

Estudio patológico para la intervención de losa de cubierta en concreto parqueadero conjunto residencial torres de Santorino

Presentado por:

Paola Delgado Quevedo

Álvaro Reyes Sierra

Mariana Losada Ortiz

Asesor:

Ing. Osmar Albert Gamba Gómez

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ingeniería Civil

Especialización en Patología de la Construcción

2025

TABLA DE CONTENIDO

• Resumen	3
• Abstract	4
1. Historia clínica	5
2. Metodología	6
3. Análisis de datos	8
4. Diagnostico	10
5. Propuesta de intervención	12
6. Análisis de vulnerabilidad sísmica	14
7. Cronograma	16
8. Presupuesto	18
9. Resultados	19
10. Referencias bibliográficas	20
11. Anexos	21

RESUMEN

La patología de la construcción es una disciplina que se enfoca en el estudio, diagnóstico y prevención de los defectos, daños y deterioros que afectan a las edificaciones e infraestructuras con el paso del tiempo. Esta rama de la ingeniería resulta esencial para asegurar la seguridad, durabilidad y funcionalidad de las estructuras. El objetivo principal fue identificar, analizar y diagnosticar las lesiones patológicas presentes en la losa de cubierta del sótano parqueadero ubicado en el conjunto residencial Quintas de Don Simón Torres de Santorino, en la ciudad de Cali (Valle del Cauca), y proponer soluciones técnicas viables que permitan:

- Restaurar la funcionalidad estructural e impermeable de la losa afectada.
- Prevenir la progresión del deterioro y futuros riesgos.
- Optimizar recursos mediante intervenciones puntuales y eficientes.

El estudio se llevó a cabo mediante inspección visual detallada como se muestra en el Anexo 1,2,3,4, ensayos no destructivos y análisis de laboratorio, con el objetivo de diagnosticar el estado de la losa de cubierta del sótano parqueadero. Se documentaron lesiones visibles, se realizó un mapeo de fisuras y zonas afectadas por humedad, y se ejecutaron pruebas específicas, como la determinación de la profundidad de carbonatación (18–25 mm) y la medición de humedad superficial (superior al 75% en áreas críticas). Se analizaron muestras para evaluar la resistencia del concreto y el estado del acero de refuerzo. Los laboratorios llevados a cabo se desarrollaron conforme a las directrices establecidas por la universidad, garantizando el cumplimiento de los objetivos académicos propuestos. La ejecución de estas prácticas se vio enriquecida por la experiencia profesional previa.

Los resultados evidencian un deterioro progresivo causado por deficiencias constructivas y condiciones ambientales agresivas, lo cual compromete la seguridad estructural de la losa. Se recomienda un plan de rehabilitación integral que incluya: inyección de resinas epóxicas, aplicación de recubrimientos impermeables, tratamiento anticorrosivo del refuerzo y mejora del sistema de drenaje. El estudio enfatiza la importancia del mantenimiento preventivo y la intervención temprana para preservar la vida útil de las infraestructuras.

Palabras claves: Patología de la construcción, Fisuración del concreto, Carbonatación en concreto, Corrosión del acero, Deterioro estructural, Eflorescencias en sótanos.

ABSTRACT

This study addresses construction pathology as a critical field for diagnosing and preventing structural deterioration in urban infrastructure. The research focuses on the roof slab of the basement parking area at *Quintas de Don Simón – Torres de Santorino* in Cali, Colombia. Through a combination of visual inspection, non-destructive testing, and laboratory analysis, various pathologies were identified, including cracking due to shrinkage and thermal stress, active water infiltration, concrete carbonation, and steel reinforcement corrosion caused by chloride exposure.

Key findings revealed carbonation depths between 18 and 25 mm, moisture levels above 75% in critical zones, and signs of advanced degradation due to both construction flaws and environmental conditions. Based on the diagnosis, a structural rehabilitation plan is proposed, including epoxy crack injection, waterproof coatings, corrosion protection of steel reinforcement, and improvements to the drainage system.

The study underscores the importance of early intervention and preventive maintenance to extend the service life and ensure the safety of urban structures.

Keywords: Construction pathology, Concrete cracking, Concrete carbonation, Steel corrosion, Structural deterioration, Technical diagnosis, Basement efflorescence.

1. HISTORIA CLINICA

- **Paciente:** Losa de cubierta del sótano parqueadero
- **Ubicación:** Carrera 79 No. 13B – 110, Barrio Quintas de Don Simón – Torres de Santorino, Cali, Valle del Cauca
- **Fecha de construcción:** 2005
- **Nivel evaluado:** Losa de cubierta (entre parqueadero subterráneo y nivel natural)
- **Tipo de estructura:** Concreto reforzado
- **Intervenciones previas:** Reparaciones correctivas por filtraciones

El conjunto residencial Torres de Santorino se encuentra en el sector de Pance, al sur de Cali, una zona reconocida por su alta valorización y exclusividad. Este conjunto está compuesto por cinco torres de siete pisos cada una “ver anexo 7”, ofreciendo comodidades como piscina, área social, portería, administración, UAR y parqueadero de dos niveles. La losa de cubierta del sótano parqueadero fue seleccionada para su evaluación debido a la presencia de diversas patologías estructurales observadas durante un recorrido diagnóstico, “Ver anexo 5”

Imagen 1. Síntomas del paciente



Nota: Elaboración propia.

Entre los síntomas principales se encuentran:

- Fisuras (mecánicas y térmicas)- Humedades localizadas y filtraciones- Eflorescencias salinas- Presencia de desgaste superficial- Signos de corrosión del acero- Malas prácticas en intervenciones anteriores. Estas manifestaciones afectan directamente la impermeabilidad y la durabilidad estructural del sistema, poniendo en riesgo su funcionalidad, “ver anexo 1,2,3,4”.

2. METODOLOGÍA

La información recolectada en esta fase preliminar será la base para una intervención técnica más profunda, permitiendo establecer un plan de acción que garantice la seguridad estructural y funcionalidad del sótano parqueadero.

A continuación, se presenta una tabla detallada que describe las etapas clave en el proceso de diagnóstico de patologías estructurales, los instrumentos utilizados en cada fase y los resultados esperados al finalizar el estudio.

Tabla 1. Metodología

ETAPA	DESCRIPCIÓN	INSTRUMENTOS UTILIZADOS	RESULTADOS ESPERADOS
Recolección de antecedentes del paciente estructural	Recopilación de información histórica sobre la estructura, incluyendo planos originales, informes previos, historial de mantenimiento y posibles intervenciones pasadas.	Archivos institucionales, planos, informes técnicos, registros de mantenimiento.	Establecimiento del estado actual de la losa de cubierta.
Verificación de intervenciones ejecutadas por terceros	Investigación sobre modificaciones, reparaciones o reforzamientos realizados por terceros, verificando su alcance, calidad y documentación.	Entrevistas con propietarios, registros de obras, permisos de construcción.	Identificación de daños estructurales y sus posibles causas.
Entrevistas a la junta directiva del conjunto	Entrevistas con miembros de la junta directiva del conjunto residencial o edificio para obtener información testimonial relevante.	Cuestionarios, grabadoras, notas de campo.	Hipótesis de origen de patologías estructurales.
Confirmación de la empresa constructora	Verificación de la existencia y datos de la empresa que llevó a cabo la construcción del edificio, contrastando la información disponible con los archivos institucionales.	Registros de construcción, bases de datos de empresas, archivos institucionales.	Lineamientos para intervención, refuerzo o mantenimiento.

Confrontación y cruce de información	Comparación de datos obtenidos de la junta directiva y la empresa constructora con los documentos técnicos recopilados, para detectar inconsistencias o carencias de datos.	Software de análisis de datos, hojas de cálculo, reuniones de equipo.	Identificación de inconsistencias o carencias de datos.
Formulación inicial de hipótesis	Planteamiento de hipótesis preliminares sobre las posibles causas de las patologías observadas en la estructura.	Reuniones de equipo, análisis de datos recopilados, revisión de literatura técnica.	Hipótesis de origen de patologías estructurales.
Ejecución de investigaciones de campo	Inspecciones in situ que incluyen observación directa, toma de registros fotográficos y levantamiento de evidencias de deterioro o fallas estructurales.	Cámaras fotográficas, equipos de medición, herramientas de inspección.	Identificación de daños estructurales y sus posibles causas.
Identificación de patologías existentes en el paciente estructural	Identificación y clasificación de los daños estructurales (fisuras, desprendimientos, corrosión, etc.) presentes en la losa de cubierta del sótano.	Equipos de medición, herramientas de inspección, software de análisis estructural.	Identificación de daños estructurales y sus posibles causas.
Evaluación del estado de los materiales	Evaluación de la condición actual de los materiales estructurales mediante pruebas no destructivas o destructivas, según sea necesario.	Equipos de ensayo no destructivo (ultrasonido, radiografía), herramientas de laboratorio, equipos de medición.	Establecimiento del estado actual de la losa de cubierta.
Diagnóstico técnico y valoración estructural	Elaboración de un diagnóstico técnico que determina el estado real de la losa de cubierta, su capacidad portante y posibles riesgos.	Software de análisis estructural, cálculos de ingeniería, informes técnicos.	Lineamientos para intervención, refuerzo o mantenimiento.

Nota: Análisis de etapas clave en el proceso de diagnóstico de patologías estructurales de la losa realizado por el autor con datos recopilados durante la inspección técnica.

3. ANALISIS DE DATOS

Se presenta una tabla que resume los aspectos analizados, los datos recopilados, los métodos de análisis empleados y los resultados obtenidos, proporcionando una visión integral del estado actual de la losa y su vulnerabilidad estructural.

Tabla 2. Análisis de datos

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
Configuración arquitectónica	Esquema inadecuado para drenaje y ventilación.	Inspección visual detallada; análisis de condiciones arquitectónicas.	Acumulación de humedad atrapada; condiciones que favorecen deterioro progresivo.
Configuración estructural	Detalles constructivos que no garantizan comportamiento sísmico adecuado ni protección de elementos.	Inspección técnica estructural en campo; análisis estructural cualitativo.	Alta vulnerabilidad sísmica; falta de protección a elementos estructurales clave.
Lesiones visibles	Fisuras, manchas, desprendimientos; zonas con eflorescencias; humedad persistente.	Mapeo de lesiones; registro fotográfico; esquemas de localización.	Identificación de zonas críticas afectadas por humedad, fisuración y pérdida de recubrimiento.
Carbonatación	Profundidad entre 18 – 25 mm.	Ensayo con fenolftaleína en testigos de concreto.	Carbonatación avanzada en concreto, afectando durabilidad y promoviendo corrosión del refuerzo.
Humedad superficial	Medición >75% en zonas críticas.	Uso de higrómetro de contacto.	Alta humedad superficial en puntos sensibles, condición propicia para corrosión.
Resistencia del concreto	Baja resistencia en zonas afectadas.	Ensayo de compresión en cilindros y núcleos extraídos.	Concreto debilitado estructuralmente en zonas afectadas, comprometiendo capacidad portante.



Composición química del concreto	Presencia de cloruros; variaciones en compuestos y fases minerales.	Espectrometría para análisis químico de muestras.	Evidencia de corrosión activa por cloruros; presencia de compuestos químicos alterados.
Evaluación general del estado de la losa	Daños acumulados, presencia de agentes agresivos, fallos de intervenciones anteriores.	Análisis técnico de datos recopilados, observaciones técnicas de campo.	Estructura con deterioro progresivo; intervenciones pasadas insuficientes; alta vulnerabilidad estructural frente a futuras filtraciones y fallos mecánicos si no se actúa.

Nota: Análisis de datos realizado por el autor con datos recopilados durante la inspección técnica.

4. DIAGNOSTICO

Durante el proceso de inspección estructural realizado a la losa de cubierta del sótano del parqueadero, se identificaron múltiples factores que han contribuido al deterioro progresivo del concreto, “ver anexo 2”. Entre estos, se determinó que la patología más relevante corresponde a procesos químicos dentro del concreto, los cuales han afectado directamente su integridad estructural y durabilidad.

Las reacciones químicas observadas, como la carbonatación, el ataque por sulfatos y cloruros, así como la presencia de eflorescencias (salitre), han generado efectos visibles como fisuras, manchas blancas y degradación superficial. Estos indicios reflejan una pérdida en las propiedades mecánicas del concreto, comprometiendo la protección de las armaduras internas y la capacidad de carga de la losa.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los principales aspectos analizados:

Tabla 3. Diagnostico

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
Humedad e infiltración	Presencia de agua en la estructura que puede reaccionar con compuestos del concreto y llegar hasta las armaduras.	Se observan eflorescencias, signos de transporte de agua y humedad constante en varias zonas.	Identificar fuentes de infiltración y aplicar sistemas de impermeabilización adecuados.
Reacciones químicas	Procesos internos del concreto como carbonatación, ataque por sulfatos y cloruros, y reacciones ASR.	Fisuras, pérdida de recubrimiento, presencia de salitre y signos de degradación en superficie.	Realizar limpieza química, aplicar inhibidores de corrosión, y en casos graves, considerar el retiro y reemplazo de secciones afectadas.
Calidad de materiales	Evaluación de la resistencia, durabilidad y composición de los materiales utilizados en la losa.	Posible uso de mezclas de baja calidad; deficiente protección ante agentes agresivos.	Realizar pruebas de laboratorio para determinar resistencia residual y contenido de cloruros.

Mantenimiento preventivo	Frecuencia y calidad de las actividades de mantenimiento realizadas desde la construcción.	Se evidencia falta de mantenimiento periódico, lo que ha permitido la evolución de las patologías.	Implementar un plan de mantenimiento estructural preventivo y correctivo con inspecciones periódicas.
Cargas estructurales	Evaluación del uso real frente al diseño original de cargas sobre la losa.	No se identifican signos de sobrecarga significativa, pero el deterioro químico podría reducir la capacidad portante.	Verificar diseño original y comparar con cargas actuales; si es necesario, limitar cargas hasta intervenir.
Condiciones ambientales	Exposición a climas adversos, contaminantes, o cambios térmicos que aceleran la degradación.	Ambiente húmedo y posible presencia de contaminantes químicos en el entorno cercano (aguas residuales, químicos industriales, etc.).	Evaluar entorno ambiental y tomar medidas de aislamiento, protección o ventilación según sea necesario.
Protección de armaduras	Evaluación del estado del recubrimiento del acero y su protección frente a corrosión.	Indicios de pérdida de recubrimiento y riesgo de corrosión activa.	Aplicar técnicas de pasivación del acero y mejorar la cobertura de concreto mediante reparación estructural localizada.

Nota: Análisis de múltiples factores que han contribuido al deterioro progresivo del concreto. Realizado por el autor con datos recopilados durante la inspección técnica.

El deterioro observado en la losa es resultado de una combinación de factores, principalmente de naturaleza química y ambiental, agravados por la falta de mantenimiento. Es imprescindible actuar de forma oportuna para evitar la progresión de los daños y garantizar la seguridad estructural de la losa. Se recomienda realizar un diagnóstico complementario mediante ensayos destructivos y no destructivos, seguido de un plan de intervención integral.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La losa de cubierta del parqueadero del Conjunto Residencial Torres de Santorino representa un componente estructural fundamental para la funcionalidad y seguridad de este. Esta losa no solo cumple una función técnica como elemento portante, sino que también actúa como barrera de protección entre los niveles del edificio y soporta cargas tanto estáticas como dinámicas derivadas del uso cotidiano. El deterioro progresivo evidenciado en esta estructura, especialmente por fenómenos químicos como la carbonatación, la presencia de cloruros, sulfatos, y la aparición de eflorescencias, compromete la integridad del concreto y la durabilidad de las armaduras de refuerzo. Adicionalmente, la presencia de fisuras visibles y signos de humedad señala la necesidad de una actuación técnica oportuna y planificada. En este contexto, contar con una propuesta de intervención estructurada, técnica y específica, cobra vital importancia, ya que permite:

Diagnosticar con precisión el estado actual de la losa y sus componentes. Proponer soluciones integrales para detener el avance de los daños. Restaurar la capacidad portante de la estructura, garantizando la seguridad de los usuarios. Minimizar costos futuros mediante acciones preventivas y correctivas efectivas. Prolongar la vida útil del componente estructural y, por ende, del edificio en general.

Tabla 4. Propuesta de intervención

Área / componente	Propuesta de intervención	Objetivo del proyecto
Losa de cubierta en concreto	Inspección detallada, limpieza, reparación de fisuras y refuerzo localizado donde se requiera.	Recuperar la integridad estructural de la losa para garantizar su seguridad, funcionalidad y vida útil a largo plazo.
Zonas con eflorescencias	Limpieza química superficial, aplicación de inhibidores de humedad y tratamiento impermeabilizante.	Eliminar fuentes de deterioro químico visible y evitar la progresión de patologías internas asociadas a la humedad.
Sectores con fisuras activas	Inyección de resinas epóxicas o selladores flexibles, dependiendo del tipo de fisura; seguimiento posterior.	Detener la propagación de fisuras y restablecer la capacidad mecánica de la losa.

Armado de acero expuesto o en riesgo	Remoción del concreto deteriorado, limpieza del acero, pasivación, reposición del recubrimiento con mortero técnico.	Prevenir la corrosión del acero de refuerzo y proteger la sección estructural.
Sistemas de drenaje / evacuación	Verificación y rediseño si es necesario, para evitar acumulación de agua sobre la losa.	Evitar infiltraciones que afecten la durabilidad del concreto, garantizando una correcta evacuación de aguas lluvias.
Materiales existentes	Ensayos complementarios para evaluar resistencia del concreto y contenido de cloruros / sulfatos.	Confirmar el nivel de daño químico y establecer parámetros para definir técnicas de refuerzo o sustitución de secciones.
Mantenimiento futuro	Establecer un plan de mantenimiento periódico estructural y seguimiento de patologías.	Prolongar la vida útil de la losa mediante inspecciones programadas y acciones correctivas preventivas.

Nota: Propuesta de intervención realizada por el autor con datos recopilados durante la inspección técnica y análisis.

Una intervención bien formulada no solo permite actuar sobre los síntomas del deterioro, sino que aborda las causas desde un enfoque técnico, asegurando así la sostenibilidad estructural a largo plazo. Además, responde a criterios normativos y buenas prácticas de ingeniería, alineándose con los principios de seguridad, habitabilidad y preservación de lo construido.

La propuesta de intervención para la losa de cubierta del parqueadero del Conjunto Residencial Torres de Santorino se sustenta en diversas normativas colombianas que abordan la durabilidad, el diseño y la rehabilitación de estructuras de concreto expuestas a condiciones ambientales agresivas. A continuación, se detallan las principales normativas aplicables:

- NTC 5551: Durabilidad del Concreto
- NTC 674: Requisitos para la Ejecución de Estructuras de Concreto
- Normas Sismo Resistentes (NSR-10): Título C y E
- Ley 400 de 1997

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Análisis sucinto sobre la sismicidad en la región

Ubicación	Carrera 79 No. 13B – 110, Barrio Quintas de Don Simón – Torres de Santorino, Cali, Valle del Cauca
Descripción geológica	La zona presenta una geología caracterizada por suelos blandos y sedimentos aluviales, condiciones que pueden amplificar los efectos sísmicos durante un terremoto. Esta configuración geotécnica aumenta el riesgo de licuefacción y asentamientos diferenciales en edificaciones mal diseñadas o construidas sin normas sismo-resistentes.
Histórico de sismos	Cali ha experimentado varios eventos sísmicos significativos, entre ellos: Terremoto del Eje Cafetero (1962): Sismo de magnitud 6.8 que afectó varias regiones, incluyendo Cali, con daños en edificaciones y pérdida de vidas. Sismo del 15 de noviembre de 2004: Terremoto de magnitud 6.7 que causó daños estructurales en edificaciones del sur de Cali, especialmente en zonas con suelos blandos.
Vecinos colindantes	El conjunto está circundado por edificaciones residenciales de características similares, algunas de las cuales han sido objeto de ampliaciones no autorizadas. Esta condición incrementa la probabilidad de un colapso progresivo durante un sismo, debido a la interacción entre las estructuras colindantes.
Sistema constructivo	Se estima que el conjunto fue edificado utilizando un sistema convencional de concreto reforzado. No obstante, la ausencia de documentación técnica detallada impide verificar su conformidad con las normativas sismo-resistentes vigentes. Es frecuente que en esta área existan edificaciones sin diseños estructurales apropiados, lo que incrementa su susceptibilidad a daños durante eventos sísmicos.
Materiales	El uso de concreto armado es característico en la construcción del conjunto. No obstante, la exposición a condiciones ambientales adversas puede haber generado deterioro en los materiales, afectando su resistencia y durabilidad.
Cimentación	Se estima que el conjunto está cimentado mediante una estructura superficial, posiblemente zapatas corridas o aisladas. Este tipo de cimentación es más susceptible a movimientos del terreno y puede verse afectada por la humedad y la saturación de los suelos blandos circundantes.
Sistema estructural	El sistema estructural del conjunto está compuesto por elementos verticales y horizontales en concreto. La losa de cubierta, al estar en deterioro, puede comprometer la rigidez y funcionalidad del conjunto como diafragma, afectando su comportamiento global ante cargas sísmicas.

Proyecto: Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica – Conjunto Residencial Torres de Santorino.

Ubicación: Ciudad de Cali, Colombia

Zona de amenaza sísmica: Alta (aceleración máxima en roca: 0.25g)

Tabla 5. Análisis de vulnerabilidad sísmica

Aspecto Evaluado	Calificación Cualitativa	Observaciones / Riesgos Asociados
Ubicación geográfica	Alta	La zona presenta actividad sísmica recurrente. Se requiere considerar fuerzas laterales importantes.
Descripción geológica	Moderada	Puede haber amplificación de ondas sísmicas y reducción de capacidad portante en suelos húmedos.
Histórico de sismos	Alta	Presencia histórica de eventos severos; debe tenerse en cuenta en el diseño y refuerzo estructural.
Vecinos colindantes	Moderada	Posibilidad de efecto de masa o colapso progresivo entre edificaciones cercanas.
Sistema constructivo	Moderada – Alta	La calidad del diseño y la ejecución son clave. Puede haber vulnerabilidades en uniones o conexiones.
Materiales	Alta	La pérdida de propiedades del concreto compromete su comportamiento en caso de sismo.
Cimentación	Moderada	Cimentaciones superficiales son más vulnerables ante sismos en suelos blandos o saturados.
Sistema estructural	Alta	La losa actúa como diafragma. Su pérdida de rigidez o integridad puede afectar el comportamiento global.

Nota. Elaboración propia a partir de observaciones técnicas y análisis cualitativo de condiciones estructurales y geológicas del sitio.

De acuerdo con la matriz cualitativa, la vulnerabilidad sísmica de la estructura se clasifica como Alta, debido a una combinación de factores:

- Ubicación en zona de amenaza sísmica alta.
- Condiciones geológicas que pueden amplificar la respuesta sísmica.
- Deterioro avanzado de materiales estructurales, principalmente en la losa de cubierta.
- Posibles deficiencias en los sistemas de cimentación y conexiones estructurales.
- Influencia de construcciones colindantes con ampliaciones sin control técnico.

7. CRONOGRAMA

Tabla 6. Cronograma

Cronograma de actividades para el diagnóstico Patológico			
Ítem	Descripción	Responsable	Duración
1	Revisión documental (planos, memorias y registro fotográfico)	Equipo técnico	4 días
2	Visita de inspección (incluye desplazamiento, viáticos y registro fotográfico) por equipo de dos personas	Patólogo y auxiliar	2 días
3	Elaboración del plan de diagnóstico	Ingeniero Civil / Líder del proceso	1 día
4	Ensayo en sitio (humedad superficial, potencial de corrosión)	Laboratorio	2 días
5	Ensayo de Carbonatación (En laboratorio, a realizar a núcleos extraídos)	Laboratorio	2 días
6	Ensayo de resistencia a compresión, extracción de núcleos (revisar si se hace necesario relleno del taladro con mortero epóxido)	Laboratorio / Ingeniero Civil	1 día
7	Ensayo de espectrometría (Laboratorio certificado, resultado de la presencia de contaminantes).	Laboratorio	2 días
8	Consolidación de información, análisis y recomendaciones	Ingeniero Patólogo	3 días
9	Entrega de informe (entrega en sitio, hallazgos, desarrollo y plan de acción)	Líder del proceso	1 día
Tiempo estimado para los entregables			18 días hábiles
Listado de entregables:			
1. Registro fotográfico			
2. Fichas de levantamiento con ubicación de daños			
3. Resultado de los ensayos y certificado del laboratorio			
4. Informe técnico final			



Tarea	Duración (días)	Predecesoras	Rutas posibles
A	4		
B	2	A	
C	1	B	
D	2	B, C	3
E	2	C, E	3
F	1	C, B	3
G	2	B, F	3
H	3	B, C, D, E, F, G	10
I	1	H	
Rutas críticas:	B, C, D, E, F, G	10 días	

8. PRESUPUESTO

Tabla 7. Presupuesto

Presupuesto de Diagnóstico de Patología					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total
1	Revisión documental (planos, memorias y registro fotográfico)	Und	1	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
2	Visita de inspección (incluye desplazamiento, viáticos y registro fotográfico) por equipo de dos personas	Und	1	\$ 1.200.000,00	\$ 1.200.000,00
3	Ensayo de Carbonatación (En laboratorio, a realizar a núcleos extraídos)	Und	2	\$ 35.000,00	\$ 70.000,00
4	Ensayo Humedad superficial (Incluye higrómetro para la medición y herramienta menor, determinación del origen de la humedad capilaridad, condensaciones).	Und	1	\$ 380.000,00	\$ 380.000,00
5	Ensayo de resistencia a compresión (Incluye extracción, y laboratorio acreditado, si se requiere relleno del taladro con mortero epóxido)	Und	2	\$ 420.000,00	\$ 840.000,00
6	Espectrometría (Laboratorio certificado, resultado de la presencia de contaminantes).	Und	1	\$ 400.000,00	\$ 400.000,00
7	Entrega de informe (entrega en sitio, hallazgos, desarrollo y plan de acción)	Und	1	\$ 720.000,00	\$ 720.000,00
Subtotal					\$ 1.690.000,00
AIU				30%	\$ 507.000,00
Total					\$ 4.367.000,00

9. RESULTADOS

A partir del desarrollo del estudio patológico realizado en la losa de cubierta del parqueadero del Conjunto Residencial Torres de Santorino, se espera alcanzar los siguientes resultados:

1. Mejora en la comprensión de las patologías estructurales

Mediante la aplicación de inspecciones visuales, ensayos no destructivos y análisis de laboratorio, se prevé un entendimiento detallado de los mecanismos de deterioro presentes en la losa, tales como la carbonatación del concreto, la presencia de humedad constante, la corrosión del acero de refuerzo y la manifestación de eflorescencias. Esta comprensión permitirá identificar las causas raíz de las lesiones y no solo sus manifestaciones superficiales.

Los laboratorios llevados a cabo se desarrollaron conforme a las directrices establecidas por la universidad, garantizando el cumplimiento de los objetivos académicos propuestos. La ejecución de estas prácticas se vio enriquecida por la experiencia profesional previa.

2. Diagnóstico técnico preciso

Se espera generar un diagnóstico estructural que defina con claridad el estado actual de la losa, su capacidad portante, y el grado de afectación de sus materiales, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones técnicas.

3. Propuesta de soluciones técnicas viables y sostenibles

Con base en los hallazgos, se proponen intervenciones como la inyección de resinas epóxicas en fisuras activas, tratamientos de pasivación del acero, aplicación de sistemas impermeabilizantes y rediseño de drenajes. Estas acciones están orientadas a detener la progresión de los daños, recuperar la funcionalidad estructural de la losa y prolongar su vida útil.

4. Establecimiento de lineamientos de mantenimiento

Otro resultado clave será la formulación de un plan de mantenimiento estructural preventivo que permita monitorear el estado de la losa en el tiempo, reduciendo la necesidad de intervenciones mayores y garantizando condiciones de seguridad para los usuarios del conjunto residencial.

En suma, se espera que el estudio no solo resuelva las patologías actuales, sino que también contribuya a fortalecer la cultura de mantenimiento y conservación preventiva en el ámbito de la construcción urbana.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIS, (2010), NSR-10 -título A. " Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente"

https://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/ED232_Moreno.pdf

AIS, (2010), NSR-10 -título C. " Concreto Estructural"

<https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>

Alpsten G. Causes of Structural Failures with Steel Structures."

<http://www.stbk.se/1662c-paper34-iabse-2017-01-24.pdf>

AIS, INGEOMINAS, & Universidad de los Andes. (1996). Estudio general de amenaza sísmica de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS).

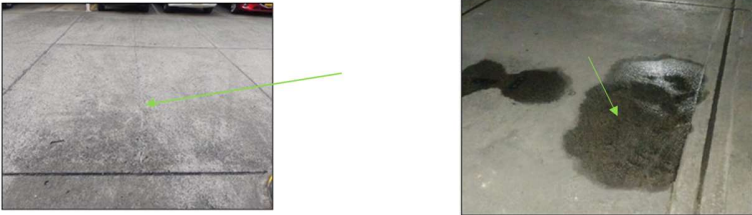
Red Sismológica Nacional de Colombia. (2024). Reporte histórico de sismos. Servicio Geológico Colombiano. Recuperado de

<https://www.sgc.gov.co>



Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá, Colombia: AIS.

11. ANEXOS

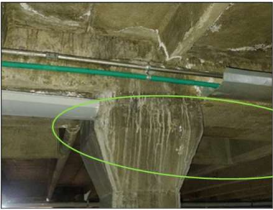
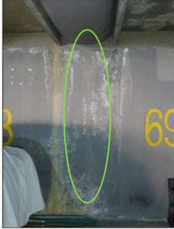

Anexo 1. Análisis patología de pisos

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS		UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA									
PATOLOGIA DE PISOS											
FECHA:	20/03/2025										
ZONA:	SOTANO										
ESPACIO:	SOTANO										
ELEMENTO:	PISOS PLACA DE CONTRAPISO										
MATERIALES:	CONCRETO REFORZADO (CONCRETO + ACEROS)										
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	CONCRETO REFORZADO										
COMPORTAMIENTO GENERAL:											
		NIVEL DE DAÑO		NIVEL DE RECUPERACION			PRIMEROS AUXILIOS		SEGUIMIENTO A REALIZAR PRUEBAS Y ENSAYOS A REALIZAR		
		SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO	IMPRESCINDIBLE	NECESARIO	CONVENIENTE	APEOS			PROTECCION
CARACTERISTICAS GENERALES DE SU ESTADO		OBSERVACIONES									
ASPECTO EXTERNO:		SE EVIDENCIAN GRITAS EN LA PLACA QUE DA CARA AL EXTERIOR									
MANCHAS		EN ZONAS DE ALMACENAMIENTO O BODEGAJE SE OBSERVAN MANCHAS PROPINADAS POR AGENTES QUIMICOS									
HUMEDADES		APOZAMIENTOS EN DIAS DE LLUVIA									
CAVIDADES											
DESCAMACIONES											
PERDIDA DE MATERIAL											
DESPRENDIMIENTOS											
ALTERACIONES TARUMATICAS:											
GRIETAS		ES POSIBLE QUE SEAN POR MOVIMIENTOS EN ASENTAMIENTO INICIAL									
ASENTAMIENTOS											
ROTURAS											
COMPORTAMIENTO HIGROTHERMICO:											
COMPONENTES											
ESPESORES											
HUMEDADES INTERIORES			X				X				X
SISTEMA DE IMPERMEABILIZACION:											
ADHERENTE:											
JUNTAS:											
DETECCION DE PROTESIS:											
OTROS:											
OBSERVACIONES GENERALES:		SE HAN REALIZADO MANTENIMIENTOS A NIVEL DE PRIMEROS AUXILIOS COMO APLICACION DE EPOXICOS EN LAS FISURAS DETECTADAS									


Anexo 2. Análisis placa contrapiso

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS		UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA										
PATOLOGIA DE PLACA CONTRAPISO INTERNA												
FECHA:	20/03/2025											
EDIFICIO:	SOTANO											
ESPACIO:	PRIMER SOTANO PISO											
ELEMENTO:	CUBIERTAS, PLACA ENTREPISO											
MATERIALES:	CONCRETO REFORZADO											
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	CONCRETO REFORZADO											
COMPORTAMIENTO GENERAL:												
REPRESENTACION GRAFICA:												
				NIVEL DE DAÑO		NIVEL DE RECUPERACION		PRIMEROS AUXILIOS			SEGUIMIENTO A REALIZAR	PRUEBAS Y ENSAYOS A REALIZAR
				SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO	IMPRESCINDIBLE	NECESARIO	CONVENIENTE	APEOS		
CARACTERISTICAS GENERALES DE SU ESTADO		OBSERVACIONES										
ASPECTO EXTERNO:												
COLOR	Manchas marrones											X
TEXTURA	Relieve en las eflorescencias											X
SONIDO												
PERDIDA DE MATERIAL	No se evidencia											X
ESTADO MATERIAL ES DE PROTECCIÓN	Deterioro, lesiones químicas aparentemente por humedad											X
AGRESIVIDAD DEL MEDIO:												
TIPO DE AMBIENTE	Humedo en el ambiente, se percibe algo de gas											X
GRADO DE HUMEDAD	Crecimiento de las eflorescencias, y las manchas por la humedad											X
TEMPERATURA	25°C											
ALTERACIONES TRAUMATICAS:												
COHERENCIA CON EL SOPORTE												
TABLERO												
COMPORTAMIENTO TERMICO												
ESTANQUEIDAD												
COMPORTAMIENTO HIDROTERMICO:												
COMPONENTES												
HUMERADES INTERIORES												
ENLACES												
CONDICIONES DE APOYO	No se evidencia necesidad de impermeabilizar, se requiere realizar el lavado periorico											X
ORGANIZACIÓN DE NUDOS												
DESPLAZAMIENTOS/DESARTICULACIONES												







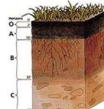





Anexo 3. Análisis columnas y muros

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS		UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA							
PATOLOGIA DE ESTRUCTURAS									
FECHA:	20/03/2025								
EDIFICIO:	COLUMNAS Y MUROS								
ESPACIO:	PRIMER SOTANO								
ELEMENTO:	COLUMNAS Y MUROS								
MATERIALES:	CONCRETO REFORZADO								
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	CONCRETO REFORZADO								
COMPORTAMIENTO GENERAL:									
REPRESENTACION GRAFICA:									
									
CARACTERISTICAS GENERALES DE SU ESTADO		NIVEL DE DAÑO		NIVEL DE RECUPERACION		PRIMEROS AUXILIOS		PRUEBAS Y ENSAYOS A REALIZAR	
ASPECTO EXTERNO:		SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	IMPRESCINDIBLE	NECESARIO	CONVENIENTE	APEOS	PROTECCION	OTROS
COLOR	Blanco, grises		x					x	x
TEXTURA	Relieve								
SONIDO									
PERDIDAS DE MATERIAL	Se presenta desprendimiento de material como la pintura de protección, se evidencia embombamientos		x		x			x	x
ESTADO MATERIALES DE PROTECCIÓN	Deteriorados								
AGRESIVIDAD DEL MEDIO:									
TIPO DE AMBIENTE	Humedo								
GRADO DE HUMEDAD	69%								
TEMPERATURA	25°C								
CONSTANTES FISICO-QUIMICAS:									
SECCIONES									
ALTERACIONES DE COMPONENTES	Se evidencia daño en temas de humedad y fisuras en algunas zonas de la estructura, es notoria la falta de mantenimiento a los elementos estructurales		x						x
ENLACES:									
CONDICIONES DE APOYO									
ORGANIZACIÓN DE NUDOS									
DESPLAZAMIENTOS/DESARTICULACIONES									
TRABAS									

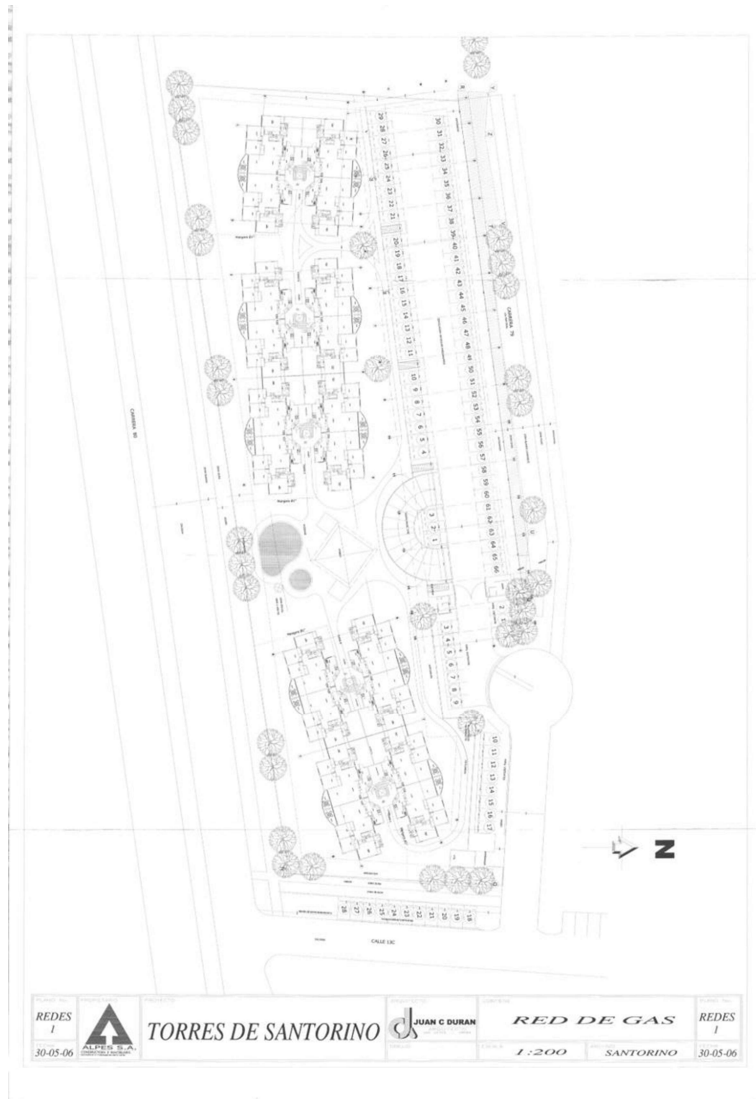
Anexo 4. Análisis estructuras vigas

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS		UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA										
PATOLOGIA DE ESTRUCTURAS												
FECHA:	20/03/2025											
EDIFICIO:	SOTANO											
ESPACIO:	VIGAS DE SOTANO											
ELEMENTO:	VIGAS DE SOTANO											
MATERIALES:	CONCRETO REFORZADO											
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	CONCRETO REFORZADO											
COMPORTAMIENTO GENERAL:												
REPRESENTACION GRAFICA:		NIVEL DE DAÑO		NIVEL DE RECUPERACION			PRIMEROS AUXILIOS		SEGUIMIENTO A REALIZAR			
		SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO	IMPRESINDIBLE	NECESARIO	CONVENIENTE	APEOS	PROTECCION	OTROS	SEGUIMIENTO A REALIZAR	
CARACTERISTICAS GENERALES DE SU ESTADO		OBSERVACIONES										
ASPECTO EXTERNO:												
COLOR	Marron, grises, blancos											
TEXTURA	Relieve											
SONIDO												
PERDIDAS DE MATERIAL	Se evidencia algo de porosidad											
ESTADO MATERIALES DE PROTECCIÓN												
AGRESIVIDAD DEL MEDIO:												
TIPO DE AMBIENTE	Humedo											
GRADO DE HUMEDAD	69%											
TEMPERATURA	25°C											
COSNTANTES FISICO-QUIMICAS:												
SECCIONES												
ALTERACIONES DE COMPONENTES	Seevidencia porosidad, eflorcencias, mohos											
ENLACES:												
CONDICIONES DE APOYO												
ORGANIZACIÓN DE NUDOS												
DESPLAZAMIENTOS/DESARTICULACIONES												

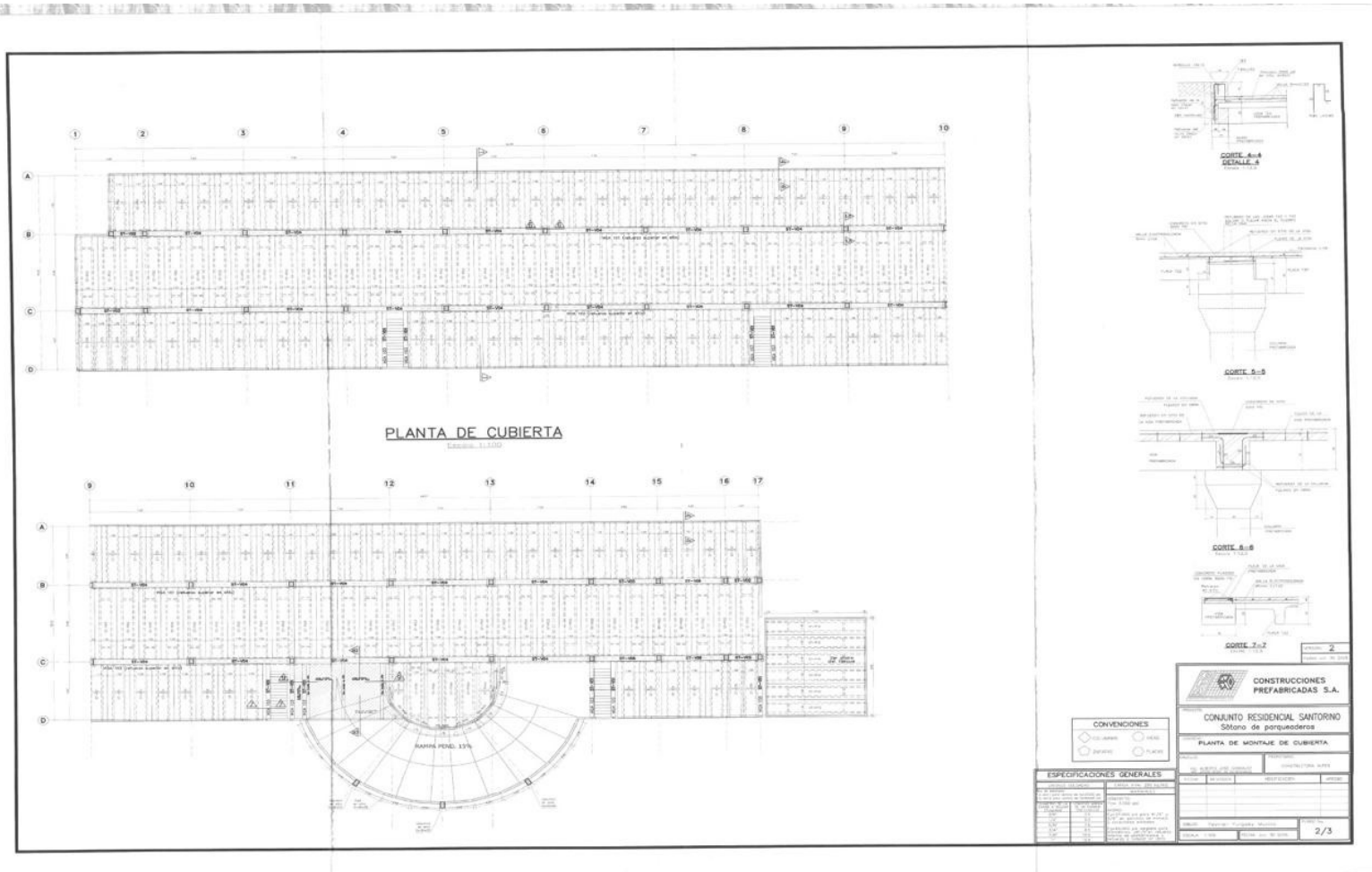
Anexo 5. Matriz de vulnerabilidad

MATRIZ DE VULNERABILIDAD							
Estudio Patológico losa cubierta sótano parqueadero Conjunto Residencial Torres de Santorino							
	Fachada	Placa	Columnas	Vigas	Losa	Muros	Suelos
FOTOS							
EJES		Tanto la cubierta como el sótano. Entre los ejes A y D y 1-17	B1'.B2.B3.B4.B5.B6.B7, B8.B9.B10.B11.B12.B13, B14.B15.B16.B17, C1, C2, C3.C4.C5.C6.C7.C8.C9.C10.C11.C12.C13.C14.C15 C16.C17.MAS 3 COLUMNAS EN LA RAMPA DE ACCESO VEHICULAR	ST-V01, ST-V02, ST-V03, ST-V04, ST-V05, ST-V06.VIGA 101, VIGA 102, VIGA 103,	Losas prefabricadas ST-PO1, ST-PO2, ST-PO3, ST-PO4, ST-PO5,ST-PO6,ST-PO7, ST-PO9, ST-P10	ST-M01, ST-M02,ST-M03,ST-M04,ST-M05,ST-M06, ST-M07, ST-M08, ST-M09, ST-M10.	Esta zona corresponde al Abanico del Río Meléndez y Lili localizada al sur de la ciudad, caracterizada por la presencia de una capa superficial de materiales limosos de consistencia dura de unos 10 m de espesor suprayaciendo a estratos granulares con cantos, gravas y bloques de rocas diabásicas de formas angulares a subredondeadas, en matriz arenociliosa con intercalaciones de materiales finos predominantemente arcillas duras. Los periodos fundamentales están entre 0.5 – 1.3 seg con un promedio de 1.0 seg, presentando un espesor aproximado entre 100 y 200 m al terciario y de 600 m al basamento rocoso.
DESCRIPCIÓN	El Conjunto residencial Torres de Santorino, cuenta con dos niveles de parqueadero. Un primer nivel y un sótano	Se evidencian fisuramiento de los paños de las losas de cubierta, así mismo en el sótano se presentan manifestaciones de filtraciones de agua, las cuales reflejan eflorescencias y estalactitas.	La columnas presentan manchas por las filtraciones de agua y las eflorescencias. Por otra parte no se observan fallas estructurales, fisuras o grietas en estos elementos.	La vigas presentan manchas por las filtraciones de agua y las eflorescencias. Por otra parte no se observan fallas estructurales, fisuras o grietas en estos elementos.	No se evidencian manifestaciones de patologías. La gran cantidad de elementos prefabricados y sus juntas contribuyen a la filtración de agua hacia el sótano.	Los muros de contención no evidencian fisuras, grietas o desprendimientos	
	Materiales	Sismo	Fisuras	Filtraciones de agua	Zonas verdes		
FOTOS							
EJES	Entre los ejes A y D y 1-17						
DESCRIPCIÓN	La construcción del sótano parqueadero fue realizada en concreto de 21 Mpa o 3,000 PSI. Esto para columnas, vigas, zapatas, muros de contención y losa y placa de rodadura. Algunos elementos son prefabricados. Estos son losas y columnas y vigas aéreas	Cali se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta. El último sismo que afectó considerablemente a la ciudad ocurrió el 31 de marzo de 1983. Aunque este sismo fue de alto impacto para Popayan, en Cali también causó graves daños	Se presentan diferentes tipos de fisuras en los "paños" o secciones de las losas de rodadura del parqueadero. Además los sellos de las juntas de dilatación se han desprendido.	Se presentan filtraciones de agua por las fisuras y las dilataciones de los paños ocasionando diferentes manifestaciones, como estalactitas por la parte inferior de la losa.	En la parte aldeaña al sótano parqueadero hay una zona verde paralela a la estructura. No obstante lo anterior la zona verde presenta un desnivel importante que no permite el estancamiento de agua		

Anexo 6. Red de gas



Anexo 7. Planta de cubierta



Anexo 8. Corte 1-1

