones no conformes. **ZONA INTERIOR** **Acabados en muros:** Muros pañetados y pintados de color blanco en condiciones buenas si desprendimientos de pintura, con algunos síntomas de humedades evidentes en la zona baja de los mismos. **Acabados en pisos:** Pisos en baldosín cerámico color blanco, beige y café para los niveles superiores. En sótano, concreto expuesto en condiciones óptimas. **Acabados en cielo rasos:** Cielo rasos en láminas de yeso y pintura blanca en condiciones aceptables sin evidencias de humedades a simple vista. Carpintería metálica para puertas y barandas de color dorado.
Descripción de la edificación y el sistema estructural:	El sistema estructural de la edificación corresponde a pórticos de concreto resistentes a momento con capacidad moderada de disipación de energía (DMO). Dicho sistema estructural compone tanto el sistema principal de resistencia sísmica, como el sistema para resistencia del viento. Igualmente, corresponde al sistema para resistencia de cargas verticales. La cimentación de la estructura corresponde a zapatas aisladas desplantadas a 2.2 m desde el nivel actual de la placa de contrapiso del sótano. Todas las zapatas se encuentran entrelazadas con vigas de cimentación de 40x50 cm en condiciones óptimas. A nivel de entrepiso existe una placa aligerada en una dirección con una altura total de 40 cm y viguetas cada 70 cm de 10 de ancho; el espesor de la torta superior es de 5.0 cm con malla electrosoldada.

	En cubierta, se dispone de correas metálicas que soportan tejas en fibrocemento en condiciones deficientes desde un punto de vista netamente cualitativo.
Normativa aplicada según la fecha de construcción:	Conforme al procesos constructivos y calidad del diseño se establece que se diseñó y construyo siguiendo los requisitos establecidos en el CODIGO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIONES SISMO-RESISTENTES 1984.
Fecha de posible detección de síntomas e informe preliminar de lesiones	No se conoce información al respecto.
Tubería sanitarias y eléctricas:	Existen acometidas eléctricas e hidráulicas en perfectas condiciones.
Otros estudios o informes	No se conoce información al respecto.
Estado operativo de las estructuras	La estructura se encuentra actualmente operativa y sin ningún tipo de restricción.

6.7 Levantamiento, calificación y análisis de lesiones existentes

A partir del levantamiento y calificación de síntomas y lesiones, se obtiene el panorama general de afectaciones visibles en la estructura. Inicialmente se realiza el levantamiento y clasificación de cada una de las lesiones existentes en el paciente tomando como base la metodología mencionada en capítulos anteriores de este mismo documento.

En este documento se analizan los resultados generales, permitiendo obtener un diagnóstico de la situación actual de la estructura, desde varios puntos de vista. Este análisis se lleva a cabo, mediante el parámetro de extensión del daño, que muestra cuanta área aproximadamente presenta algún tipo de lesión, daño o síntoma visible.

En la estructura fue evidente encontrar que los elementos mayormente afectados son los muros, es por esta razón que este análisis se centró principalmente aquí.

6.8 Descripción general de las lesiones o daños existentes en el paciente

A continuación, se indica de forma resumida las lesiones representativas existentes en el edificio y que definen su estado, evolución o pronóstico futuro del comportamiento estructural en cuanto a resistencia, durabilidad y necesidades de intervención.

6.8.1 Humedades

Las humedades existentes en el paciente se localizan principalmente en los muros del sótano del costado norte, en la zona más baja de la mayoría de muros del sótano en el arranque del mismo, en una bodega existente en sótano y algunas zonas de los niveles superiores de la edificación.

- **Muros de sótano costado norte**



Fotografía 21 Humedades en muros del sótano costado norte, Fuente: Propia

En estos muros la humedad alcanza una altura entre los 55 y 110 cm, su tonalidad es café y produjo la formación de manchas inoloras.

- **Arranque de muros de sótano**



Fotografía 22 Humedades en la zona baja de muros del sótano, Fuente: Propia

Este tipo de humedades en el paciente no superan mas de 40 cm de altura y presentan características similares a las encontradas en los muros norte descritos anteriormente.

- **Bodega de sótano**

En el sótano existe una bodega al parecer abandonada, donde se almacenan los elementos en desuso de las oficinas del PALACIO; en esta zona se evidencian múltiples humedades como se pueden ver a continuación:



Fotografía 23 Humedades en bodega de sótano, Fuente: Propia

- **Humedades en niveles superiores**

En el segundo nivel de la estructura se evidencia una humedad en la zona baja del muro entre ejes C (2-3) con desprendimiento del acabado:



Fotografía 24 Humedades en piso 2 de la edificación, Fuente: Propia

- **Humedades perimetrales en fachadas**

En las fachada frontal y lateral existen humedades color negro en la zona baja de los muros con una altura máxima de 35 cm:





Fotografía 25 Humedades en fachadas de la estructura, Fuente: Propia

6.8.2 Suciedad o manchas

Las manchas se localizan en gran medida en las fachadas y en los muros de sótano donde se observan humedades descritas en el numeral anterior.

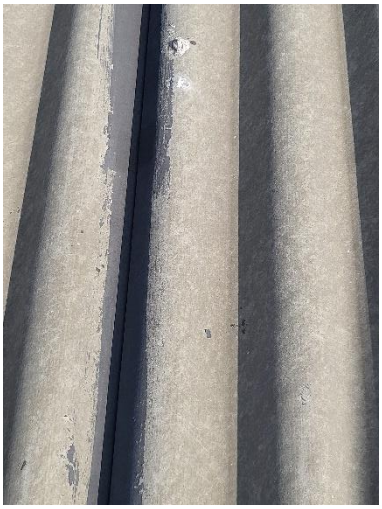
6.8.3 Filtraciones de agua lluvia

Si bien durante el recorrido en el paciente no se observaron filtraciones de aguas lluvias al interior, de acuerdo a lo mencionado por el personal que trabaja en las instalaciones en épocas de invierno este fenómeno es excesivo y se produce a través de las tejas de cubierta.

Después de realizada una revisión detallada, fue posible determinar que efectivamente se han realizado algunas intervenciones en la zona con el fin de mitigar los daños, pero a la fecha han sido en vano:





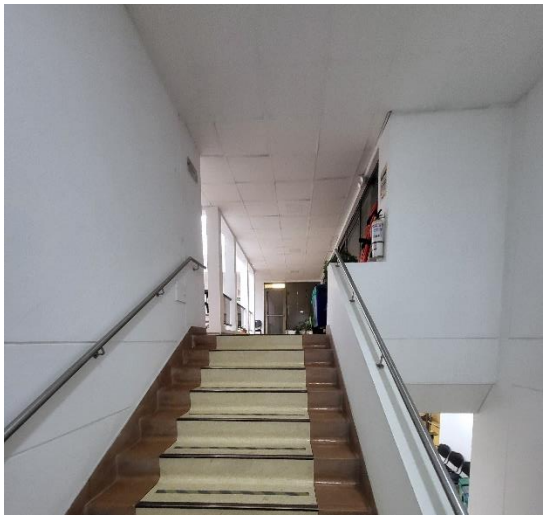


Fotografía 26 Intervención en tejas de cubierta, Fuente: Propia

Se desconoce el producto utilizado para las intervenciones en cubierta y su funcionalidad.

6.8.4 Deformación en cielo raso

Los cielos rasos en laminas de yeso y su estructura de soporte poseen algunas deformaciones mecánicas que generan un aspecto físico desfavorable para la estructura:







Fotografía 27 Deformaciones en cielo rasos, Fuente: Propia

6.8.5 Fisuras en acabados (pintura)

En el paciente se observan algunas fisuras en los muros contiguos a las columnas que conforman los pórticos de concreto:



Fotografía 28 Fisuras en acabados, Fuente: Propia

El espesor de las fisuras es de 0.15 mm y se encuentra únicamente sobre la pintura sin afectar el revoque de los muros.

6.9 Diagnóstico de patologías

6.9.1 Humedades en muro norte

Como se especifico a lo largo de este documento técnico, en el costado norte de la edificación existen propiedades vecinas y al mismo estos terrenos están mas altos al existir un sótano. De igual forma, al existir el rio magdalena en las inmediaciones del lote de implantación del PALACIO, el suelo contiene alta humedad.

Acorde con lo anterior y lo evidenciado en sitio, estos muros contienen parcialmente el terreno existente bajo los predios vecinos por lo que ese contenido de agua de forma continuo y constante genera la humedad sobre estos.

Este tipo de lesión se puede considerar como moderada, afectando el confort, el servicio y funcionalidad del elemento.

6.9.2 Humedades zona baja de muros

Este tipo de lesión existente en el paciente se conoce como humedades por capilaridad.

"Las humedades por capilaridad son cuando el agua asciende desde el terreno en el que se halla construido el edificio a través de los poros internos de los materiales" (Enciclopedia Broto, 2006).

Esta humedad se relaciona con la mayoría de las obras con más de 50 años de antigüedad, en las que no solo se hace presente el problema de salubridad, sino que también el problema de durabilidad de los materiales (Toma, 2016-2017).

Su nombre es debido al fenómeno de capilaridad, que se puede definir como la capacidad que poseen los fluidos de difundirse a través de la estructura porosa de los materiales, desde el terreno hasta una altura variable de los mismos. Esta propiedad de los fluidos dependerá de las características intrínsecas de cada material, principalmente de la superficie y estructura porosa de los mismos, entre más ancha será más corto el recorrido del agua.

Otro fenómeno que afecta este tipo de humedad es la tensión superficial, que depende mucho de la calidad de la superficie. En el caso que la superficie de este medio solido tiene un cierto tratamiento que lo deja impermeable, la adherencia entre la tensión superficial del líquido y la superficie será nula. Como lo menciona Toma, 2016-2017: "*El síntoma más evidente para las humedades por capilaridad es la presencia de una banda oscura que se ubica en las zonas bajas de la edificación, en forma de un zócalo húmedo. Aparte, también aparecen lesiones como el deterioro de los materiales,* ***desprendimientos de revestimientos****, roturas alveolares, que son efectos causados por las eflorescencias".* Como se puede observar estos son los síntomas que se evidenciaron en los muros del paciente (sótanos y de fachada) donde se presenta una banda oscura y en la zona interior existe desprendimiento de la pintura y estuco.

Adicionalmente, esta lesión es muy frecuente en los muros construidos directamente sobre el terreno natural sin utilizar ningún tipo de barrera protectora o impermeabilización. De igual forma, es más crítico su condición en zonas humedades (suelos arcillosos) como se describió en las características del suelo encontrado en la zona.

Como se pudo observar en el paciente, el desprendimiento de acabados es más predominante en la zona más baja de la estructura (por debajo del nivel exterior del terreno), y esto como consecuencia que existe mayor área de contacto entre el agua del suelo y los muros perimetrales, todo esto siendo consecuente con el diagnostico presentado.

Este tipo de lesión se puede considerar como moderada, afectando el confort, el servicio y funcionalidad del elemento.

6.9.3 Humedades en bodega

Conforme a las características de la lesión presente en el paciente, esta patología se debe a ruptura de un tubo de aguas residuales existente en la zona que afecto de forma considerable los elementos no estructurales (muros).

Este tipo de lesión se presenta de forma esporádica y no tiene implicaciones estructurales sobre la edificación.

Se puede considerar con un grado de severidad severo, afectando el confort, el servicio y funcionalidad, resistencia y capacidad de los muros implicados, por lo que es recomendable realizar la demolición total del elemento y remplazarlo por uno nuevo; esto posible ya que hace parte del sistema de resistencia sísmico o gravitacional de la edificación.

6.9.4 Humedad en piso 2

La humedad aislada existente en el piso 2, es consecuencia directa de la inexistencia de elementos de impermeabilización en zonas húmedas (baños), resulta que el uso cotidiano de agua genera la filtración de este a través de los elementos generaron su saturación y facilitando su visualización.

Este tipo de lesión se puede considerar con un grado de severidad leve, afectando únicamente el confort.

6.9.5 Suciedad o manchas

La suciedad o manchas son un efecto secundario de la presencia constante de humedad, por ende, si se realizan obras de intervención para dicha lesión las suciedades o manchas no volverán a presentarse en el paciente.

Los síntomas de suciedad son más evidentes en las fachadas de la edificación ya que es allí donde transita en agua de escorrentía durante épocas de invierno siendo más predominantes en la fachada lateral donde la vía posee una pendiente suave.

Por otro lado, las machas existentes en la zona baja de las ventanas de la fachada derecha son causa de la inexistencia de goteros inferiores, ya que el agua lluvia moja la ventana y por efectos gravitacionales desciende; pero al no poseer este elemento de desagüe se “estanca” por fenómeno de capilar generando la acumulación de agua que a largo plazo se convierte en mancha.

Este tipo de lesión se puede considerar como moderada, afectando el confort, el servicio y funcionalidad del elemento.

6.9.6 Filtración de aguas lluvias

La filtración de aguas lluvias al interior de la estructura a través de las tejas se debe principalmente a que esta posee un pendiente muy baja (menor a 10°) generando que se pueda estancar de forma parcial y a través del fenómeno de capilaridad el agua ingrese a través de las juntas transversales entre tejas. Ahora bien, los tratamientos realizados no generan ningún tipo de mitigación ya que los

sellos en primera medida están rotos y segundo fueron instalados en las juntas longitudinales donde no se produce ningún tipo de filtración.

Este tipo de lesión se puede considerar como moderada, afectando el confort, el servicio y funcionalidad considerando los daños que produce al interior de la estructura. Debido a la ampliación en altura del PALACIO estos elementos serán retirados y en nuevo nivel se especificará una pendiente suficiente para que no se vuelva a presentar dicha patología.

6.9.7 Deformaciones en cielo rasos

Es habitual que este tipo de elementos tiendan a descolgarse debido a la edad propia de los mismos, ya que van perdiendo capacidad de soporte y perdidas de anclaje. Adicionalmente, el hecho de retirar y colocar este tipo de elementos durante los mantenimientos periódicos va generando su desgaste.

Este tipo de lesión se puede considerar con un grado de severidad moderado, afectando el confort, el servicio y funcionalidad. Es recomendable cambiarlo para evitar posibles colapsos parciales sobre los funcionarios que trabajan en la entidad y visitantes.

6.10 Resultados de ensayos destructivos y no destructivos

Dentro del estudio de patología estructural se efectuaron los siguientes ensayos in situ y de laboratorio a los elementos existentes del puente:

- Regatas para verificar el refuerzo principal de las vigas de cimentación.
- Extracción, corte y ensayo de núcleos a compresión en columnas y vigas.
- Ensayo de medición de frente de carbonatación con indicador de fenolftaleína.
- Localización, medición de recubrimiento y diámetro de refuerzo mediante ensayo no destructivo (Ferroscan).

6.10.1 Regatas

El propósito de estos ensayos destructivos corresponde a la verificación in situ del refuerzo principal y secundario, tipo de varillas, separación y estado actual tanto del concreto como del acero. Se llevaron a cabo (2) regatas en las vigas de cimentación de las siguientes zonas:

- Viga Eje 3 entre A y B
- Viga Eje D entre 1 y 2

Se demolió el recubrimiento de los elementos existentes hasta llegar al refuerzo longitudinal y transversal, para las dos vigas se encontró que el acero de refuerzo longitudinal corresponde a 3 barras #6 corrugadas y el transversal a barras #3 lisas distanciadas cada 12 cm en zona confinada.

De igual forma, poseen recubrimientos superiores de 7.5 cm y laterales de 4.0 cm. Los resultados se pueden visualizar en las siguientes fotografías:



Fotografía 29 Refuerzo existente en Viga Eje 3 entre A y B, Fuente: Propia



Fotografía 30 Refuerzo existente en Viga Eje D entre 1 y 2, Fuente: Propia

Cabe destacar que, al comparar mediante los datos de los ensayos no destructivos con los obtenidos mediante la exploración directa a partir de regatas, se obtiene que estas pruebas son confiables.

6.10.2 Extracción, corte y ensayo de núcleos a compresión

Para establecer la resistencia a la compresión f'c de los elementos que componen el paciente, se llevó a cabo la extracción, corte y ensayo a compresión de siete (10) núcleos de concreto, seis (6) en las columnas y cuatro (4) en las vigas de entrepiso:



Fotografía 31 Extracción de núcleos de concreto, Fuente: Ingeniería y Laboratorio de Materiales SAS

Se parte del antecedente que no existe información preliminar donde se especifiquen las resistencias a la compresión de los concretos (f´c), por ende, los valores obtenidos serán los considerados durante el proceso de análisis de durabilidad y resistencia de la estructura.

A continuación, se muestran los resultados de la resistencia a compresión obtenidos en los ensayos de los núcleos extraídos.

Tabla 2 Resultados de pruebas a compresión a núcleos de columnas

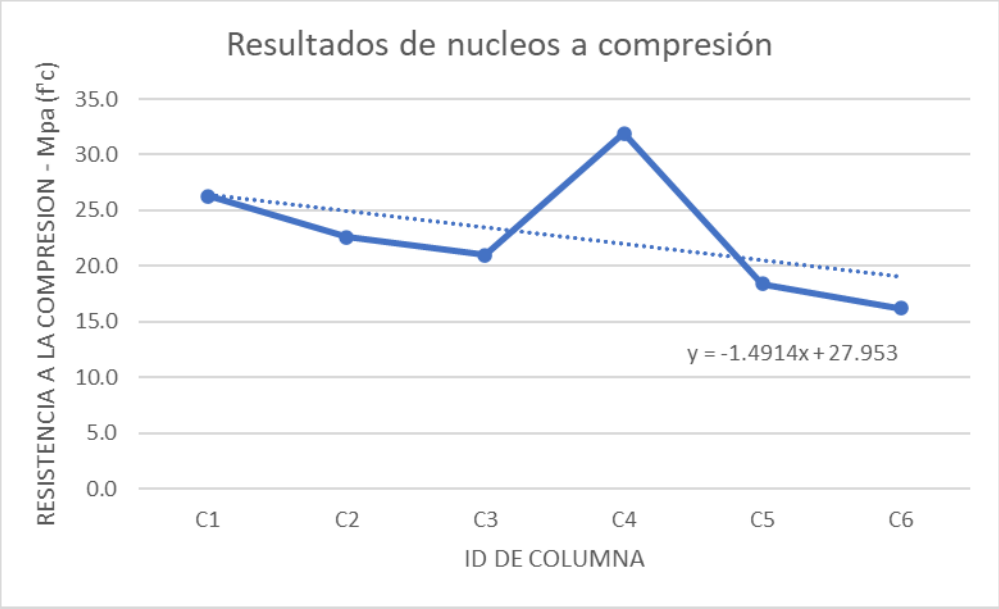
N°	Identificación de muestra	Elemento	Localización	F'c (MPa)
1	C1	Columna Eje 3C	Sótano	26,3
2	C2	Columna Eje 1A	Sótano	22,6
3	C3	Columna Eje 2C	Sótano	21,0
4	C4	Columna Eje 7B	Piso 1	31,9

5	C5	Columna Eje 1C	Piso 2	18,4
6	C6	Columna Eje 5B	Piso 3	16,2

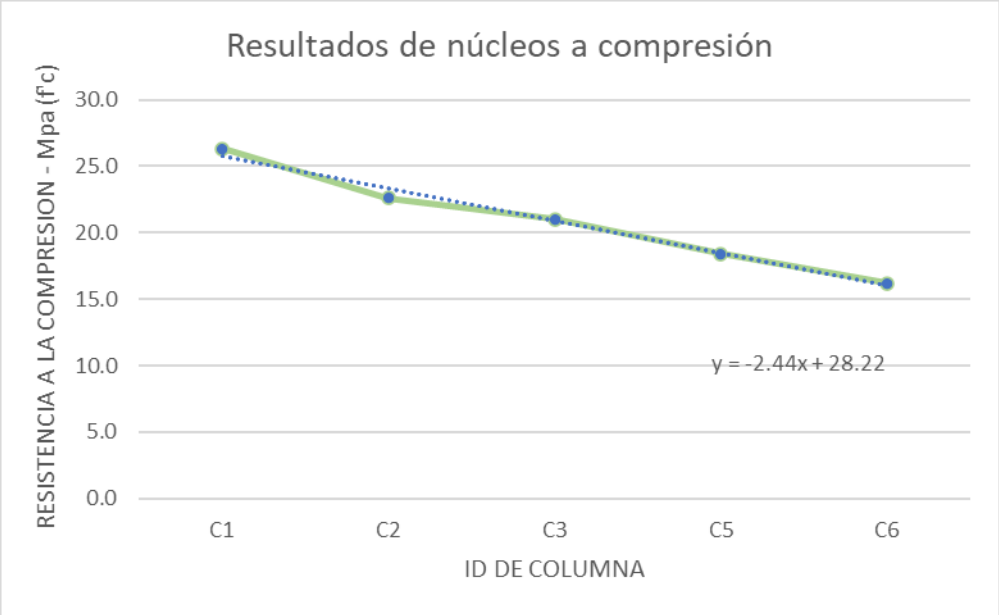
Tabla 3 Resultados de pruebas a compresión a núcleos de vigas

N°	Identificación de muestra	Elemento	Localización	F'c (MPa)
1	V1	Viga Eje B (1-voladizo)	Piso 1	15,5
2	V2	Viga Eje A (5-6)	Piso 1	18,0
3	V3	Viga Eje A (5-6)	Piso 2	22,1
4	V4	Viga Eje A (5-6)	Piso 3	25,1

Analizando los resultados de resistencias a compresión del concreto (f'c) es posible evidenciar que estos valores tienen gran coherencia considerando que de acuerdo a los diseños estructurales la resistencia de los concretos es superior en los niveles inferiores, para el caso de las columnas se tiene:

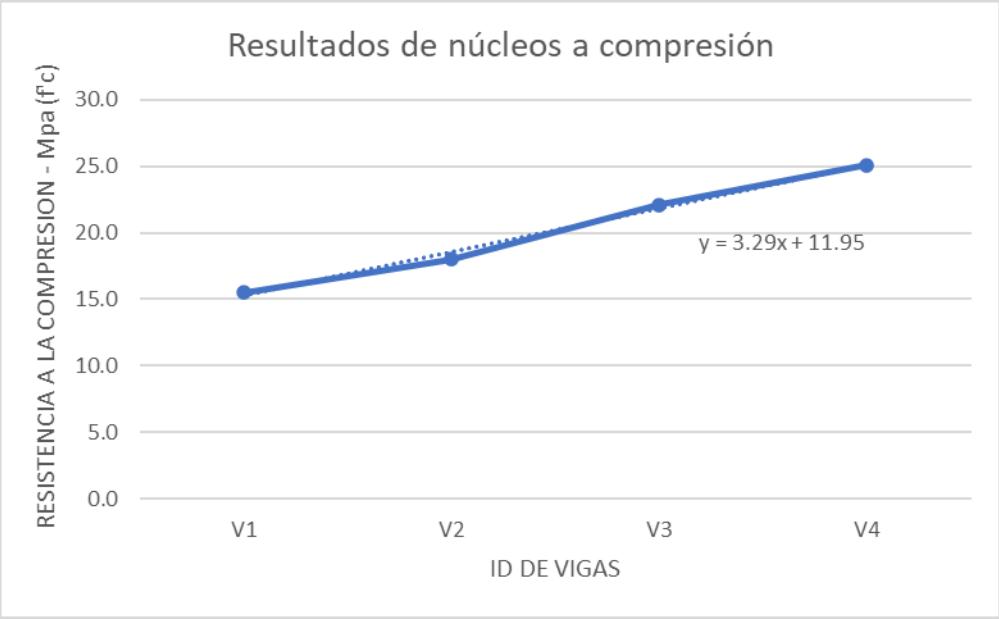


Teniendo presente que el resultado en la columna C4 es muy elevado en comparación con los demás, se considera eliminarlo de la anterior gráfica y se obtiene:



Como se puede observar los resultados tienen aun mayor coherencia por lo cual se considerarán estos valores y se correlacionarán con los obtenidos de los ensayos de esclerometría.

Para el caso de las vigas, extrañamente la f'c tiende a aumentar en cuanto aumenta el piso evaluado:



Si bien los resultados no son concretos se pueden observar que tienen una variación promedio entre los 18 y 25 Mpa lo que permite suponer un concreto de diseño igual a los 21 Mpa, estos valores de igual forma serán correlacionados con los resultados de esclerometrías realizados en vigas.

6.10.3 Ensayos de carbonatación

Este ensayo realizado mediante el indicador de fenolftaleína se realizó en seis (6) de los núcleos extraídos. El objetivo de este es conocer el perfil de carbonatación actual de la estructura y posteriormente proyectar la vida útil de la misma teniendo en cuenta los recubrimientos existentes en la estructura.

Así mismo, desde el punto de vista patológico, la velocidad de carbonatación puede ser indicativa, de forma indirecta, de la calidad de concreto (porosidad, compactación y cantidad de cemento de la mezcla).

La carbonatación en el concreto se puede definir como el proceso que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico (CO2) reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido de calcio, sodio y potasio (con alto pH) a carbonatos que tiene un pH más neutral, lo que ocasiona que el pH general disminuya hasta valores cercanos a neutros (7 - 8).

El concreto originalmente presenta alta alcalinidad lo que promueve la formación de óxidos pasivantes sobre el acero, al efectuarse las reacciones de carbonatación, el acero pierde la protección dejando a la armadura en condición que permiten la corrosión activa.

El proceso se va presentando de forma progresiva desde el exterior hacia el interior del elemento estructural, a una velocidad que depende de varios factores tales como la porosidad, tipo y cantidad de cemento, nivel de compactación, tipo y tiempo de curado, relación agua/cemento y condiciones ambientales (Galán, 2011).

En términos generales un concreto presenta una menor velocidad de carbonatación entre mayor sea la resistencia a compresión del mismo. De otro lado, las condiciones de humedad o ambientales también infieren en mayores o menores velocidades del proceso de carbonatación, ya que el bloqueo parcial de los poros por efecto de la lluvia o humedad atmosférica impide el avance del CO2.
En las siguientes tablas se observan los resultados de profundidad del frente de carbonatación:

INFORME DE RESULTADOS

DETERMINACIÓN DE CARBONATACIÓN EN EL CONCRETO

INFORMACIÓN GENERAL

EMPRESA:	GEINPROYEC S.A.S		
CIUDAD:	LA DORADA - CALDAS	OBRA:	CONSULTORÍA PALACIO DE JUSTICIA
DIRECCIÓN:	CALLE 13 N° 9 - 32 BARRIO SAN ANTONIO	CIUDAD:	LA DORADA - CALDAS
CONTACTO:	ING. FABIAN MACHADO	DIRECCIÓN:	CRA 12 N° 16 - 01 BARRIO CENTRO
TELÉFONO:	3234613995	TELÉFONO:	3234613995
FECHA RECEPCIÓN:	2024-08-01	FECHA DE RESULTADO:	2024-08-16
ORDEN DE SERVICIO:	OS. 372-24	INFORME N°:	INF. 372-2024

NORMA APLICADA

Determinación de la profundidad de carbonatación en un hormigón endurecido por el método de la fenolftaleína UNE-EN 14630

TABLA DE RESULTADOS

ITEM	MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LOCALIZACIÓN	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (mm)
1	CONCRETO	NÚCLEO N° 4	COLUMNA EJE 1-C NIVEL 2	8,3
2	CONCRETO	NÚCLEO N° 5	COLUMNA 5-B NIVEL 3	9,1
3	CONCRETO	NÚCLEO N° 6	COLUMNA EJE 7-B NIVEL 1	0,0
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

INFORME DE RESULTADOS

DETERMINACIÓN DE CARBONATACIÓN EN EL CONCRETO

INFORMACIÓN GENERAL

EMPRESA:	GEINPROYEC S.A.S		
CIUDAD:	LA DORADA - CALDAS	OBRA:	CONSULTORÍA PALACIO DE JUSTICIA
DIRECCIÓN:	CALLE 13 N° 9 - 32 BARRIO SAN ANT(	CIUDAD:	LA DORADA - CALDAS
CONTACTO:	ING. FABIAN MACHADO	DIRECCIÓN:	CRA 12 N° 16 - 01 BARRIO CENTRO
TELÉFONO:	3234613995	TELÉFONO:	3234613995
FECHA RECEPCIÓN:	2024-08-10	FECHA DE RESULTADO:	2024-08-16
ORDEN DE SERVICIO:	OS. 387-24	INFORME N°:	INF. 387-2024

NORMA APLICADA

Determinación de la profundidad de carbonatación en un hormigón endurecido por el método de la fenolftaleína. UNE-EN 14630

TABLA DE RESULTADOS

ITEM	MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LOCALIZACIÓN	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (mm)
1	CONCRETO	NÚCLEO N° 2	VIGA EJE A ENTRE 5 - 6 NIVEL 1	0,0
2	CONCRETO	NÚCLEO N° 3	VIGA EJE A ENTRE 5 - 6 NIVEL 3	0,0
3	CONCRETO	NÚCLEO N° 4	VIGA EJE A ENTRE 5 - 6 NIVEL 2	0,0
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

Se evidencia que, en términos generales, para las columnas, el frente de carbonatación o pérdida de PH asciende en promedio a 8.7 mm, lo cual relativamente bajo para el promedio de recubrimiento de los elementos correspondiente a 25 mm, lo que conlleva a que el avance del agresor sea casi del 34.8% (bajo), es decir que NO ha alcanzado tanto el refuerzo transversal como longitudinal de los elementos y, por ende, no existe inicio el proceso de corrosión.

En cuanto a las vigas, el frente de carbonatación es 0.00 mm en todos los casos lo que es considerablemente bueno teniendo en consideración la vida de la estructura y las condiciones del entorno (alta humedad relativa).

Lo anterior demuestra una calidad aceptable de los concretos lo cual es acorde con los resultados de los otros ensayos realizados en el paciente (f'c).

La velocidad de carbonatación corresponde a una de las variables o aspectos requeridos dentro de un estudio o investigación detallada cuyo objetivo es establecer el pronóstico, evolución y/o requerimiento de intervención para mitigar las afectaciones o impactos que genera el fenómeno de corrosión, tanto a nivel individual como a nivel de la estructura en general.

La velocidad de carbonatación se calcula mediante la expresión de la siguiente ecuación que proviene del método o modelo de la raíz cuadrada del tiempo.

$$V = \frac{X}{\sqrt{t}}$$

Ecuación - Velocidad del frente de carbonatación

Dónde:

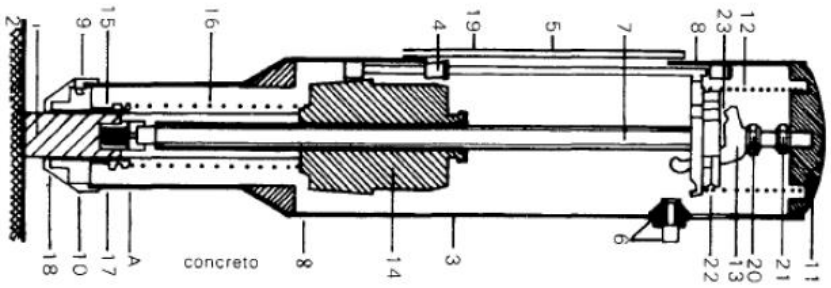
V: Velocidad de carbonatación en mm/año$^{0.5}$
X: Profundidad del frente de carbonatación medida en mm
t: Edad de la estructura en años.

Pronosticando un año promedio de construcción (1989), se tiene para las columnas una velocidad de carbonatación de 1.47 mm/año^{0,5} (baja), la cual se considera adecuada. Así mismo, se estima que faltan 254 años para que el frente de carbonatación alcance el refuerzo con menor recubrimiento existente a la fecha (25.0 mm) lo que es muy satisfactorio considerando que las estructuras se diseñan con una probabilidad de vida útil de 50 años.

6.10.4 Ensayos de esclerometría o índice de rebote

Este ensayo se hace mediante un instrumento llamado esclerómetro el cual mide la resistencia superficial de un elemento de concreto evaluando la resiliencia del material o su capacidad para absorber energía cuando es deformado elásticamente y liberar esa energía.

El esclerómetro está conformado por un martillo que recibe la energía potencial almacenada en un resorte calibrado que sostiene y se desliza por una barra guía hasta golpear el punzón de impacto en contacto con el concreto que rebota proporcionalmente a la rigidez del elemento. Un indicador se desplaza en una escala graduada debido al movimiento de rebote.



1. Embolo de impacto. 2. Superficie de cemento. 3. Alojamiento de martillo. 15. Aro de retén. 16. Muelle de impacto. 17. Manguito de guía. 18. Arandela de fieltro. 19. Ventanilla de plexiglas. 4. Guía con vástago guía. 5. Escala. 6. Reten. 7. Guía de martillo. 8. Disco. 9. Tapadera. 10. Aro en dos partes. 11. Cubierta posterior. 12. Muelle de compresión. 13. Trinquete. 14 Masa 20. Tornillo de desplazamiento. 21. Contratuerca. 22. Pasador. 23. Muelle de trinquete.

Figura 3 Corte esquemático del esclerómetro y sus componentes, Fuente: J. Gabriel Gómez Cortes, pág. 31



Fotografía 32 Esclerómetro usado marca Controls Model 58-C01181/N, Fuente: El autor

Los resultados obtenidos de este ensayo se usan como un método correlativo (aproximado y estimado) relacionado con los resultados de los ensayos de extracción de núcleos con el fin de estimar una resistencia del concreto. Este método por sí solo NO puede tomarse como una medida real y definitiva de la resistencia del concreto, ya que NO ha sido desarrollada una curva de correlación para los concretos específicos del elemento o al menos para la región (agregados y tipo de cemento). Se basa en la curva original del equipo basado en el estándar CECS02:2005.

Para este caso, dado que se realizaron varios ensayos con esclerómetro en cada elemento, es posible verificar que tan variable o no fue la calidad del concreto durante el proceso constructivo.

INFORME DE RESULTADOS

MEDICIÓN DEL REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO

INFORMACIÓN GENERAL

EMPRESA:	GEINPROYEC S.A.S		
CIUDAD:	LA DORADA - CALDAS	OBRA:	CONSULTORÍA PALACIO DE JUSTICIA
DIRECCIÓN:	CALLE 13 N° 9 - 32 BARRIO SAN ANTONIO	CIUDAD:	LA DORADA - CALDAS
CONTACTO:	ING. FABIAN MACHADO	DIRECCIÓN:	CRA 12 N° 16 - 01 BARRIO CENTRO
TELÉFONO:	3234613995	TELÉFONO:	3234613995
FECHA DE ENSAYO:	2024-08-01 2024-08-10	FECHA DE RESULTADO:	2024-08-16
ORDEN DE SERVICIO:	OS. 372-24	INFORME N°:	INF. 372-2024

NORMA APLICADA

Método de ensayo para medir el número de rebote del concreto endurecido. NTC 3692.

TABLA DE RESULTADOS

Identificación y Localización de la Zona de Ensayo	Descripción de la Zona de Ensayo	Descripción del Concreto		Medición de Rebote		Valor de Rebote Promedio Remanente	Resistencia Deducida (MPa)*
Elemento Testigo **COLUMNA EJE 3-C SÓTANO**	FORMALETEADA	Edad (Días)	N.S	48,0	46,0	**48,9**	**26,3**
				54,0	54,0		
		f'_c (MPa)	21	48,0	46,0		
				50,0	56,0		
				48,0	46,0		
Elemento Evaluado **COLUMNA EJE 2-B SÓTANO**	FORMALETEADA	Edad (Días)	N.S	52,0	56,0	**52,7**	**28,3**
				56,0	50,0		
		f'_c (MPa)	21	48,0	54,0		
				56,0	52,0		
				60,0	50,0		
Elemento Evaluado **COLUMNA EJE 3-A SÓTANO**	FORMALETEADA	Edad (Días)	N.S	52,0	56,0	**52,4**	**28,2**
				50,0	46,0		
		f'_c (MPa)	21	50,0	54,0		
				56,0	44,0		
				54,0	54,0		
Elemento Evaluado **COLUMNA EJE C-3 NIVEL 1**	FORMALETEADA	Edad (Días)	N.S	40,0	40,0	**40,2**	**21,6**
				40,0	38,0		
		f'_c (MPa)	21	44,0	38,0		
				40,0	44,0		
				38,0	40,0		
Elemento Evaluado **COLUMNA EJE 2-C NIVEL 3**	FORMALETEADA	Edad (Días)	N.S	48,0	48,0	**44,8**	**24,1**
				44,0	40,0		
		f'_c (MPa)	21	44,0	44,0		
				40,0	46,0		
				46,0	48,0		

INFORME DE RESULTADOS

MEDICIÓN DEL REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO

INFORMACIÓN GENERAL

EMPRESA:	GEINPROYEC S.A.S		
CIUDAD:	LA DORADA - CALDAS	OBRA:	CONSULTORÍA PALACIO DE JUSTICIA
DIRECCIÓN:	CALLE 13 N° 9 - 32 BARRIO SAN ANTONIO	CIUDAD:	LA DORADA - CALDAS
CONTACTO:	ING. FABIAN MACHADO	DIRECCIÓN:	CRA 12 N° 16 - 01 BARRIO CENTRO
TELÉFONO:	3234613995	TELÉFONO:	3234613995
FECHA DE ENSAYO:	2024-08-01 2024-08-10	FECHA DE RESULTADO:	2024-08-16
ORDEN DE SERVICIO:	OS. 387-24	INFORME N°:	INF. 387-2024

NORMA APLICADA

Método de ensayo para medir el número de rebote del concreto endurecido. NTC 3692.

TABLA DE RESULTADOS

Identificación y Localización de la Zona de Ensayo	Descripción de la Zona de Ensayo	Descripción del Concreto		Medición de Rebote		Valor de Rebote Promedio Remanente	Resistencia Deducida (MPa)*
Elemento Testigo **VIGA EJE A ENTRE 5 - 6 NIVEL 1**	FORMALETEADA	Edad (Dias)	N.S	40,0	38,0	**41,2**	**18,0**
				40,0	38,0		
		f'_c (MPa)	21	42,0	40,0		
				44,0	44,0		
				46,0	40,0		
Elemento Evaluado **VIGA EJE 6 ENTRE A - B NIVEL 2**	FORMALETEADA	Edad (Dias)	N.S	42,0	44,0	**41,8**	**18,2**
				40,0	42,0		
		f'_c (MPa)	21	44,0	40,0		
				38,0	40,0		
				46,0	42,0		
Elemento Evaluado **VIGA EJE 1 ENTRE B - C NIVEL 1**	FORMALETEADA	Edad (Dias)	N.S	42,0	40,0	**41,2**	**18,0**
				44,0	44,0		
		f'_c (MPa)	21	40,0	38,0		
				40,0	40,0		
				44,0	40,0		
Elemento Evaluado ----------	----------	Edad (Dias)	---	---	---	---	---
				---	---		
		f'_c (MPa)	---	---	---	---	
				---	---		
				---	---		
Elemento Evaluado ----------	----------	Edad (Dias)	---	---	---	---	---
				---	---		
		f'_c (MPa)	---	---	---	---	
				---	---		
				---	---		

Una vez correlacionados los anteriores resultados con el ensayo de núcleos de concreto, se determina de forma conservadora considerar las siguientes resistencias a la compresión en los elementos para el análisis de vulnerabilidad y reforzamiento de estructura teniendo en cuenta la ampliación de la misma en altura:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE COLUMNAS SEGÚN ENSAYOS		
Nivel	**Fc (Mpa)**	**Sustento técnico**
Sótano	22.6	Este valor se encuentra por debajo del promedio obtenido de los ensayos de núcleos de concreto para este nivel y es menor a todos los valores de las esclerometrías.
Piso 1	21.6	Es el resultado obtenido a partir de las esclerometrías, es muy inferior al obtenido en los núcleos de concreto y es coherente con la proyección (gráfica).
Piso 2	18.4	Es el resultado obtenido a partir del ensayo de núcleos de concreto.
Piso 3	16.2	Es el resultado obtenido a partir del ensayo de núcleos de concreto y es mucho menor al obtenido del ensayo de esclerometrías.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE VIGAS SEGÚN ENSAYOS		
Nivel	**Fc (Mpa)**	**Sustento técnico**
Piso 1	18.0	Este valor se encuentra por debajo del promedio obtenido de todos los ensayos de núcleos de concreto y es igual a todos los valores de las esclerometrías en ese nivel.
Piso 2	18.2	Es el resultado obtenido a partir del ensayo de esclerometrías, es menor al del núcleo de concreto y está muy cercano al valor determinado para las columnas en el mismo nivel.

Piso 3	18.2	Se considera el mismo valor del nivel inferior (piso 2) ya que el obtenido a partir del ensayo de núcleos de concreto es muy superior.

6.10.5 Ensayo no destructivo para localización, medición de recubrimiento y diámetro de refuerzo (Ferroscan)

Mediante el ferroscan HILTI PS300 se realiza una radiografía sobre una plantilla o plano del elemento estructural ya sea viga o columna.

El Ferroscan está compuesto por un escáner que detecta los metales ferromagnéticos y al mover este sobre una superficie de concreto emite un campo electromagnético que atraviesa el concreto. Al mismo tiempo el escáner recoge la distribución del campo en el material base mediante un proceso de medición diferencial que puede detectar metales con buenas propiedades de conducción magnética (ferromagnéticos). A partir de los datos de medición, el monitor proporciona una representación gráfica del refuerzo, el recubrimiento de concreto hasta la superficie del refuerzo y el diámetro de estos.



Fotografía 33 Ensayo de localización de acero, Fuente: Propia

Se llevaron a cabo catorce (14) mediciones con el equipo ya mencionado, las cuales fueron distribuidos en los elementos a lo largo de toda la edificación. A continuación, se presenta el resumen del refuerzo encontrados en los diferentes niveles:

REFUERZO EXISTENTE EN COLUMNAS			
Nivel	**Acero vertical**	**Acero transversal (estribos)**	**Recubrimiento**
Sótano	16#5 (50x60 cm)	#3 c/. 10 (ZC) #3 c/. 20 (ZNC)	27 mm
Piso 1	16#5 (50x60 cm)	#3 c/. 10 (ZC) #3 c/. 20 (ZNC)	28 mm
Piso 2	16#5 (50x60 cm)	#3 c/. 10 (ZC) #3 c/. 20 (ZNC)	23 mm
Piso 3	14#5 (50x50 cm)	#3 c/. 10 (ZC) #3 c/. 20 (ZNC)	25 mm

REFUERZO EXISTENTE EN VIGAS AÉREAS			
Nivel	**Acero longitudinal**	**Acero transversal (estribos)**	**Recubrimiento**
Piso 1	4#5 (vista inferior) – Viga carguera – ancho 40 cm	#3 c/. 125 (ZNC)	26 mm
Piso 1	3#5 (vista inferior) – Viga rigidez – ancho 30 cm	#3 c/. 20 (ZNC)	23 mm
Piso 2	3#6 (vista superior) – Carguera – ancho 30 cm	#3 c/. 10 (ZC) #3 c/. 20 (ZNC)	75 mm
Piso 2	3#5 (vista inferior) – Carguera – ancho 30 cm	#3 c/. 10 (ZC) #3 c/. 20 (ZNC)	40 mm

7. CONCLUSIONES FINALES

- El sistema de resistencia sísmica y gravitacional existente en la estructura (pórticos resistentes a momento con capacidad moderada de disipación de energía DMO) cumple con los requisitos sismo resistentes establecidos en la NSR-10 a pesar que fue construida muchos años antes de entrar en vigencia esta norma.
- La geometría de los elementos estructurales (columnas y vigas) y refuerzo asignado cumple con los requisitos mínimos establecidos en la NSR-10.
- En la estructura no se evidencian asentamiento totales o diferenciales que permitan suponer deficiencias en suelo de soporte o cimentación existente.
- La cimentación de la edificación es de tipo superficial y corresponde a zapatas aisladas entrelazadas a partir de vigas de cimentación en buenas condiciones.
- Los entrepisos están conformados por placas aligeradas en una dirección con casetón de guadua, en los niveles superiore fue retirado dicho aligeramiento mientras que en la placa de sótano NO fue retirado y existe torta inferior.
- En la edificación existen lesiones físicas principalmente humedades en los niveles inferiores (sótano) debido a la zona de implantación (cerca al rio Magdalena) y a las pendientes en las vías perimetrales, a pesar de esto no comprometen la estabilidad de la estructura, pero generan un aspecto de deterioro en general
- La filtración de aguas lluvias en el tejado es producto de un mal proceso constructivo que va a ser resarcido con la ampliación en altura de la edificación.

- A pesar que los recubrimientos en elementos estructurales son inferiores a los establecidos en la NSR-10, se pudo corroborar que la velocidad del frente de carbonatación es muy baja y en ningún caso esta en riesgo el acero de refuerzo de sufrir el fenómeno de corrosión.
- Lo ensayos destructivos y no destructivos realizados en la edificación permiten determinar de forma acertada la resistencia del concreto existente en cada uno de los elementos con la finalidad de realizar el estudio de vulnerabilidad y reforzamiento sísmico.