



**Estudios Técnicos De Vulnerabilidad Sísmica Y Reforzamiento Estructural
Del Edificio De Parquaderos De La Agrupación De Vivienda Bosque De
Modela II Etapa Lote 4**

Ing. Jesús David González Martínez

Trabajo TPI

Docente

Edmundo Andrés Delgado Caicedo

Módulo Opción De Grado

Universidad Santo Tomás, Bogotá

Especialización Patología de la Construcción

2024

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	10
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3. MARCO REFERENCIAL	12
3.1 Teórico	12
3.2 Conceptual.....	12
3.2 Legal.....	13
4. ANALISIS DE INFORMACION PRELIMINAR.....	14
4.1 Informe final diagnóstico de patología realizado por la empresa MRP SAS.....	14
4.2 Anexo Laboratorios Patología Bosque de Modelia 30 10 2023 realizado por la empresa PSI Ingeniería y Laboratorios.	15
4.3 Planimetría estructural existente.	15
4.4 Informe ing. Claros.....	15
5. PRE-DIAGNOSTICO	17
5.1 Placa de contra piso.....	17
5.2 Pantallas estructurales perimetrales.....	18
5.3 Columnas en concreto reforzado.....	19
5.4 Placa de entre piso.....	20
5.5 Pavimento sobre placa.....	21
5.6 Actividades adicionales para control, mitigación y erradicación de patologías.....	21
5.7 Resumen de Pre-diagnostico	22

6. CONSULTORIA Y TRABAJOS DE CAMPO	24
6.1 Tomas de muestras de esclerómetro.....	24
6.2 Toma de muestras de ferrosan.....	25
6.3 Auscultación de placa de entre piso	26
6.4 Estudio de suelos.....	27
6.5 Modelo estructural y/o cálculo matemático	29
6.6 Peritaje estructural e informe de vulnerabilidad.....	34
Se realiza un informe perital y de vulnerabilidad de la estructura, donde se determina la capacidad de resistencia en conjunto de edificio frente a un sismo y el cumplimiento de la NSR-10 en todos sus apartados competentes a la estructura en concreto.	34
6.6.1 Toma de deflexiones.....	34
6.6.2 Calculo de índice de sobre esfuerzos.....	34
6.7 Diseño y calculo estructural de reforzamiento	35
6.7.1 Vigas, placa de entre piso.....	35
6.7.2 Pavimento asfaltico, placa de contra piso.....	36
6.7.3 Cimiento, muros de contención perimetrales.	36
6.8 Mitigación de los factores generadores de patologías.....	36
6.9 Levantamiento topográfico.....	37
6.10 Levantamiento arquitectónico	38
6.11 Auscultaciones de placa de entre piso.....	38
7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	41
7.1 Placa de contra piso.....	41
7.2 Cimientos de pantallas estructurales perimetrales y columnas	42

7.3 Columnas en concreto reforzado.....	43
7.4 Placa de entre piso.....	44
7.5 Pavimento sobre placa.....	45
7.6 Actividades adicionales para control, mitigación y erradicación de patologías.....	45
8. Presupuesto.....	48
9. Normativa, fichas técnicas, pliego de condiciones.....	49
10. Recomendaciones y conclusiones	50
Referencias	51

Tabla de figuras

<i>Figura 1. Fractura de placa de contra piso.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2. Muros de contención perimetrales y filtraciones de agua.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 3. Columnas intermedias.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4. Fisuras y humedades placa entre piso.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 5. Pavimento placa de entre piso</i>	<i>21</i>
<i>Figura 6. Toma de esclerómetro placa entre piso</i>	<i>24</i>
<i>Figura 7. Escáner en viga.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 8. Auscultación de placa de entre piso</i>	<i>27</i>
<i>Figura 9 Ubicación de perforaciones, estudio de suelos.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 10. Chequeo de Capacidad portante con Factor de Seguridad de zapatas aisladas</i>	<i>29</i>
<i>Figura 11. Modelo matemático estructural 3D.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 12. Modelo matemático estructural 3D.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 13. Toma de deflexiones con nivel laser.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 14. Toma de verticalidad.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 15. Georreferenciación</i>	<i>38</i>
<i>Figura 15.a. Auscultación de vigas placa entre piso</i>	<i>39</i>
<i>Figura 16. Planta arquitectónica, área achurada de placa de contra piso a demoler, fuente propia</i>	<i>40</i>
<i>Figura 17. Pavimento Asfáltico, carpeta de rodadura.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 18. Desagües bajo rasante.....</i>	<i>46</i>

Resumen

Este trabajo consiste en la toma de muestras y ensayos destructivos y no destructivos, tales como detección con ferroskan, toma de muestras con esclerómetro y auscultación de la placa de entre piso para reconocer las propiedades, cantidades y disposición geométrica del acero y el concreto que la conforman. Se realizará un modelo matemático idealizado de la estructura de parqueadero para poder determinar si los elementos estructurales y los materiales que lo conforman cumplen con la norma vigente para Colombia NSR-10, esta evaluación se hará a través de un informe de peritaje y vulnerabilidad sísmica, tomando en cuenta el trabajo realizado por la empresa MRP S.A.S en los documentos “ANEXO 2.3b Registro Fotografico Afectaciones Plataforma y Sotano” y “ANEXO 2.4 - Informe Ing. Eduardo Claros Montenegro”. Estos documentos contienen un informe de patología y toma de laboratorios, ensayos y auscultaciones de la estructura objeto de estudio. El informe de peritaje y vulnerabilidad sísmica contiene la comparación de los datos obtenidos por la empresa MRP S.A.S., la toma de muestras realizada por nosotros INGRUP S.A.S y la información presente en los planos estructurales aportados por la copropiedad. Este informe cotejara esta información para determinar y justificar las determinaciones, conclusiones y decisiones que se tomaran frente al reforzamiento y estabilidad de la construcción.

Complementariamente se realiza un estudio de suelos para poder determinar la capacidad portante del suelo y sus propiedades, con esto se podrá determinar el tipo de reforzamiento en la cimentación para la mitigación de asentamientos, Se hace un levantamiento topográfico y señalización de niveletas para hacer un seguimiento y control de asentamientos. Paralelo a esto se realiza medición de deflexiones de vigas y asentamiento de placa de contra piso con un nivel laser

de 360° en su alcance. Se hace un levantamiento arquitectónico para complementar, discretizar y ubicar los estudios realizados.

Con todos los estudios y trabajos descritos anteriormente se procederá a calcular y diseñar los reforzamientos debidos al interpretar la información recopilada, junto con esto se proponen las actividades civiles a ejecutar para erradicar y mitigar las patologías presentadas por la estructura. Finalmente se realiza un presupuesto, indicando las actividades y cantidades de obra de los trabajos a realizar, complementando la información con un pliego de condiciones, procesos constructivos y descripción de los materiales a utilizar.

Palabras clave:

Auscultación: Actividad para revisar internamente características y propiedades, (ensayo invasivo).

Ferrosan: Aparato que mide cantidad y calidad del acero presente en los elementos estructurales.

Esclerometro: Aparato que mide la capacidad superficial a compresión del concreto.

Abstract

This work consists of taking samples and destructive and non-destructive tests, such as detection with ferroskan, taking samples with a sclerometer and auscultation of the interfloor plate to recognize the properties, quantities and geometric arrangement of the steel and concrete that make it up. they make up. An idealized mathematical model of the parking structure will be created to determine whether the structural elements and materials that make it up comply with the current standard for Colombia NSR-10. This evaluation will be done through an expert report and seismic vulnerability. taking into account the work carried out by the company MRP S.A.S in the documents “ANNEX 2.3b Photographic Record of Platform and Basement Affectations” and “ANNEX 2.4 - Report Ing. Eduardo Claros Montenegro”. These documents contain a pathology report and laboratory recording, tests and auscultations of the structure under study. The seismic expertise and vulnerability report contains the comparison of the data obtained by the company MRP S.A.S., the sampling carried out by us INGRUP S.A.S and the information present in the structural plans provided by the co-ownership. This report will compare this information to determine and justify the determinations, conclusions and decisions that will be made regarding the reinforcement and stability of the construction.

Additionally, a soil study is carried out to determine the bearing capacity of the soil and its properties, with this it will be possible to determine the type of reinforcement in the foundation to mitigate settlements. A topographic survey and level markings are carried out to monitor and settlement control. Parallel to this, measurement of beam deflections and settlement of the subfloor plate is carried out with a 360° laser level within its range. An architectural survey is carried out to complement, discretize and locate the studies carried out.

With all the studies and work described above, the necessary reinforcements will be calculated and designed by interpreting the information collected. Along with this, the civil activities to be carried out to eradicate and mitigate the pathologies presented by the structure are proposed.

Finally, a budget is made, indicating the activities and quantities of work to be carried out, complementing the information with a specification, construction processes and description of the materials to be used.

Keywords:

Auscultation: Activity to internally review characteristics and properties (invasive test).

Ferrosan: Device that measures the quantity and quality of steel present in structural elements.

Sclerometer: Device that measures the surface compression capacity of concrete.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo consiste en emitir una propuesta de intervención al paciente o estructura de estudio para cumplir con el contrato BDM4-004 de 2024, basados en una visita técnica de obra, documentos y estudios previos, actividades de consultoría por parte de la empresa INGRUP S.A.S. y sus profesionales, un pre-diagnostico, un diagnóstico y la experiencia obtenida en la vida laboral.

La edificación de estudio de este trabajo está ubicada en la Tv. 85g #24c-56, Fontibón, Bogotá, Cundinamarca. En el conjunto residencial BOSQUE DE MODELIA ETAPA II – LOTE 4. La estructura de parqueadero subterráneo será el paciente de estudio, que consiste en un edificio bajo la rasante, de aproximadamente 1244 m², el cual presenta asentamientos diferenciales en los muros de contención ubicados en el perímetro de la construcción, filtraciones de agua por los jardines adyacentes a él, desprendimiento de materiales, carbonatación, oxidaciones, insuficiencia estructural basados en la NSR-10, fractura de placa de contra piso, fisuras en el pavimento de la placa de entrepiso ubicada a nivel 0.00m, grietas en elementos no estructurales y fisuras en algunas partes de la placa de entre piso.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Realizar una propuesta de intervención del paciente objeto de estudio para poder emitir un documento que nos permita evidenciar el proceso de rehabilitación y trabajos civiles para reparar y mitigar las patologías encontradas.

2.2 Objetivos específicos.

- Generar propuestas de rehabilitación de la estructura basados en diseños y detalles estructurales.
- Realizar planteamientos de diseños de reforzamiento estructural.
- Conocer las soluciones para cada una de las patologías presentadas en el paciente objeto de estudio.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 Teórico

Esta edificación objeto de estudio se encuentra actualmente en uso en su parte inferior y superior, dando espacio a los parqueaderos del conjunto residencial. El acabado de la placa de contra piso es de pavimento rígido en concreto y el superior posee un pavimento flexible en asfalto. El perímetro de la estructura está diseñado con muros de contención en concreto reforzado con zapata corrida como cimentación y los apoyos centrales los conforman columnas de concreto reforzado generando en conjunto pórticos en los dos sentidos. La placa de entre piso está constituida por vigas principales, cargueras y sísmicas, riostras en un sentido con separaciones menores a un metro y riostras en el sentido perpendicular a estas, la formaleta utilizada es casetón perdido en guadua, las tortas superior e inferior de 5cm cada una de placa de entre piso se determina como un elemento no estructural. Los pórticos en concreto reforzados resistentes a momento poseen cimentaciones con zapatas aisladas.

En las visitas a campo se pudo recabar algunas planimetrías estructurales, fotografías y la versión de los antecedentes del paciente por parte de la administradora del conjunto. En el recorrido se pudo evidenciar las patologías más notorias, las lesiones y las posibles causas primarias y secundarias de estas.

3.2 Conceptual

La visita a obra dejó grandes impresiones que plasmaremos a continuación, abordando una por una y generando un pre-diagnóstico, un diagnóstico definitivo y una intervención, todo fundamentado en los estudios realizados, análisis de la información, antecedentes e información

previamente recabada de patología. Se evidencio que la estructura de estudio está en uso, y su uso es para el cual se diseñó, esto indica que no tiene factores externos de cargas que no se hayan contemplado en el diseño previo a su construcción que la degraden.

Las edificaciones deben tener un uso, “cuando no existe uno, es necesario y urgente plantearse una reutilización, porque un edificio sin vida es un edificio en degradación acelerada y en ruina a medio plazo” Como lo menciona el autor Adell J, et al en su libro. TRATADO DE REHABILITACIÓN -TEORÍA E HISTORIA DE LA REHABILITACIÓN. EDITORIAL MUNILLA –LERIA.

3.2 Legal

Para la ejecución del presente estudio se tiene en cuenta la siguiente normatividad:

- El Decreto 523 de 2010, Microzonificación sísmica para la ciudad de Bogotá.
- Reglamento colombiano de diseño y construcción sismo resistente (NSR-10). Creada por la ley 400 de 1997.
- ASTM-C805.
- ACI 318-14.
- ACI 562.
- NTC 5551
- Ley 675 del 2001, Artículo 24.
- NTC 3692 para esclerómetro
- NTC 3658 para núcleos

4. ANALISIS DE INFORMACION PRELIMINAR

4.1 Informe final diagnóstico de patología realizado por la empresa MRP SAS.

El documento titulado: informe de diagnóstico patológico zona plataforma y sótano de parqueaderos del conjunto residencial Bosque de Modelia etapa II lote 4. Elaborado por la empresa MRP S.A.S. en diciembre de 2023 tuvo “como objetivo principal determinar en detalle las causas de origen y plantear una propuesta de intervención para la solución más adecuada, mejorar las condiciones y buen funcionamiento de la estructura”. El diagnóstico de patología se realizó a la plataforma vehicular nivel 1 y la estructura dispuesta en el sótano para parqueo de los vehículos de propietarios del conjunto residencial Bosque de Modelia Etapa II Lote 4.

El informe caracteriza los materiales utilizados en la construcción de la estructura de la plataforma, con el fin de determinar el origen de las causas por las afectaciones presentes en la estructura que permitió desarrollar un diagnóstico.

Realizaron auscultaciones en la placa de contra piso para estudiar y analizar las características de la cimentación de columnas y muros, tomas de muestras de núcleos para fallarlos el laboratorio y obtener la resistencia a la compresión del concreto, hicieron escaneo con ferroskan para determinar cuantías y disposiciones de acero en los elementos estructurales, vigas de cimentación, aéreas, columnas y muros, realizaron tomas de esclerómetro para determinar la resistencia a la compresión superficial del concreto y junto con esto efectuaron regatas y pruebas con fenolftaleína para determinar el nivel de carbonatación del concreto.

El informe cumple los objetivos planteados, discretizaron los componentes de los elementos estructurales, concreto, acero y geometría. Hubo una buena formulación del problema y realizaron los exámenes adecuados y pertinentes a las patologías que presenta la construcción.

Los datos relevantes de este informe son: Nivel freático alto en los sitios de auscultación en el eje 1 y 2, sección de zapata 1.30m, dimensión de viga de cimentación de 0.30m x 0.30m, sección incompleta de viga de cimentación al llegar a zarpa de muro, carbonatación promedio de 50mm en la parte exterior de los elementos estructurales, ausencia de acero de refuerzo en placa de contra piso, disposición y calibre del acero de columnas, muros, vigas de cimentación y aéreas.

4.2 Anexo Laboratorios Patología Bosque de Modelia 30 10 2023 realizado por la empresa PSI Ingeniería y Laboratorios.

El documento titulado: Carta Entrega informe de resultados, muestra los resultados de las tomas de muestras por medio de tablas, cuadros, fichas de escaneo y descripciones puntuales de cada uno de los laboratorios realizados. Este informe es muy completo y ordenado para evidenciar y analizar todos los datos resultantes de los trabajos ejecutados. Se evidencia en primer plano y en detalle las actividades realizadas.

4.3 Planimetría estructural existente.

El contratante Bosque De Modelia II Etapa Lote 4 aporta para la ejecución del contrato BDM4-004 de 2024 aporta al contratista los planos estructurales que competen al edificio subterráneo de parqueaderos, objeto de estudio los siguientes planos:

- Planta sótano (L-4) A-5
- Planta parqueaderos a nivel A-6
- Despiezo de cimentación E-101
- Refuerzo escalera, muros de contención, rampa y cuadro de zapatas E-102
- Despiezo de columna E-201

- Despiezo de vigas E-301
- Despiezo de viguetas E-401
- Formaleta de cimentación E-01
- Formaleta plataforma E-02

4.4 Informe ing. Claros

El informe contiene el concepto técnico con respecto al estado actual (patología) diagnóstico y propuestas de intervención del edificio de parqueaderos del conjunto residencial Bosque de Modelia etapa II lote 4, el mencionado informe aborda los estos principales puntos:

Información general, Estado actual e identificación de las lesiones, Diagnóstico, Propuesta de intervención.

Las conclusiones mas relevantes del informe son:

El peso de la estructura de la plataforma es menor que el peso de los edificios. Como la estructura de la plataforma quedó adyacente a los edificios, el efecto de las cargas y el asentamiento de los edificios, por interacción, provoca el descenso del terreno en que descansan los cimientos, provocando un efecto bulbo. Al producirse el descenso perimetral, se generaron unos esfuerzos de tracción en el concreto, superiores a los que podía soportar generando el agrietamiento en la losa superior. La fractura de las losas del piso del sótano es una consecuencia del asentamiento diferencial, las cuales al no estar adheridas a la estructura de la plataforma quedaron perimetralmente en voladizo y como su diseño no está concebido para funcionar así, entonces aparece la fractura. Generalmente para corregir esta situación se opta por la construcción de micropilotes en la zona de la cimentación que está afectada, sin embargo, con la información que tuve a la mano y lo observado no puedo asegurar que el proceso de asentamiento continúe o se halla detenido y si se detuvo existe la probabilidad que se vuelva a presentar. Para más información referirse al informe.

PRE-DIAGNOSTICO

Este capítulo consiste en emitir un pre-diagnóstico del paciente de estudio para cumplir con el contrato BDM4-004 de 2024, basados en una visita técnica de obra, una investigación personal del estado del arte, la recopilación de información de antecedentes y la experiencia obtenida en la vida laboral. Este capítulo nos dará pie para justificar los trabajos propuestos y la metodología usada en el transcurso de las actividades de consultoría, se presentarán a continuación las diferentes patologías evidenciadas y se harán hipótesis de las posibles causas, se propondrá los estudios y actividades recomendadas para analizar la problemática y poder así obtener los datos e información necesaria para la propuesta de intervención.

4.4 Placa de contra piso

La placa de contra piso presenta fisuras, grietas y asentamientos diferenciales. Las causas de estas patologías son diversas, iniciaremos con los asentamientos diferenciales, causa primaria. Estos se presentan por la presión que ejercieron las pantallas al terreno, el cual no tuvo la capacidad portante suficiente para soportar la presión que ejerce la fuerza axial de los muros a la superficie de contacto, llevándose consigo la placa de contra piso en el área adyacente a los muros. Como la placa en las zonas contiguas a los muros se hundieron, conllevó a que la parte opuesta de los módulos de aproximadamente 3m x 3m tuviera una reacción contraria y se levantara en las zonas intermedias de las luces de los pórticos configurados por los muros y las columnas. También el desplazamiento de terreno ocasionado por el hundimiento de las placas y las pantallas hicieron una reacción inversa presentada igualmente en las luces de los pórticos, ya que los bulbos de presión

cedieron en la parte más débil del terreno, la zona de placa y no en el otro costado del muro debido a que la presión de la tierra era mayor.

Esta causa primaria conlleva a las patologías secundarias, agrietamiento del pavimento rígido o placa y fisuras en varias zonas. Otra de las muy probables causas es el tránsito de los vehículos sobre las losas que no estaban bien compactas al suelo, lo cual fue agravando la patología ya que las cargas vehiculares son cinéticas. Se considera una lesión mecánica por causas directas e indirectas.

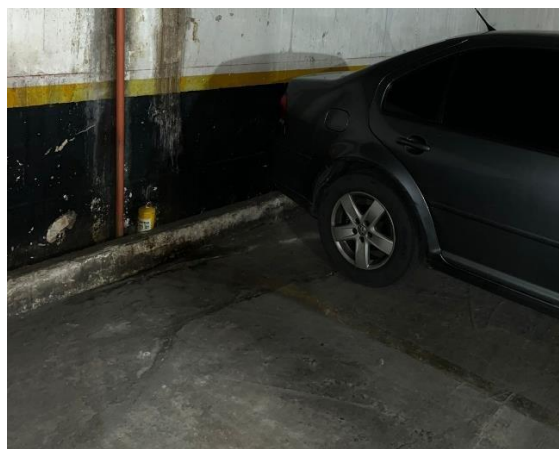


Figura 1. Fractura de placa de contra piso

4.5 Pantallas estructurales perimetrales

Las pantallas en concreto reforzado evidencian asentamiento en su desarrollo total, consideramos que esta patología se presenta por ausencia en área de zarpa o zapata corrida, elemento de cimentación típico de los muros, se presenta esta hipótesis debido a evidenciar punzonamiento al terreno, valga apuntar que las áreas aferentes a columnas no presentan estos asentamientos, dando validez a la hipótesis. Se presenta también en los muros filtración de agua de escorrentía, esta filtra por los pases para tuberías que se tienen y por fisuras en la placa de entre piso.

Se determina como lesión química por humedad y presencia de eflorescencias siendo la causa secundaria, y el asentamiento se define como lesión física con causa directa el diseño de la sección de cimiento.



Figura 2. Muros de contención perimetrales y filtraciones de agua

4.6 Columnas en concreto reforzado

Las columnas no presentan patología evidente, se presumen asentamientos no diferenciales mínimos, no presentan humedades o erosión, no presentan grietas o fisuras evidentes, ya que solo están pintadas se pueden evidenciar con alta precisión.

Por otro lado, bajo la experiencia del análisis estructural la sección de columna de 25cm X 25cm y su área aferente grande, teniendo en cuenta que las luces en un sentido son de 5m y en el otro de 6 y 7 metros, probablemente es insuficiente para soportar las cargas vivas de vehículos, y este trabajando sobre esforzada.



Figura 3. Columnas intermedias

4.7 Placa de entre piso

La placa de entre piso se encuentra al nivel 0.00m del proyecto, esta presenta filtraciones fisuras y grietas, es bueno aclarar que las fisuras que se pueden evidenciar esta ubicadas en la torta inferior de la placa, por lo tanto, no podemos deducir con claridad que los elementos estructurales estén dañados, agrietados o fisurados.

Al notar que ha habido filtraciones y rastros de óxido podemos plantear un par de hipótesis, que las filtraciones de agua pueden ser de pluviales o de tuberías rotas, siendo ésta la causa primaria de la aparición de óxido en el techo del parqueadero y catalogada como lesión físico-química.



Figura 4. Fisuras y humedades placa entre piso

4.8 Pavimento sobre placa

El pavimento flexible en asfalto es la capa de rodadura de la parte superior del parqueadero, que claramente funciona para este fin en el conjunto, presenta fisuras en su carpeta asfáltica y empozamientos de agua pluvial. La probabilidad de las grietas se puede asumir por falta de mantenimiento y movimientos diferenciales en los elementos de infra-estructura antes mencionados, al igual que los empozamientos de agua se generan por la pérdida de pendiente y/o bombeo inicial del pavimento. Estas lesiones se consideran de carácter físico y las consecuencias secundarias de los padecimientos de los demás elementos estructurales.



Figura 5. Pavimento placa de entre piso

4.9 Actividades adicionales para control, mitigación y erradicación de patologías.

Se prevén actividades para la mitigación de las patologías presentadas, se deberá dar solución a las filtraciones de agua que se proyectan bajo las jardineras, la carpeta asfáltica y los pases de las tuberías hidráulicas.

4.10 Resumen de Pre-diagnostico

Habiendo ahondado en las patologías presentes en el paciente objeto de estudio se puede hacer el siguiente pre-diagnóstico. Se requiere hacer un trabajo exhaustivo de patología, el cual debe conllevar un estudio de suelo y una auscultación de los cimientos de las columnas y los muros de contención perimetrales para con ello determinar si se necesita o no reforzar el cimiento de ellos, saber la capacidad portante del suelo en esa profundidad, determinar si las vigas de cimentación están actuando como vigas cantiléver o solo de atado. También es preciso hacer muestras y laboratorios de núcleos para determinar la capacidad a compresión de estos elementos, realizar pruebas de esclerómetro para generar una nube de datos más grande y poder discretizar la mayor cantidad de elementos y comparar con los resultados de núcleos. Complementario a lo anterior se deberán hacer análisis con ferroskan para saber la cantidad y el diámetro del acero de todos los elementos estructurales, columnas, muros y vigas.

Teniendo esta información se deberá proceder a hacer un modelo matemático de la estructura para determinar la eficiencia de esta ante fuerzas sísmicas basados en la norma vigente NSR-10. Con este trabajo computacional se determinarán los posibles reforzamientos o intervenciones a los elementos estructurales para su correcto funcionamiento en conjunto para fuerzas estáticas, gravitacionales persistentes o transitorias y también en caso de evento sísmico.

Se deberá diseñar una placa de contra piso, después de controlar los posibles asentamientos que se produzcan en la estructura. Para la carpeta asfáltica se tendrá que determinar el estado actual para así considerar un cambio total o reparación de las fisuras con diferentes técnicas y productos.

Se deberán generar drenajes y estructuras para direccionar las aguas pluviales y con ello mitigar la filtración al parqueadero.

Antes de la intervención, durante y posterior a esta, se deberán hacer levantamientos topográficos para medir y hacer seguimiento en las tres dimensiones de todos los elementos estructurales. Junto con esto se debe hacer un levantamiento arquitectónico de la estructura del parqueadero para llevar una información más clara y precisa.

5. CONSULTORIA Y TRABAJOS DE CAMPO

5.1 Tomas de muestras de esclerómetro

Se realizaron tomas de muestra con esclerómetro en las zonas donde la empresa MRP S.A.S. realizo el muestreo de núcleos y ferrosan, esto con el ánimo de validar la información suministrada por ellos, adicional a esto se tomó datos de esclerómetro de la placa de entre piso para saber la resistencia a la compresión superficial del concreto y poder modelar la estructura con un dato muy cercano a la realidad. Esta toma se hizo en el eje 9 entre los ejes A y B.



Figura 6. Toma de esclerómetro placa entre piso

A continuación, presentamos los datos obtenidos en campo:

Tabla 1 Resultados muestras de ferrosan

Elemento	Resistencia Mpa	Resistencia PSI
Columna B2	50.4	7309
Muro Eje 1 entre D y E	43.7	6338
Muro Eje F entre 2 y 3	50.2	7251
Columna D5	48.2	6990
Columna C8	44.3	6425
Muro Eje F entre 8 y 9	60.0	8702
Columna D8	41.6	6033
Columna C2	57.5	8399
Viga Eje 9 entre A y B	41.33	6918

Podemos evidenciar que todas las resistencias a compresión superficial del concreto de los elementos a los cuales se les hizo la muestra, superan de gran manera la resistencia mínima de diseño de 3000 PSI, ninguna está cercana, por ende, asumimos que todos los elementos de la estructura poseen propiedades a compresión válidas y aceptables para hacer la modelación e idealización matemática con la resistencia se 3000PSI, estando por el lado conservador. En el anexo 1 se aportan las carteras de datos de las tomas de esclerómetro. (3 de abril de 2024)

5.2 Toma de muestras de ferrosacan

Se escanearon las vigas de placa de entre piso, ya que estos datos eran muy pocos en el peritaje presentado por la empresa MRP. SAS. Se obtuvieron resultados del acero inferior de vigas debido a que el superior está cubierto con la placa superior y el asfalto flexible. Los resultados obtenidos son muy similares a los reportados por MRP SAS y válidos para la planimetría existente aportada por el contratante.

Se tomaron los escáneres a lo largo de la viga ubicada en el eje B y entre los ejes 2-3; 4-5 y 8-9 obteniendo de acero transversal 2#5 (5/8”), estos dos diámetros de acero se encuentran presente en toda la longitud del elemento. Se establece de esta manera que los datos evidenciados en los planos constructivos son acertados y validos en los elementos reales, con esto se procede a comparar el calculo y modelo computacional con el acero existente y denotado en planos para poder emitir los informes de peritaje estructural y reforzamiento estructural.

Se debe tener en cuenta que los aparatos usados para la toma de escáner tienen márgenes de error debido al cambio de recubrimiento, cambio de sección y sobre anchos constructivos. (3 de abril de 2024)



Figura 7. Escáner en viga

5.3 Auscultación de placa de entre piso

Se realizó una auscultación de la placa de entre piso de manera mecánica por la parte baja, demoliendo la torta inferior de la placa aligerada con viga colgante en el eje 9 entre los ejes A y B. Este trabajo se ejecutó para determinar la geometría y distribución de los elementos de placa, los espesores y las ubicaciones de las viguetas y riostras que la conforman. Las vigas principales tienen un ancho de 0.25m para las vigas sísmicas y 0.30m para las vigas cargueras, las viguetas tienen espesor de 0.12m arriostradas con elementos perpendiculares a ellas de 0.10cm, la separación entre viguetas de cara a cara oscila entre 0.90m a 0.98m, todos estos elementos con una altura de 0.40m. Se encontró que la formaleta es de guadua y funcionando como casetón perdido, debido al uso de este material se evidencio engrosamiento o sobre anchos constructivos y la guadua ya no es permitida por la NSR-10 como elemento perdido de formaleta.

Se recuerda que la torta inferior de la placa de entre piso es un elemento no estructural, por ello, la auscultación no genera detrimento o afectación a esta. (3 de abril de 2024)



Figura 8. Auscultación de placa de entre piso

5.4 Estudio de suelos

Se realizó un estudio de suelos con cuatro (4) perforaciones en dos días de trabajo, las perforaciones se hicieron con equipo manual debido a la ausencia de altura de trabajo por la placa de entre piso. La ubicación de las perforaciones se muestra en la figura 9.

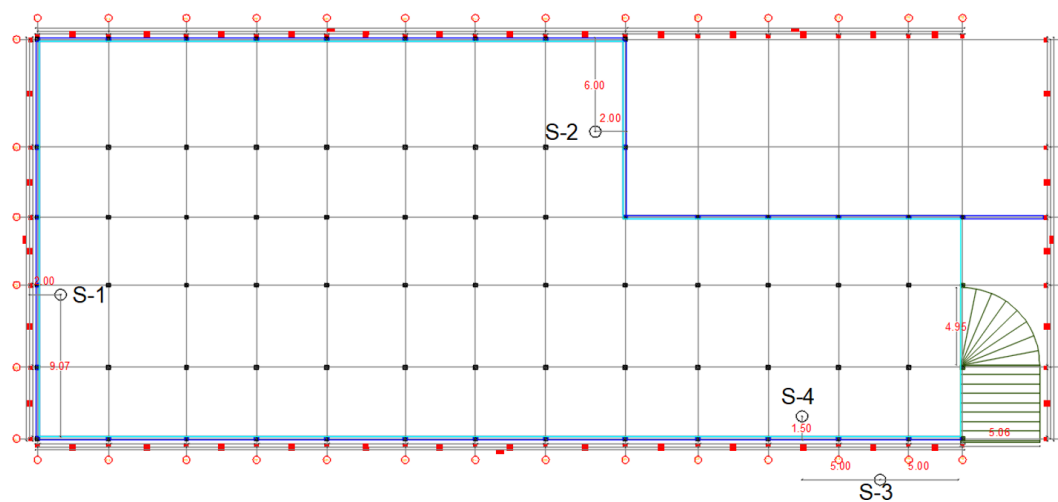


Figura 9 Ubicación de perforaciones, estudio de suelos.

Este estudio nos determinó que el suelo bajo los primeros 0.60m de profundidad está constituido por arcillas, Arcillas CH o A-7-5 no expansivas, o expansividad baja, No susceptible a ablandamiento, Lacustre A, Lacustre 100, capacidad portante ultima 26.3 ton/m², capacidad ultima admisible 8.75 T/m².

Se realizaron los siguientes ensayos de clasificación y resistencia:

Ensayos de clasificación:

- Humedad Natural
- Límites de Atterberg
- Peso Unitario
- Granulometría
- Límites de contracción
- Compresión inconfiada

Ensayos de resistencia en el laboratorio:

- Compresión inconfiada
- Veleta de laboratorio
- Penetrometro de laboratorio

Este estudio estableció que la zarpa de cimentación de los muros de contención es aceptable y cumple con capacidad portante ultima admisible ya que la carga trasmitida al suelo por los muros es de 3Ton/ml, es decir de 4.5 Ton/m² aproximadamente, pero para las columnas embebidas en los muros asumen una carga aferente trasmitida por la placa y las vigas de mas de 1Ton, debido a esto la capacidad portante no es suficiente en estas zonas con la sección presente, de igual forma, se

hizo un análisis de la sección de zapatas aisladas de cada columna y ninguna cumple con sección para ser validada para las NSR-10 incluyendo el Factor de Seguridad (FS) de 3, a continuación se presenta el chequeo de estas.

Tabla 12–Condiciones de apoyo de las zapatas

columna	Q ton	q (ton/m2)	FS	columna	Q ton	q (ton/m2)	FS
c-29	22,00	15,28	1,72	c-45	22,00	15,28	1,72
c-28	21,00	14,58	1,80	c-44	21,20	14,72	1,78
c-27	18,00	12,50	2,10	c-43	17,50	12,15	2,16
c-26	22,00	15,28	1,72	c-42	21,70	15,07	1,74
c-25	21,00	14,58	1,80	c-41	21,00	14,58	1,80
c-24	18,00	12,50	2,10	c-40	18,00	12,50	2,10
c-23	20,50	14,24	1,85	c-39	21,00	14,58	1,80
c-22	26,00	18,06	1,45	c-38	25,60	17,78	
c-21	23,00	15,97	1,64	c-37	22,20	15,42	
c-20	19,20	13,33	1,97	c-36	19,00	13,19	
c-19	19,50	13,54	1,94	c-35	19,00	13,19	
c-18	17,00	11,81	2,23	c-34	17,00	11,81	
columna	Q ton	q (ton/m2)	FS	columna	Q ton	q (ton/m2)	FS
c-60	17,20	11,94	2,20	c-69	24,50	14,50	1,81
c-59	16,50	11,46	2,29	c-68	26,60	15,74	1,67
c-58	14,00	9,72	2,70	c-67	22,50	13,31	1,97
c-57	16,50	11,46	2,29	c-66	26,50	15,68	1,68
c-56	16,50	11,46	2,29	c-65	25,00	14,79	1,78
c-55	14,00	9,72	2,70	c-64	23,50	13,91	1,89
c-54	17,00	11,81	2,23	c-63	25,00	14,79	1,78

Figura 10. Chequeo de Capacidad portante con Factor de Seguridad de zapatas aisladas

El estudio geotécnico presenta en su informe las conclusiones, recomendaciones y procesos constructivos que se deben tener en cuenta a la hora de la construcción, este se puede leer en el Anexo 2.

5.5 Modelo estructural y/o cálculo matemático

Se realizó un modelo estructural idealizado con el software computacional Cype. CAD con los siguientes criterios estructurales:

- Viento: Región 2 ($V = 28\text{m/s} - 100\text{km/h}$)
- Categoría de uso: II
- Modo de análisis: Dinámico (Modal espectral).
- Tipología estructural: I (Pórticos resistentes a momento de concreto reforzado)

- $R=5$.
- Tipo de edificación: Todos los edificios y otras estructuras excepto las enumeradas en las categorías de uso I.
- Criterio de armado por ductilidad: DMO (Disipación Moderada)
- Coeficiente de importancia: 1.00
- Microzonificación Sísmica: Lacustre 300.
- Cimentación: Zapatas aisladas, zapatas corridas y vigas centradoras.
- Losa aligerada con viguetas y riostras.
- Dimensiones de columnas 0.25m X 0.25m, altura de placa 0.40m
- Carga viva de: 0.41 Ton/m²
- Carga Muerta: 0.15 Ton/m²

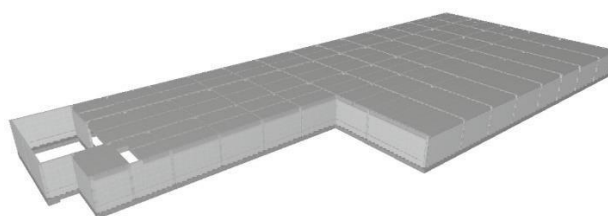


Figura 11. Modelo matemático estructural 3D

Se realiza el modelo idealizado de toda la estructura, para con ello poder determinar cuantías de acero, solicitudes de esfuerzos como momentos, cortantes y axiales, cumplimiento de dimensiones, espaciamientos y demás propiedades que implican los pórticos en concreto reforzado resistente a momento.

Este modelo estructural nos dará el punto de partida para el análisis de vulnerabilidad sísmica, el cual indicará, a través de los resultados las zonas y elementos donde se deberá reforzar la estructura. La cimentación del modelo estructural estará determinada por los resultados de los

estudios de suelos, los cuales parametrizaran los cálculos de reforzamiento estructural que dé a lugar. El modelo matemático tuvo en cuenta una sobre carga derivada del refuerzo en placa superior y su recrecido en las zonas adyacentes a los muros de contención.

Aclaraciones respecto al software o programa de computador utilizado para realizar el análisis y diseño de estructura en concreto.

El programa de computador se llama Cype CAD, el cual realiza análisis de modelos 3D, ya sea en concreto, metálicos o mixtos. Este, desarrollado en España y se encuentra actualmente comercializado en varios países del mundo, en los cuales se incluyen las normas que rigen en cada uno de ellos.

El sistema utilizado en la modelación incluye elementos VIGA, COLUMNA, LOSA DE VIGA COLGANTE. Todo el modelo se interconecta formando la estructura, a la cual también es posible incluir: Escaleras, ménsulas, muros en concreto, mampostería reforzada, confinada. Adicionalmente se pueden adosar estructuras metálicas 3D como cubiertas.

Como complemento analiza y diseña la cimentación como zapatas aisladas, zapatas múltiples o combinadas, zapatas corridas, vigas de atado y/o cantiléver y varias configuraciones de pilotes.

Todo lo anterior se analiza en un modelo BIM, teniendo en cuenta que los elementos que no son estructurales se calculan y transmiten sus resultados como reacciones a la estructura principal.

El diseño de toda la estructura se realiza bajo la norma NSR-10, La micro zonificación sísmica para Bogotá D.C., datos obtenidos de los estudios de suelos y el ACI-318.

En las memorias de cálculo se indican todos los datos del modelo, los parámetros sísmicos, de viento, las combinaciones usadas, luego se desarrolla el análisis sísmico incluyendo el cortante

basal, en los resultados se incluye el análisis de vigas y columnas, chequeo de los nodos para las solicitudes de la norma.

La numeración de los elementos tanto en las memorias como en los planos es la misma, con ello se correlaciona toda la información y no es necesario el uso de equivalencias.

Se certifica que el programa de computador CypeCAD, desarrollado en España incluye dentro de sus parámetros de análisis y diseño la norma NSR-10 y para el caso puntual de la Ciudad de Bogotá D.C. En el departamento de Cundinamarca la microzonificación sísmica de 2010. Para ello en los listados anexos están los apartados indicando el literal y numeral en la norma aplicado, siempre referida.

El programa incluye dentro de sus procedimientos los chequeos para el C.21.3.6.2 (Columna fuerte viga débil) en cada nodo donde compete este chequeo, llamado en el reporte: "RESISTENCIA MINIMA A FLEXION DE COLUMNAS" y para todos los elementos se encuentra resumido en el informe "comprobaciones E.L.U." (Estado Limite Ultimo). Cabe decir que este software de diseño hace el chequeo de los momentos resistentes con la cuantía de acero que suman las barras longitudinales que están puestas y descritas en los planos, no con el mínimo requerido y calculado matemáticamente, haciendo un chequeo exacto y real de esta condición.

Las combinaciones de carga usadas y expresadas en la NSR-10 se encuentran descritas en el "listado de obra" el primer capítulo presentado en este informe, al igual que el análisis y verificación de irregularidades, esto también presente de manera específica en el capítulo "Justificación sísmica" presente en este informe y como su nombre lo indica, este capítulo contiene el análisis sísmico de la estructura.

Existe en este informe un capítulo dedicado a la verificación de las derivas en situaciones persistentes y en situación sísmica. Estos valores están especificados en valores con números

fraccionarios, sabiendo que si el numerador de este dato es inferior a 100 la deriva no estaría cumpliendo, debe ser mayor a 100 para que la deriva sea menor o igual al 1% como lo especifica la NSR-10.

El programa Cype CAD es un programa BIN y no de representación unifilar, debido a esto se anexan plantas y ubicación de columna con las nomenclaturas de los nodos y elementos que componen la estructura, los cuales están nombrados de la misma manera en los diferentes capítulos de la memoria de cálculo. En donde también quedan descritas las cargas de elementos no estructurales como escaleras.

El programa Cype CAD diseña la cimentación usando los esfuerzos resultantes obtenidos después del análisis de la super-estructura en el arranque de cada columna o pilar, teniendo en cuenta la capacidad portante del suelo, descrita en las memorias de cálculo y el cortante basal hallado con las variables pertinentes descritas en la ecuación:

Todo descrito en el capítulo de Justificación sísmica. Vale aclarar que el Software Cype CAD, usa el coeficiente de basalto con el método de Winker y los elementos se consideran apoyados en un suelo elástico.

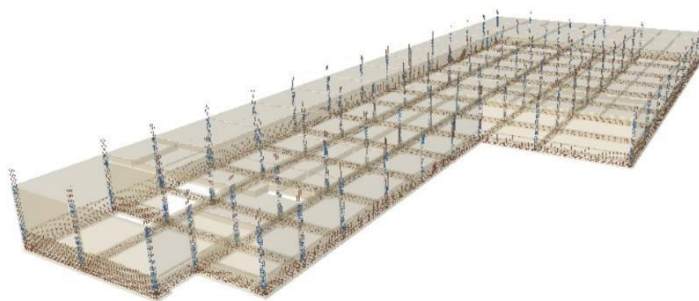


Figura 12. Modelo matemático estructural 3D

5.6 Peritaje estructural e informe de vulnerabilidad

Se realiza un informe perital y de vulnerabilidad de la estructura, donde se determina la capacidad de resistencia en conjunto de edificio frente a un sismo y el cumplimiento de la NSR-10 en todos sus apartados competentes a la estructura en concreto.

5.6.1 Toma de deflexiones

Se hizo un trabajo de campo riguroso para medir las deflexiones presentadas en las vigas de placa de entre piso y los hundimientos o asentamientos de la placa de contra piso, para esta labor se uso un nivel laser debidamente calibrado para trazar un plano XY y sobre medir las distancias a las vigas aéreas y al piso o placa de contra piso, con estos datos se dibujaron las curvas de deflexiones las cuales se puede ver en el Anexo 5, los planos de las curvas de deflexiones en el Anexo 11. (15 de abril 2024) Plano Z de referencia: Cota 249.439



Figura 13. Toma de deflexiones con nivel laser

5.6.2 Calculo de índice de sobre esfuerzos

Para saber si el acero colocado en obra de vigas suplía los esfuerzos requeridos por el edificio se hizo un cheque en todas las vigas en los momentos máximos positivos y negativos, Se compararon las cuantías de acero del modelo matemático y del acero existente, dando como

resultado que el acero colocado era un poco inferior al suministrado en el cálculo matemático, pero que el acero colocado si supe los requerimientos de esfuerzo de momento y cortante que se presentan en todos los elementos que constituyen la placa de entre piso, por esta razón no se requiere un reforzamiento estructural de estos elementos, solo queda por resolver las deflexiones producidas en las vigas que conectan las columnas a los muros de contención, esto se expondrá y solucionara más adelante del informe.

5.7 Diseño y calculo estructural de reforzamiento

Basados en los estudios realizados previamente, a continuación, relacionaremos lo diseños y cálculos de reforzamientos pertinentes para generar estabilidad del edificio y que este cumpla a cabalidad con la norma vigente NSR-10.

5.7.1 Vigas, placa de entre piso.

En la placa de entre piso se presentaron diversas patologías, fisura, grietas, filtraciones de agua, oxidación y se evidenciaron grandes deflexiones en las vigas que conectan las columnas y los muros de contención debido a los asentamientos diferenciales que sufrió el perímetro de la construcción. Los análisis de índice de sobre esfuerzo dieron positivos, es decir, el acero puesto en obra supe los requerimientos de esfuerzos, el concreto supero la resistencia a compresión de 3000psi, el único factor a solucionar es la alta deflexión en algunas vigas (de columna a muro). Se observó en planos constructivos que el refuerzo superior en todas las luces tiene traslape en los centros de la luz, con ello podemos afirmar que el acero no entro en zona de fluencia y de esta manera no se ve afectada la cuantía de acero en las vigas. Para no dejar espacio a errores se contempló una solución integral con el reforzamiento de placa de entre piso y cambio de carpeta

de rodadura, el reforzamiento de la torta superior tendrá 80mm de espesor reforzado con malla electro soldada de 8mm y esta será anclada a todas las vigas por medio de tornillos roscados de 8mm para así dar rigidez por medio de la creación de una membrana y hará también un reforzamiento en las vigas afectadas generándoles cuantía de acero y área de concreto. En el anexo 10 se podrán evidenciar los elementos de reforzamiento y su proceso constructivo.

5.7.2 Pavimento asfáltico, placa de contra piso.

La carpeta de rodadura en pavimento asfáltico que recubre toda la superficie del parqueadero se encuentra fisurada, dañada, agrietada y vieja, por estas razones se decide por criterio ingenieril que debe ser reemplazado en su totalidad.

5.7.3 Cimiento, muros de contención perimetrales.

Los muros de contención no presentan fisuras, grietas o deformaciones perceptibles, a través de las muestras de esclerómetro y núcleos se determinó que la resistencia a compresión del concreto supera considerablemente los 3000psi, y la cuantía de acero existente cumple con las solicitudes de esfuerzos que se hallaron en el modelo matemático. Por estas razones, no se propone ningún reforzamiento a los muros de contención en concreto.

5.8 Mitigación de los factores generadores de patologías

Existen factores externos a los elementos estructurales que generan patologías en el edificio, como se mencionó anteriormente en el pre-diagnostico. Las jardineras, los sifones y desagües deberán tener una rehabilitación y/o mantenimiento acorde y en conjunto con las obras de estabilización estructural.

5.9 Levantamiento topográfico

Para efectos del control de asentamientos y verticalidad del edificio se realizaron tres trabajos, el primero para hacer una nivelación y ubicar niveletas en los elementos estructurales (10 de abril 2024), este trabajo se realizó con una estación total y nivel de precisión, en el Anexo 12 se presenta la cartera y el informe correspondiente.

Los trabajos de topografía se reanudaron para hacer una toma de verticalidad de los elementos estructurales (2 de mayo de 2024), este trabajo se realizó con una estación total para medir las inclinaciones de los elementos estructurales muro y columna, se tomó la medición a los mismos elementos a los que se marcaron con la niveleta.



Figura 14. Toma de verticalidad

Por último, se hizo una toma de dos puntos georreferenciados y materializados para amarrar las cotas antes tomadas a un punto X,Y y Z referenciado geográficamente, este punto esta amarrado a la toma de niveles previamente tomados.

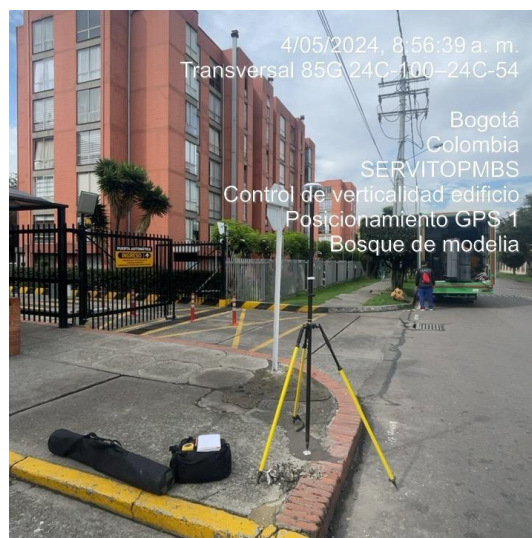


Figura 15. Georreferenciación

5.10 Levantamiento arquitectónico

Se ejecutó un levantamiento arquitectónico en planta de todos los elementos estructurales del edificio de parqueaderos, se tomaron las mediciones con decámetro desde las caras de las columnas y las caras de los muros, para de esta forma, minimizar al máximo el margen de error. Este plano se presenta en el Anexo 11.

5.11 Auscultaciones de placa de entre piso

Se realizó un trabajo de auscultación en la placa de entre piso, en la parte superior, escarificando el asfalto que la recubría, este trabajo se ejecutó en cuatro zonas puntuales del edificio del parqueadero: eje 4 entre ejes E y F; eje 7 entre ejes A y B; eje 4 entre A y B; eje 9 entre E y F.

También se hizo auscultación en la parte inferior de la viga eje 7 entre ejes A y B.



Figura 15.a Auscultación de vigas placa entre piso

Se encontró en esta auscultación que la viga tiene una fisura en toda su sección, en la parte superior es de aproximadamente 3 mm y en la parte inferior se reduce como es esperado por la forma de la deflexión que sufrió la viga.

La interventoría propuso las auscultaciones diciendo que el concreto de vigas puede estar fisurado. La probabilidad de que el concreto esté fisurado es muy alta, por ello todos los cálculos de reforzamiento se hicieron basados en la hipótesis de concreto fisurado, en los elementos viga, el material que trabaja es el acero y el aporte del concreto a flexión es mínimo, tanto así que en diseño se desprecia.

En el informe de peritaje y vulnerabilidad se generó un capítulo haciendo una comparación de la viga con concreto fisurado y sin fisurar, esta comparación da pie para afirmar que todos los diseños y cálculos de reforzamiento propuestos aplican correctamente ya que se pudo evidencia que el acero colocado es generosamente suficiente al acero requerido en los dos escenarios de concreto fisurado y no fisurado.

6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

6.1 Placa de contra piso

Se propone para la placa de contra piso, una demolición parcial como lo muestra la Figura 16 en el área achurada, excavación y escarificación hasta el nivel -0.32m tomados desde la rasante de la placa, total área 250 m^2 . Estos niveles deberán ser tomados en obra, obedeciendo el diseño de placa aportado en el Anexo 9 realizado por el calculista, que tuvo en cuenta las cargas y el uso para determinar los espesores de estructura y de placa. Se diseñó con pavimento en concreto de 3000 psi y acero de 60000psi a compresión, $0,20\text{m}$ recebo B-400 compactado proctor 95% .

Se deben conservar los módulos cuadros existentes que son no mayores a $3\text{m} \times 3\text{m}$. El concreto debe ser premezclado en fábrica o si se hace en obra se deberán tomar cilindro para fallarlos en laboratorio y evidenciar la capacidad a compresión del concreto. Se deberá instalar un plástico tipo invernadero calibre 6 antes de fundir la placa. El acabado puede ser escobiado y/o como determine el contratante. No existe detalle de placa en planos de construcción.

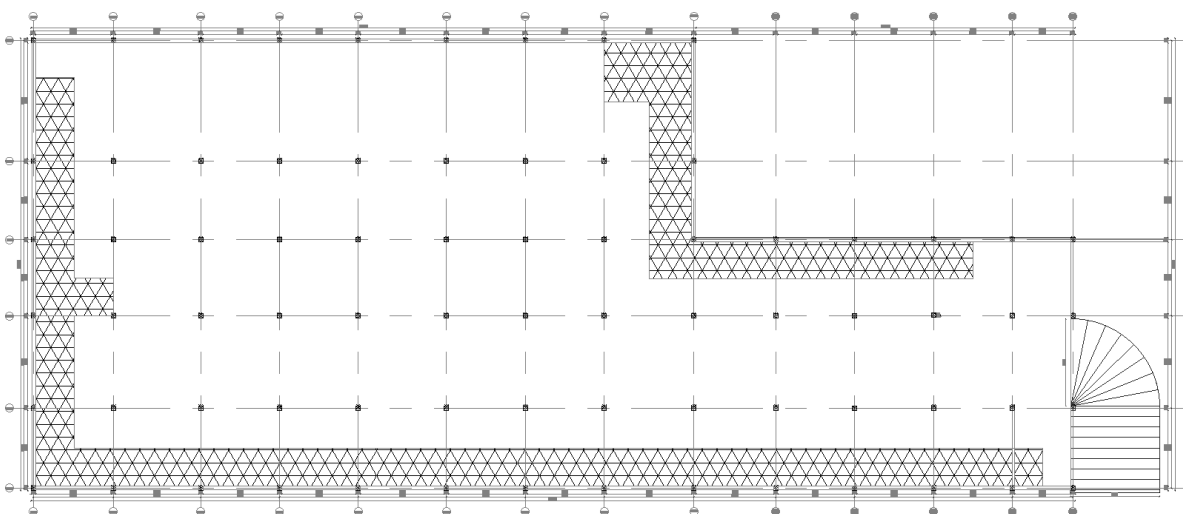


Figura 16. Planta arquitectónica, área achurada de placa de contra piso a demoler, fuente propia

6.2 Cimientos de pantallas estructurales perimetrales y columnas

Para las pantallas perimetrales se debe hacer un reforzamiento del cimiento solo en el área de la columna embebida en el muro, la que conforma el pórtico con las columnas centrales y su respectiva viga. Se recomienda el reforzamiento ya que se encontró falta de sección en su zarpa de fundación, basados en el estudio de suelo y calculo estructural realizado. Para el reforzamiento del cimiento de los muros se diseñaron zapatas esquineras y zapatas medianeras (Anexo 8.1 y 8.2), para este reforzamiento se tuvo en cuenta la sección y la cuantía de acero existente en cada una de los elementos. Para cumplir con NSR-10 las zapatas esquineras deben ser mínimo de 1.00m x 1.00m y cumplir con una cuantía mínima de 0.0018 y/o la cuantía requerida para suplir los esfuerzos solicitados. La capacidad portante del suelo sugerida por el estudio geotécnico es de 8.75 Ton/m, por criterio ingenieril trabajaremos con 8.50T/m

Para la zapata esquinera se concibieron momentos máximos de 1KN.m en los sentidos X y Y, con carga máxima de 14.72 KN, para estas zapatas se contempla una un refuerzo superior e inferior, el diseño optimo entre acero y concreto debería ser de 5#5 superior y 5#5 inferior, teniendo en cuenta que los aceros que pasen por la columna deben estar por la parte interna de los aceros de ella, con dimensiones de 1.00m x 1.00m x 0.30m y concreto de 3000psi, usar Sika Anchorfix 3001 y SikaDur 32 o similar para unir concreto duro con concreto fresco y para los anclajes de acero que se requieren, ver diseño de reforzamiento en Anexo 8.1

Para las zapatas medianeras se diseño con un momento máximo de 1.5 KN.m en sentido X (esta es la dirección de la zarpa en su sentido corto) y una carga máxima de 42.20 kN, para estas zapatas se contempla un refuerzo inferior de 7#5 a través del sentido X y de 5#5 en el sentido Y con dimensiones de 1.00m x 2.00m x 0.30m y concreto de 3000psi, usar Anchorfix 3001 y SikaDur

32 o similar para unir concreto duro con concreto fresco y para los anclajes de acero que se requieren, ver diseño de reforzamiento en Anexo 8.2

Para las zapatas aisladas concéntricas se diseñó con un momento máximo de 1 KN.m en sentido X y Y, y una carga máxima de 260 kN, para estas zapatas se contempla un refuerzo inferior de 10#5 sentido X y Y con dimensiones de 2.00m x 2.00m x 0.30m y concreto de 3000psi, usar Anchorfix 3001 y SikaDur 32 o similar para unir concreto duro con concreto fresco y para los anclajes de acero que se requieren, ver diseño de reforzamiento en Anexo 8.3

Para todos los reforzamientos de cimiento por recalce se plantea colocar el acero faltante por cuantía, teniendo en cuenta el acero colocado ya en obra, se determina en planos los reforzamientos debidos, dimensiones, ubicaciones de acero, perforaciones para anclajes y productos para su correcta ejecución. Se debe hacer el reforzamiento en ajedrez, es decir, se procederá con los trabajos de manera alterna en columnas, una sí, una no, hasta terminar las columnas centrales del parqueadero, de esta manera mitigaremos posibles asentamientos diferenciales y sobre cargas. También se deberá apuntalar los dos pórticos aferentes a cada intervención de columna antes de iniciar cualquier labor de reforzamiento. Para la intervención de los cimientos perimetrales se recomienda intervenir cada punto dejando dos luces de distancia entre si, al igual se debe apuntalar las luces adyacentes a la intervención previo a cada trabajo. Antes de aplicar Sika Dur 32 se debe abusardar la superficie.

6.3 Columnas en concreto reforzado

Tras realizar el modelo matemático en el software Cype CAD, se pudo determinar que las columnas en su sección y cuantía de acero cumplen con la normativa NSR-10 vigente para Colombia. Tras obtener los resultados de ferroskan, esclerómetro, núcleos y fenolftaleína, se

determina que las columnas presentan carbonatación acorde a la edad de la construcción y NO se presentan fisuras o grietas, el concreto de estas tiene una capacidad mayor a 3000 psi y la cuantía de acero en unas es mayor y en otras pocas igual al acero solicitado para el uso y las cargas presentadas para los requerimientos NSR-10. Por ende, se determina que las columnas no proceden para un reforzamiento estructural.

6.4 Placa de entre piso

La placa de entre piso deberá ser reforzada en su parte superior, se ha diseñado una placa de 80mm de espesor con un refuerzo de acero en malla electrosoldada de 8mm con espaciamientos de 150mm en las dos direcciones, anclajes con perno roscado de 8mm ASTM A36 cada 900mm con una longitud de 160mm, este perno debe ir anclado a la profundidad de 100mm y los otros 60mm deberán ir adosados a la malla electrosoldada por medio de una tuerca (ver detalle en planos Anexo 10)

La placa de reforzamiento se propone como solución integral, ya que funcionara para cumplir con los requerimientos de C.8.13.6.1 de la NSR-10, espesor mínimo de losa superior para placa con viga nervada, funcionara como rigidizadora al formar una membrana o diafragma en todo el parqueadero, reforzara las vigas, en especial a las que sufrieron altas deflexiones y por último, servirá de carpeta de rodadura para la plataforma de parqueadero, ya que el asfalto actual esta muy deteriorado y viejo, por ende su cambio era inminente.

Para el análisis de las vigas se nos anclamos al criterio de la ecuación de Hooke para concreto fisurado. (Esta ley afirma que la deformación elástica que sufre un cuerpo es proporcional a la fuerza que produce tal deformación, siempre y cuando no se sobrepase el límite de elasticidad).

Los planos y detalles de reforzamiento, se deberán cumplir a cabalidad, los diámetros de anclajes y refuerzo para un correcto funcionamiento posterior de la placa. La placa debe ir dilatada con pulidora y sellados con Sika Road (cola de ratón) y Sikaflex Universal (sellante)

6.5 Pavimento sobre placa

La carpeta de rodadura en pavimento asfáltico se encuentra muy deteriorada, poroso, con grietas y fisuras, evidencia una vetustez significativa para determinar que está en el fin de su vida útil. Reparar fisuras, rellenar grietas y aplicar más productos superficiales sería una solución con eficiencia a corto plazo, con poco tiempo de garantía, por todo esto, se propuso la solución integral y de reforzamiento de placa superior que contempla la renovación de la capa de rodadura

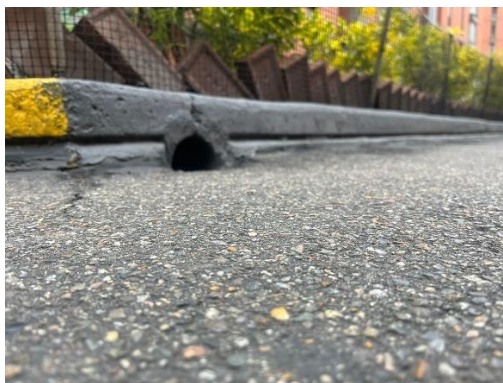


Figura 17. Pavimento Asfáltico, carpeta de rodadura

6.6 Actividades adicionales para control, mitigación y erradicación de patologías.

Para las actividades de mitigación de patologías se deberá impermeabilizar todas las jardineras existentes sobre el parqueadero. Para esto se debe extraer toda la flora, turbas y material orgánico, con un proceso cuidadoso para q al terminar las obras de impermeabilización se puedan replantar. Se deberá extraer todo el material orgánico hasta llegar a la placa de concreto o acabado existente, seguido a esto se retirar el manto (en caso de que exista) de toda la superficie y paredes de las jardineras, posteriormente se deberá hacer un raspado y lavado de la superficie, posterior a

esto se deberá hacer un alistado de la superficie con mortero impermeabilizado para levantar y nivelar los desagües (ver figura 18), ya que la cota batea de estos se encuentra bajo la rasante, siguiente a esta actividad se debe aplicar el impermeabilizante Igol Denso Plus de SIKA (o similar) Teniendo impermeabilizada la superficie y las paredes de las materas se puede proceder a llenar con el mismo material orgánico y replantar la flora.



Figura 18. Desagües bajo rasante

Cuando se cambien las placas de contra piso se debe tener en cuenta la reubicación, mejoramiento y/o mantenimiento de los sifones y tuberías de drenaje que inciden en el momento de la ejecución de esta actividad.

Los cárcamos existentes en el sótano del parqueadero se deberán demoler en su totalidad, no se construirán de nuevo, ya que el fin de todo el trabajo es rehabilitar todo el edificio para que funcione en un 100% y no se requieran estas obras de contenciones de patologías.

Se propone pintar todas las paredes del sótano con el fin de darle un buen acabado a todas las obras de reforzamiento, también con la intención de proteger los elementos estructurales de la polución, contaminación y agentes externos que suelen atacar al concreto reforzado y así evitar el deterioro normal del tiempo y mitigar la carbonatación del concreto.

Otra actividad importante es el control de asentamientos de los elementos estructurales, por ello se debe hacer un levantamiento topográfico del edificio antes y después de la intervención civil en el parqueadero. Llevar este registro como historia clínica del paciente.

7. Presupuesto

ITE	ACTIVIDAD	UNE	CANT.	V/UNIT.	V/PARCIAL
0	ESTUDIOS Y DISEÑOS				\$ 3,200,000.00
0.1	TOPOGRAFIA (antes y despues de ejecucion de obra)	GLB	2.00	\$ 1,600,000.00	\$ 3,200,000.00
1	PRELIMINARES				\$ 6,212,588.00
1.1	ALQUILER CONTAINER PARA CAMPAMENTO 14M2	MES	1.00	\$ 4,825,000	\$ 4,825,000.00
1.2	CERRAMIENTO CON POLISOMBRA Y COLOMBINAS. h= 1,30 m	ML	40.00	\$ 34,690	\$ 1,387,588.00
2	EXCAVACIONES				\$ 84,627,241.38
2.1	CORTE DE PLACA DE CONTRAPISO	ML	456.51	\$ 9,463	\$ 4,319,954.13
2.2	DEMOLICION Y RETIRO DE PLACA DE CONTRTAPISO e=12 a 19cm	M2	419	\$ 131,880	\$ 55,257,720.00
2.3	DEMOLICION Y RETIRO CARPETA ASFALTICA LOSA DE ENTREPISO e=7 cm	M3	87	\$ 129,250	\$ 11,244,750.00
2.4	EXCAVACION Y RETIRO DE MATERIAL (Maxima 0,60m)	M3	111.3	\$ 124,033	\$ 13,804,817.25
3	CIMENTACION Y ESTRUCTURA				\$ 438,301,332.37
3.1	BASE B -400 RECEBO COMPACTADO	M3	111.30	\$ 168,584	\$ 18,763,399.20
3.2	PLASTICO TIPO INVERNADERO (Calibre 6)	M2	419.00	\$ 3,054	\$ 1,279,626.00
3.3	CONCRETO ACELERADO 7 DIAS 3000 PSI PARA PLACA CONTRA PISO	M3	62.85	\$ 834,200	\$ 52,429,470.00
3.4	CONCRETO ACELERADO 7 DIAS 3000 PSI PARA CIMENTACION	M3	38.03	\$ 1,021,825	\$ 38,860,004.75
3.5	CONCRETO ACELERADO 24 HORAS 4000 PSI PARA REFORZAMIENTO LOSA DE ENTRE PISO	M3	134.93	\$ 1,029,125	\$ 138,859,128.21
3.6	DILATAION PLACA ENTREPISO	ML	1212.40	\$ 16,538	\$ 20,050,671.20
3.7	ACERO DE REFUERZO PARA CIMENTACION	KG	2113	\$ 8,476	\$ 17,909,435.83
3.8	ACERO DE REFUERZO PARA LOSA DE CONTRAPISO	KG	2637	\$ 6,795	\$ 17,917,486.27
3.9	ACERO DE REFUERZO PARA LOSA DE ENTREPISO	KG	7892	\$ 8,737	\$ 68,955,908.40
3.10	ANCLAJES PARA REFORZAMIENTO DE CIMENTACION (profundiad 200mm Φ 3/4")	UNIDAD	765	\$ 43,023	\$ 32,912,212.50
3.11	REFORZAMIENTO DE VIGA DE CIMENTACION	UNIDAD	60	\$ 47,523	\$ 2,851,380.00
3.12	ANCLAJES PARA REFORZAMIENTO DE LOSA DE ENTREPISO (Profundidad 100mm Φ 1/2")	UNIDAD	1203	\$ 22,870	\$ 27,512,610.00
4	OBRAS DE MITIGACION POR FILTARACIONES				\$ 41,422,204.32
4.1	RETIRO MATERIAL DE JARDINERAS (Maxima 0,30m)	M3	64.17	\$ 68,392	\$ 4,388,825.80
4.2	RENIVELACION DE JARDINERAS CON MORTERO IMPERMEABILIZADO e:5cm	M2	179.50	\$ 53,670	\$ 9,633,765.00
4.3	IMPERMEABILIZACION DE JARDINERA CON SIKA IGOL DENSO PLUS O SIMILAR	M2	225.79	\$ 41,813	\$ 9,440,844.38
4.4	REDISPOSICION DE MATERIAL EN JARDINERAS	M3	64.17	\$ 55,995	\$ 3,593,269.14
4.5	LOCALIZACION Y REPLANTEO REDES PLUVIALES	M2	1244.00	\$ 1,340	\$ 1,666,960.00
4.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE PUNTOS HIDRAULICOS 4" Y 3"	UNIDAD	12.00	\$ 215,920	\$ 2,591,040.00
4.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE RED HIDRAULICA PLUVIAL DE 3" O 4"	ML	125.00	\$ 80,860	\$ 10,107,500.00
5	ACABADOS				\$ 51,339,453.60
5.1	PINTURA PARA MUROS Y TECHO SOTANO (Pintura tipo 1 para exteriores)	M2	1656.58	\$ 20,920	\$ 34,655,653.60
5.2	TOPELLANTA PLASTICO	UNIDAD	340.00	\$ 49,070	\$ 16,683,800.00
	COSTO DIRECTO				\$625,102,820
	ADMINISTRACION		10%	\$	62,510,281.97
	IMPREVISTOS		5%	\$	31,255,140.98
	UTILIDADES		3%	\$	18,753,084.59
	IVA SOBRE UTILIDAD		19%	\$	3,563,086.07
	COSTO TOTAL			\$	741,184,413

En el Anexo 16 se presenta el presupuesto total apoyado de del análisis de precio unitario y en el Anexo 17 se presentan los APU's y cantidades de obra para entregar a los posibles oferentes, de esta manera sabrán que se contempló en cada ítem.

8. Normativa, fichas técnicas, pliego de condiciones

Se realizó un pliego de condiciones para definir con precisión las actividades a ejecutar, sus materiales, maquinaria y especificaciones técnicas pertinentes.

Se adjunta a este documento las fichas técnicas de los productos propuestos para las diferentes actividades. Ver Anexo 18

9. Recomendaciones y conclusiones

Se pudo evidenciar que todas las patologías existentes tienen una misma causa primaria, el asentamiento de los muros pantalla perimetrales, estos desencadenan los demás padecimientos del edificio.

Los laboratorios y ensayos de las empresas dieron resultados muy similares, a excepción de un ensayo de núcleos, los resultados fueron muy equivalentes.

Las actividades de mitigación propuestas son de vital importancia para la rehabilitación del edificio.

Se asumen procesos constructivos deficientes en los elementos de cimentación de los muros de contención, se pudo evidenciar en una auscultación la usencia de sección de las vigas al llegar a la zarpa de cimentación.

El edificio presenta varias patologías, pero todas son remediabiles y no se da un diagnóstico de demolición, aunque los costos de rehabilitación son altos, el trabajo completo, desde el punto de vista costo/beneficio es adecuado para el servicio que va a prestar la copropiedad.

Todos los trabajos son indispensables, estos hacen un conjunto integral para la estabilidad total de la obra.

En los planos y documentos DWG se encuentra información de cómo se hallaron las cantidades de obra.

Se recomienda hacer un diseño eléctrico y ejecutar las obras pertinentes de esta índole para dejar el edificio totalmente rehabilitado.

El recalce de las zapatas es necesario para que el factor de seguridad (FS) de la interacción suelo zapata cumpla con NSR-10, (mayor a 3). Si se dejan como están, no cumplen normativa vigente, por ello, negarían la licencia de construcción. INGRUP SAS no podrá firmar ni avalar algo que esté por fuera de la norma, inicialmente porque negarían la licencia y porque es antiético.

Referencias

- Fiol Olivan, F. (2014). Manual de patología y rehabilitación de edificios. Editorial Universidad de Burgos.
- Arce I, et al. (1999). Tratado de Rehabilitación -Metodología de la restauración y de la rehabilitación. Editorial Munilla –Leria
- Adell J, et al. (1999). Tratado de Rehabilitación -Teoría e historia de la rehabilitación. Editorial Munilla –Leria
- Elguero, A. M. (2004). Patologías elementales. Editorial Nobuko
- NSR-10
- El Decreto 523 de 2010, Microzonificación sísmica para la ciudad de Bogota.
- Reglamento colombiano de diseño y construcción sismo resistente (NSR-10). Creada por la ley 400 de 1997.
- ASTM-C805.
- ACI 318-14.
- ACI 562.
- NTC 5551
- Ley 675 del 2001, Artículo 24.
- Fiol Olivan, F. (2014). Manual de patología y rehabilitación de edificios. Editorial Universidad de Burgos
- Elguero, A. M. (2004). Patologías elementales. Editorial Nobuko.
- DCTA – UPM (1999). TRATADO DE REHABILITACION TOMO I, II, III, IV Y V. Editorial Munilla- lería

ANEXOS

- Informe final diagnóstico de patología realizado por la empresa MRP SAS.
- Anexo Laboratorios Patología Bosque de Modelia 30 10 2023 realizado por la empresa PSI

Ingeniería y Laboratorios

Anexo 1. Carteras toma de datos esclerómetro.

Anexo 2. Estudio de suelos

Anexo 3. Calculo estructural

Anexo 4. Planos estructurales

Anexo 4. Planos estructurales

Anexo 5. Cartera toma de deflexiones de placa de contra piso

Anexo 6. Cálculo de índice de sobre esfuerzos

Anexo 7. Diseño placa de entre piso

Anexo 8.1. Diseño zapata esquineras

Anexo 8.2. Diseño de zapatas medianeras

Anexo 8.3. Diseño de zapata aislada concéntrica

Anexo 9. Diseño de placa contra piso

Anexo 10. Planos de reforzamiento estructural

Anexo 11. Planos Arquitectónicos y deflexiones

Anexo 12. Nivelación topográfica; Anexo 12.a. Nivelación topográfica (Control)

Anexo 13. Toma de inclinaciones; Anexo 13.a. Toma de inclinaciones (Control)

Anexo 14. Informe de georreferenciación

Anexo 15. Peritaje y vulnerabilidad

Anexo 16. Presupuesto y APU's para el conjunto

Anexo 17. Presupuesto y APU's para entregar a oferentes

Anexo 18. Pliego de condiciones y fichas técnicas

Anexo 19. Diseño pluvial