

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali-
Valle.

Presentado por:

Yulieth Paola Bueno Agudelo y

Yiniva Iveth Padilla Pacheco

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ciencia y Tecnologías

Especialización en Patología de la Construcción

Bogotá

2019

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali-
Valle.

Trabajo Profesional Integrado (TPI)

Título a optar:

Especialista en Patología de la Construcción

Revisor del trabajo de grado

Msc, Walter Mauricio Barreto Castillo

Universidad Santo Tomas

Facultad de Ciencia y Tecnología

Especialización en Patología de la Construcción

Bogotá, 2019

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Nota de aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Santo Tomás de Aquino para optar al título de Especialista en Patología de la Construcción.

Walter Mauricio Barreto Castillo

Revisor

Arquitecto, Magister

Bogotá D.C. 2019

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Contenido

Introducción	11
Justificación.....	13
Objetivos	14
Objetivo general	14
Objetivos específicos.....	14
Marco referencial	15
Marco contextual	15
Cumplimiento de especificaciones técnicas y de diseño.	15
Calidad de los materiales usados en obra	15
Determinación de procesos físicos que afectan el concreto	16
Teórico.....	16
Juntas de construcción	17
Curado y protección del concreto	17
Recubrimientos mínimos	17
Humedad	18
Fisuras	18
Corrosión	18
Desprendimientos	18
Legal	19
Histórico	20
Alcances y limitaciones.....	21
Metodología	23
Inspección preliminar	23
Recopilación de información.....	23
Seguimiento técnico	23
Fase de diagnóstico.....	24
Descripción del paciente	25
Localización	25

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Características técnicas del proyecto	25
Parqueadero en sótano	26
Parqueadero a Nivel	26
Historia clínica	28
Responsables del estudio	28
Fecha de realización del estudio	28
Autorización del estudio	28
Uso - fecha de construcción	28
Importancia del Paciente	28
Normatividad actual que lo rige	29
Estado General de la construcción	29
Aplicación patológica	29
Elementos de Análisis (Fichas de Historia Clínica)	29
Identificación de lesiones.	31
Losa parqueadero a nivel	31
Lesiones en estructura metálica de cubierta para parqueadero	33
Lesiones en sótano de parqueadero	35
Edificaciones u obras vecinas.....	36
Medio Ambiente	36
Temperatura.....	36
Precipitaciones.....	36
Estudios y documentos técnicos	37
Estudio de suelos	37
Exploración realizada	37
Pruebas en el sitio	37
Estratigrafía y características del subsuelo	37
Nivel freático	37
Capacidad portante	38
Asentamientos	38
Tipo de cimentación construida.....	38

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Recomendaciones:	38
Diagnóstico	40
Ensayo de esclerometría	40
Ensayo con fisurómetros	40
Estudio de análisis estructural.....	42
Estudio de vulnerabilidad sísmica.....	44
Propuestas de intervención y presupuesto.....	47
Presupuesto, alternativa N°1	47
Cronograma	49
Presupuesto, alternativa N°2	49
Cronograma	51
Conclusiones	52
Recomendaciones.....	53
Referencias Bibliográficas	54
Bibliografía	55

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Lista de figuras

Figura 1. Localización del proyecto.....	25
Figura 2. Esquema general losa de parqueadero afectada.....	27
Figura 3. Bosquejo en Perfil de la zona de estudio	30
Figura 4. Losa en concreto de parqueadero a nivel.....	30
Figura 5. Lesiones en losa de parqueadero a nivel.....	31
Figura 6. Asentamiento junta de construcción, losa de parqueadero a nivel	31
Figura 7. Perfil de asentamiento de la losa de parqueadero a nivel	32
Figura 8. Lesiones estructura metálica para cubierta	33
Figura 9. Lesiones en platina de anclaje de estructura metálica	33
Figura 10. Lesiones en perfiles de la estructura metálica del parqueadero.....	34
Figura 11. Detalle constructivo pedestal para estructura metálica.....	34
Figura 12. Lesiones en sótano	35
Figura 13. Humedades y desprendimientos en sótano de parqueadero	36
Figura 14. Instalación de fisurómetros.....	41
Figura 15. Derivas	43
Figura 16. Chequeo de derivas.....	43
Figura 17. Procedimiento para realizar análisis de vulnerabilidad sísmica, según NSR10	44

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Lista de tablas

Tabla 1.Certificación normas urbanísticas y chequeo en obra.....	22
Tabla 2. Capacidad portante de suelos	38
Tabla 3.Presupuesto alternativa de intervención 1.....	47
Tabla 4. Valor total presupuesto alternativa 1	49
Tabla 5.presupuesto alternativa de intervención 2.....	50
Tabla 6.Costo alternativa de intervención 2.....	51

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Anexos

Anexo 1. Fichas de historia clínica

Anexo 2. Planos de levantamiento

Anexo 3. Planos de calificación

Anexo 4. Estudio de suelos

Anexo 5. Ensayos realizados

Anexo 6. Análisis estructural

Anexo 7. Análisis de vulnerabilidad sísmica

Anexo 8. Propuesta de intervención

Anexo 9. Registro fotográfico

Anexo 10. Documentos adicionales

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Resumen

En el presente documento se lleva a cabo un análisis de las diferentes patologías que evidencia la losa de parqueadero a nivel del conjunto residencial Altos del Parque, localizado en la ciudad de Cali, Departamento Valle del Cauca, para ello se establece una metodología compuesta por cuatro fases: una fase preliminar, en la cual, se identifican las lesiones y el origen de las mismas dentro de la losa afectada, recopilación de información y/o documentos técnicos referidos al diseño y construcción del elemento en cuestión, control, seguimiento y/o evolución de las patologías, y finalmente se realiza un diagnóstico del estado, funcionalidad y servicio que presta a la fecha la losa de parqueadero, para ello este estudio se apoya en los parámetros de evaluación indicados en el código de construcción sismo-resistente vigente a la fecha, NSR 10.

La documentación recabada en este estudio aporta argumentos importantes para que la administración del conjunto, pueda adelantar procesos jurídicos ante la aseguradora, esto con el fin de que la constructora Promotora la Estación, efectúe las reparaciones pertinentes, ya sea reemplazando la junta de construcción o reconstruyendo la porción de losa afectada.

Palabras claves: junta, patología, eflorescencia, oxidación, suciedad, deriva, viga, concreto, refuerzo, prefabricado, fisura, deformación, resistencia, deformación.

Abstract

In the present document an analysis of the different pathologies evidenced by the parking slab at the residential complex Altos del Parque, located in the city of Cali, Valle del Cauca Department, is carried out, for which a methodology composed of four phases: a preliminary impact, which identifies the injuries and their origin within the affected slab, compilation of information and / or technical documents related to the design and construction of the element in question, control, monitoring and / or evolution of the pathologies, and finally a diagnosis of the state, functionality and service that the parking slab provides to date, for this study is based on the evaluation parameters indicated in the earthquake-resistant construction code in force at the date, NSR 10.

The documentation gathered in this study provides important arguments so that the administration of the whole, can advance legal proceedings before the insurer, this with the purpose of the construction company Promotora la Estación, carry out the pertinent repairs, either replacing the construction board or rebuilding the portion of slab affected.

Keywords: joint, pathology, efflorescence, oxidation, dirt, drift, beam, concrete, reinforcement, prefabricated, fissure, deformation, resistance, deformation.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Introducción

Actualmente, la administración del conjunto residencial Altos del Parque está interesada en evaluar la condición de algunos elementos constitutivos de la edificación, especialmente de las zonas de parqueadero debido a que aún no se han cumplido diez años desde el recibo de la obra y ya se han manifestado algunas patologías.

Entre las lesiones evidenciadas en la edificación objeto de estudio se encuentra: asentamiento diferencial de porciones de losas de dos tramos fundidos en sitio, eflorescencias, fisuras, pérdida de recubrimiento del concreto, corrosión del refuerzo en parte inferior de la losa de concreto del parqueadero a nivel, corrosión de estructura metálica para cubierta de la zona de parqueadero.

Dentro de las características principales que este tipo de edificación presenta se destacan las mencionadas a continuación: estructuralmente, una parte de la losa del parqueadero está construida con vigas prefabricadas sobre pórticos conformados por pantallas y vigas en concreto, el piso del sótano corresponde a un pavimento en concreto rígido de 0,10m de espesor, fundida con paños de sección 3.0mx4.0m con juntas en los cuatro costados.

En el presente trabajo se realiza revisión a los estudios y diseños iniciales del proyecto, esto con el ánimo de verificar el cumplimiento de los parámetros de diseños establecidos en la normatividad que le compete a este tipo de obras. La construcción del conjunto residencial Altos del Parque se realizó con base en las solicitudes estructurales y demás requerimientos de la NSR 98, por consiguiente, en el análisis de vulnerabilidad sísmica tomando como base conceptos técnicos que pueden ayudar a la identificación de las posibles causas de las lesiones con base en el actual reglamento colombiano sismo resistente NSR-10, se evalúa que la losa del parqueadero a nivel, cumpla actualmente con los parámetros mínimos de servicio, tales que

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

permitan garantizar una respuesta estructural satisfactoria ante un sismo o el continuo tráfico de vehículos por dicho elemento.

La elaboración del estudio patológico se lleva a cabo en tres fases: la primera consiste en la identificación de las lesiones, la segunda fase consiste en la recopilación de documentos técnicos del proyecto, y, finalmente una tercera, en donde se suministra un diagnóstico con dos posibles propuestas de intervención apoyadas en ensayos de laboratorio no destructivos ejecutados en campo: esclerometría y trazabilidad de fisuras empleando fisurómetro. Con lo anterior se da solución a las lesiones que afectan tanto la estética como el comportamiento normal de la estructura ante el paso de los vehículos sobre la losa de parqueadero tanto en sótano como a nivel.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Justificación

Resulta de gran importancia llevar a cabo el Estudio Patológico del Conjunto Residencial Altos del Parque, puesto que con este se dará solución a una problemática que evidentemente no solo afecta la estética del área comprometida (zona de parqueaderos), sino que está deteriorándola de forma prematura. Los resultados obtenidos permitirán generar un informe en el cual, de forma explícita se le manifieste a la Administración del conjunto, si los hallazgos evidenciados fueron causados por situaciones determinadas por procesos constructivos inapropiados o, por falencias en la elaboración de los estudios y diseños, en cuyo caso, el constructor deberá corregir o subsanar trabajos que no fueron correctamente ejecutados en su momento, atendiendo las especificaciones técnicas, daños conducentes a un estado de ruina que se pueda haber presentado en los años que se encuentra en servicio la obra, por lo que al ser amparado por la acción de responsabilidad civil que le corresponde a la constructora y que rige sobre producto defectuoso. Ante esta situación, la administración del conjunto tendrá la autoridad para iniciar un proceso de conciliación o reclamación a la firma constructora con el fin de que esta evalúe las afectaciones que presenta la losa de parqueadero y actúe dentro de los términos legales que le competen.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Objetivos

Objetivo general

Realizar estudio patológico en zona de parqueaderos del conjunto residencial Altos del Parque, en la ciudad de Cali.

Objetivos específicos

Evaluar los procesos constructivos empleados en las losas de concreto y su concordancia con la normatividad colombiana.

Emitir concepto técnico acerca de la responsabilidad de la constructora del complejo residencial referente a las patologías halladas, para que la Administración tenga elementos de juicio para iniciar un proceso de cumplimiento de la póliza ante la compañía de seguros.

Proponer dos alternativas de intervención económicamente viables para la reparación de las lesiones presentes en la zona de parqueadero.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Marco referencial

Marco contextual

Para llevar a cabo de forma objetiva la comprensión de los procesos patológicos que afectan una estructura determinada para la cual se empleó como material de construcción el hormigón, se hace necesario establecer un análisis de los factores que afectan la durabilidad, comportamiento y funcionalidad de un elemento, para ello es indispensable indagar en aspectos como: cumplimiento de especificaciones técnicas y de diseño, calidad de los materiales usados en la obra, determinación de procesos físicos que afectan el concreto.

Cumplimiento de especificaciones técnicas y de diseño.

La construcción de una obra de tipo civil obedece a la concepción y ejecución de actividades regidas por una normatividad y/o una especificación técnica demandada por el diseñador de un proyecto, por consiguiente, este aspecto es de vital importancia a la hora de indagar la causa de una patología en una estructura. Las especificaciones técnicas de un proyecto, básicamente constan de un documento, en el cual se encuentran contenidos parámetros de resistencia, detalles de diseño (dimensionamiento) y de materiales a utilizar, controles para el recibo, equipo a emplear, etc.

Calidad de los materiales usados en obra

Este aspecto es relevante dentro de la construcción de toda obra, el uso de materiales que no satisfagan los requerimientos de la normatividad vigente puede causar entre otras cosas: el deterioro prematuro de la estructura, lo cual, conlleva a la pérdida de su funcionalidad y por ende a sobre costos por reparaciones tempranas, en el peor de los casos se puede presentar colapso de

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

la estructura, situación que además de generar pérdidas materiales podría eventualmente comprometer la seguridad de aquellos que hacen uso de la misma.

Disponer en una construcción de la mano de obra calificada para tal fin es vital para garantizar el buen desempeño de una estructura, una manipulación inadecuada de los materiales (mezclado de concreto inapropiado), uso de equipos (formaletas) en mal estado, un mal fraguado, una dosificación de concreto incorrecta, también son factores que alteran la calidad de una obra.

Determinación de procesos físicos que afectan el concreto

Los procesos de deterioro que afectan el concreto en algunos casos suelen ser de mayor importancia y agresividad que otros, sin embargo, un desarrollo patológico leve no tratado puede desencadenar una lesión aun mayor, algunas de las lesiones de tipo físico son: la humedad, abrasión, erosión, cavitación y suciedad.

Teórico

En términos generales puede definirse la patología a nivel de estructuras, como el estudio o indagación de las lesiones o problemas a nivel constructivo que se evidencian en un elemento de una edificación u obra civil, el cual, puede tener como origen aspectos físicos, químicos, mecánicos o biológicos. Entre las patologías más comunes para estructuras de concreto se tienen: fisuras, muchas de las cuales aparecen por cambios de temperatura en el concreto, fraguado inadecuado, poco recubrimiento de la armadura en el concreto, etc. Humedades pueden ser accidentales (daños en tuberías), por manejos incorrectos de las aguas. Desprendimientos y corrosión de la armadura son algunas de las lesiones más comunes en estructuras de concreto.

Teniendo en cuenta que la problemática de la estructura recae sobre el avanzado deterioro de la junta de dilatación asociada a la deflexión de la losa de concreto, lo cual, desencadena otras

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

patologías de forma simultánea, se hace necesario conocer de antemano, los conceptos que se requieren para la implementación de una metodología adecuada que dé solución a la problemática presentada.

Juntas de construcción

Es de gran importancia establecer la finalidad del uso de las juntas en la construcción dentro de una estructura de concreto, por ello, se considera necesario definir algunos conceptos previamente: “las juntas se definen como interrupciones o discontinuidades de la construcción, las cuales tienen lugar con cierta frecuencia en las construcciones de concreto ya que en determinados casos no todo el concreto puede ubicarse de forma continua”. (Fonseca, 2013).

Curado y protección del concreto

El concreto experimenta cambios volumétricos, los cuales se relacionan directamente con la contracción y los cambios de temperatura, por esta razón resulta conveniente garantizar una adecuada protección del hormigón, con el fin, de que se minimice la pérdida de humedad en el proceso de endurecimiento, evitando la aparición de fisuras. (T, 2018, pág. 375)

Recubrimientos mínimos

“El adecuado recubrimiento de una estructura protege a las armaduras de la acción del medio, asegurando un PH lo suficientemente alcalino como para evitar la corrosión de las mismas” (Donini, 2017). Este aspecto es de gran relevancia dentro del proceso de diseño y construcción de un elemento en concreto, ya que un recubrimiento deficiente puede desencadenar procesos patológicos simultáneos dentro de la estructura, tales como: desprendimientos, lo que conlleva por ejemplo a la oxidación del refuerzo y la afectación de la estética del elemento.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Humedad

La aparición de agua teniendo como por origen accidental o por un inadecuado manejo de las mismas es uno de los factores que acelera los procesos de deterioro en un elemento de concreto, ya que estas se convierten centro de humedades que desencadenan entre otras patologías, eflorescencias. (Donini, 2017, pág. 64).

Fisuras

Esta patología en estructuras se identifica como aberturas que afectan a la superficie al acabado del concreto. Estas lesiones pueden generarse por diversos factores, entre ellos: sobrecargas, asientos en los apoyos, cambios de temperatura o deficiencias en el proceso de fraguado, dosificación inadecuada, errores en el diseño, entre otras. (Donini, 2017).

Corrosión

Se denomina corrosión al deterioro progresivo de una armadura de acero generado por una interacción con condiciones, ya sean: físicas, químicas o mecánicas. en un concepto más químico, podría afirmarse que, en un proceso de corrosión de la armadura ante presencia de fisuras en el concreto, los cloruros y la carbonatación tienen a penetrar de forma más acelerada en el acero.

Desprendimientos

“Es la separación entre un material de acabado y el soporte al que esta aplicado por la falta de adherencia entre ambos y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas como: humedades, deformaciones o grietas”. (Donini, 2017).

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Legal

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

El decreto 411.0.20.0158 del 18 de marzo de 2014, Microzonificación sísmica para la ciudad de Cali. Este documento provee características a nivel geotécnico y geológico de la ciudad de Cali, los cuales, permiten obtener parámetros para el diseño de cimentaciones, además de la identificación de los efectos sísmicos asociados con el sitio en el cual se desarrolla una obra específica, de otro lado, también se relaciona recomendaciones de diseño y construcción en diferentes sectores de la ciudad.

Reglamento colombiano de diseño y construcción sismo resistente (NSR-10). Creada por la ley 400 de 1997.

ASTM-C805. Esta norma describe el procedimiento, equipo, y cálculo para la ejecución de ensayo de esclerometría.

ACI 318-14. Requisitos de reglamento para concreto estructural, este documento contiene detalles y requisitos mínimos para materiales, diseño, construcción de elementos prefabricados, concreto simple, concreto preesforzado y no preesforzado principalmente.

ACI 562. Este documento brinda información relacionada con la evaluación, reparación y rehabilitación de estructuras de concreto existentes.

NTC 5551. Esta norma contiene todas aquellas especificaciones relacionadas con la durabilidad del concreto, cuando este es expuesto a factores ambientales específicos durante su vida útil.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Ley 675 del 2001, Artículo 24. Documento mediante el cual se mencionan las disposiciones para efectuar la entrega de bienes comunes esenciales para el uso y goce de los bienes privados de un edificio o conjunto.

Histórico

El conjunto residencial Altos del Parque se encuentra ubicado en la calle 66 N° 1 – 30 en el nororiente de Cali. El complejo de apartamentos cuenta con fácil acceso a estaciones del sistema de transporte masivo MIO, con amplias zonas verdes a su disposición y estaciones de servicio en su costado posterior.

Según Licencia de construcción expedida por la Curaduría Urbana Tres, mediante Resolución N°CU03-004316 del 16 de octubre de 2007, el predio sobre el cual se llevó a cabo la construcción del conjunto Altos del Parque, pertenecía a una urbanización la cual cedió el área de vías y zonas verdes al Municipio de Cali mediante escritura pública N°2710 del 01 de julio del 2005 de la Notaria primera de Cali.

Una vez terminada la construcción del conjunto a cargo de la Constructora Promotora la Estación, se hace entrega para goce de los propietarios en el año 2008.

A la fecha no hay registro de intervenciones realizadas por parte de la constructora, la administración del conjunto manifiesta que ha realizado acercamientos con representantes de la constructora sin acuerdos que beneficien la copropiedad.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Alcances y limitaciones

El conjunto residencial Altos del Parque consta de cinco torres de apartamentos de ocho pisos con ascensor cada uno, las cuales presentan en cada uno de sus pisos múltiples patologías, tiene una zona de parqueadero en sótano y a nivel, la cual, se designa como área de estudio del presente trabajo, lo anterior, dado el alcance que se le pretende dar a este proyecto, además, esta área se caracteriza por poseer un proceso patológico primario que ha venido desencadenando numerosas lesiones secundarias.

El sitio objeto del estudio patológico hace parte de un predio de tipo privado que a la fecha está amparado por una póliza, por ende, para el presente trabajo se considera la ejecución de ensayos de tipo no destructivo, además de realizar el muestreo y análisis de lesiones que comprometan la estructura localizadas dentro de esta propiedad.

Actualmente, el conjunto residencial no cuenta con un programa de mantenimiento de las zonas afectadas, sin embargo, la Administración ha tomado algunas medidas provisionales para mitigar la afectación de los vehículos que son parqueados en el sótano, dichas actividades comprenden la instalación de una canaleta metálica bajo la junta constructiva, la cual, hace las veces de sello para que el agua y los desprendimientos del recubrimiento de la losa no impacten sobre los automotores.

En la tabla N°1, se presenta a grandes rasgos una comparación de las características y/o solicitudes urbanísticas según norma y condiciones verificadas en plano y en obra.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Tabla 1. Certificación normas urbanísticas y chequeo en obra

Ítem	Según norma	Aprobados en planos	Verificados en obra
Vía de acceso al predio	Calle 55	Calle 66	Calle 66
Nº de unidades de vivienda (para multifamiliar)	144	144	144
Altura máxima permitida (pisos)	2,3	2.40	2.40
Área lote mínimo Multifamiliar (m2)	-	5621,83	5621,83
Nº. parqueaderos privados	1P X C/V	144	144
Nº. parqueaderos de visitantes	1P X C/5V	20	20
Altura de piso (m)	2.40	2.40	2.40
Área comunal de uso privado (m2)	10M2 x C/V	-	-
	4M2 +		
Dimensión U.T.B. (m2)	1MXC/15V adici.	15,21	15,21
Sección calzada vía interna (m)	6.00	6.00	6.00
Aislamiento calzada /bahía a paramento Conjunto(m)	1.50	2.00	2.00
Localización portería (dentro de línea de construcción)	SI	SI	SI
Altura máxima cerramiento perimetral (m)	2.40	2.50	2.40

Nota: Especificaciones técnicas de construcción de la zona de parqueadero del edificio. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2019). Verificación normas Urbanísticas y chequeo en obra. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Metodología

La edificación de interés para llevar a cabo el estudio patológico es un conjunto residencial localizado en la ciudad de Cali, con un tiempo de uso aproximado de 9 años, periodo en el cual se han presentado diferentes lesiones (humedades, grietas, deformación de las losas de concreto) en la zona de parqueaderos principalmente. Como profesionales abordaremos la problemática presentada en tres fases:

Inspección preliminar

Se realiza inspección ocular con el fin de identificar y documentar las fallas y/o lesiones que presenta la zona del parqueadero tanto en sótano como a nivel, localización de puntos de evacuación de aguas existentes, revisión perimetral del conjunto con el ánimo de determinar algún tipo de afectación derivada de construcciones aledañas al complejo residencial.

Recopilación de información

Se obtiene información relacionada con estudios y diseños (geotécnico, de pavimentos y estructural) realizados por la constructora encargada de la construcción del conjunto residencial. Para ello, se solicitarán por medio escrito a la administración del conjunto y de igual forma a la Curaduría urbana en donde reposan los documentos técnicos del proyecto. Con esta información, se pretende establecer una correlación entre los criterios considerados en los estudios y diseños y el cumplimiento de los mismos con la normatividad vigente aplicable a este tipo de obras.

Seguimiento técnico

En esta etapa se lleva a cabo la trazabilidad de la información obtenida de cada uno de los fisurómetros colocados en la losa de concreto del parqueadero a nivel.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Se ejecutará ensayo de esclerometría con base a la norma ASTM-C805 en muros pantalla del parqueadero en sótano, los cuales serán seleccionados de acuerdo con su esbeltez, estado del concreto, aplome y cargas a las que se encuentran sometidos.

Fase de diagnóstico

Con base en la información recabada de las fases anteriores, se podrá establecer de forma explícita el origen de las lesiones que evidencia la zona de parqueo tanto en sótano como a nivel, de igual manera, de acuerdo al estudio de análisis de vulnerabilidad y análisis estructural de este elemento, se podrá determinar el cumplimiento y correcto funcionamiento de esta estructura ante las cargas vehiculares para el cual fue concebido y ante solicitaciones sísmicas, con esta documentación se podrán establecer dos alternativas de solución frente a la problemática que afronta el complejo residencial en la zona de parqueaderos, estas propuestas de recuperación estarán orientadas principalmente a eliminar la deformación de la losa de concreto del parqueadero a nivel, manejo de aguas hacia el parqueadero en sótano, concretos de nivelación para los desprendimientos del recubrimiento de la parte inferior de la losa y limpieza de las estructuras metálicas de la cubierta del parqueadero.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Descripción del paciente

Localización

El conjunto residencial Altos del Parque se encuentra ubicado en la calle 66 N° 1 – 30 en el nororiente de Cali, tal como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1. Localización del proyecto

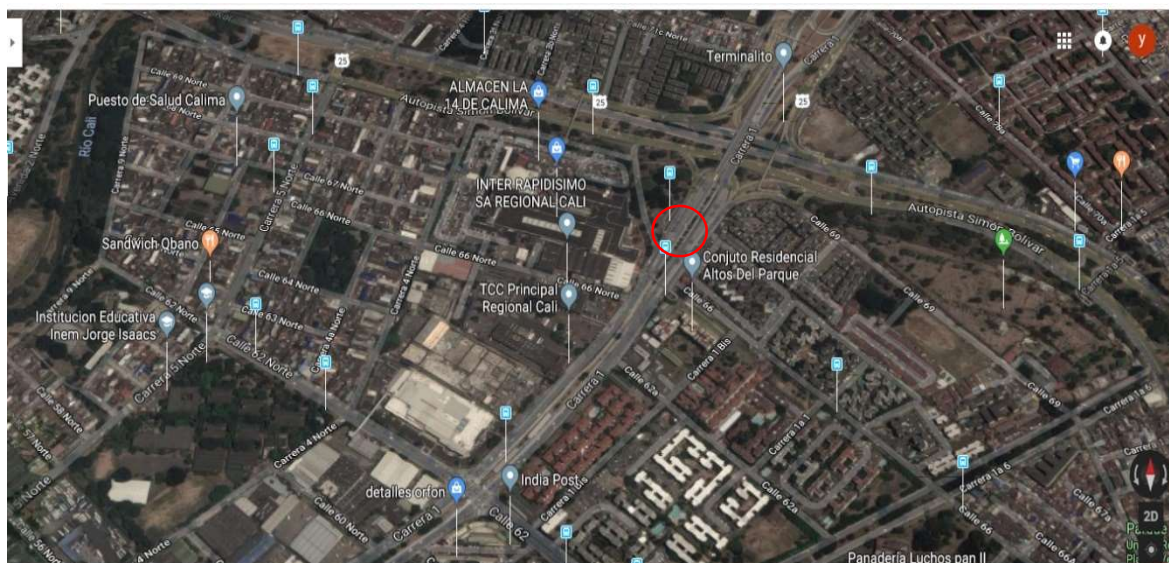


Figura 1. Ubicación edificio altos del Parque (2018). Adaptado de Google Maps
<https://www.google.com/maps/@3.4625908,76.4972006,2532a,13.1y,41.98t/data=!3m1!1e3>

Características técnicas del proyecto

El área de parqueaderos consta de 1765,0 metros cuadrados, con 144 puestos de parqueo tanto para vehículos como para motocicletas.

La zona de parqueadero del conjunto residencial, objeto del presente estudio, se divide en dos sectores: uno en sótano y otro a nivel, los cuales presentan las siguientes características:

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Parqueadero en sótano

Consta de muros de contención en concreto reforzado y pórticos de pantallas y vigas. Las viguetas son prefabricadas en concreto. El piso del sótano corresponde a un pavimento en concreto rígido de 0,10m de espesor, fundida con paños de sección 3.0mx4.0m con juntas en los cuatro costados. Según especificaciones del estudio de suelos y pavimentos “la estructura de este pavimento se emplazó sobre una capa de subbase de 15cm compactada al 95% del próctor modificado” (Parra, 2009).

Parqueadero a Nivel

Consta de 70 puestos de parqueo (2 de los cuales, son para discapacitados) para vehículos y motocicletas, una junta de construcción elastomérica localizada a 38,4m en el sentido sur- norte del conjunto residencial, la cual evidencia desgaste severo del sello, se cuenta además con una estructura de cubierta en Metal Deck (teja) y estructura metálica (perfiles) apoyada sobre pedestales en concreto de sección 0,35m X 0,4m.

La losa de cubierta del sótano consta de elementos prefabricados a excepción de la zona adyacente a la junta de dilatación y definida entre los Ejes 9 -10 con A- B', zona donde los tramos de losa fueron fundidos presuntamente en sitio con casetón y un espesor aproximado de 30 cm. Estas porciones de losa están actuando en voladizo, dado que se tienen apoyos parciales representados en las vigas y pantallas estructurales ubicadas en los Ejes 9 y 10 y lateralmente con los muros de contención del sótano. De acuerdo con su configuración de voladizo la losa se ve expuesta a la vibración y peso permanente que produce el frecuente tránsito vehicular sobre las mismas, al peso que se traslada de las cubiertas y estructuras metálicas sobre área de parqueadero del primer piso y a sus amplias luces a cubrir (6,0m, 4,7m y 4,2m). Se ha presentado una

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

deformación que se manifiesta específicamente en la porción de losa del costado derecho o próxima al Eje 10, como se muestra en la figura 2. Esta deformación es bastante evidente y se enfatiza en el desfase que presentan los ángulos existentes sobre la junta de dilatación con aproximadamente 5,6 cm de deflexión.

Figura 2. Esquema general losa de parqueadero afectada

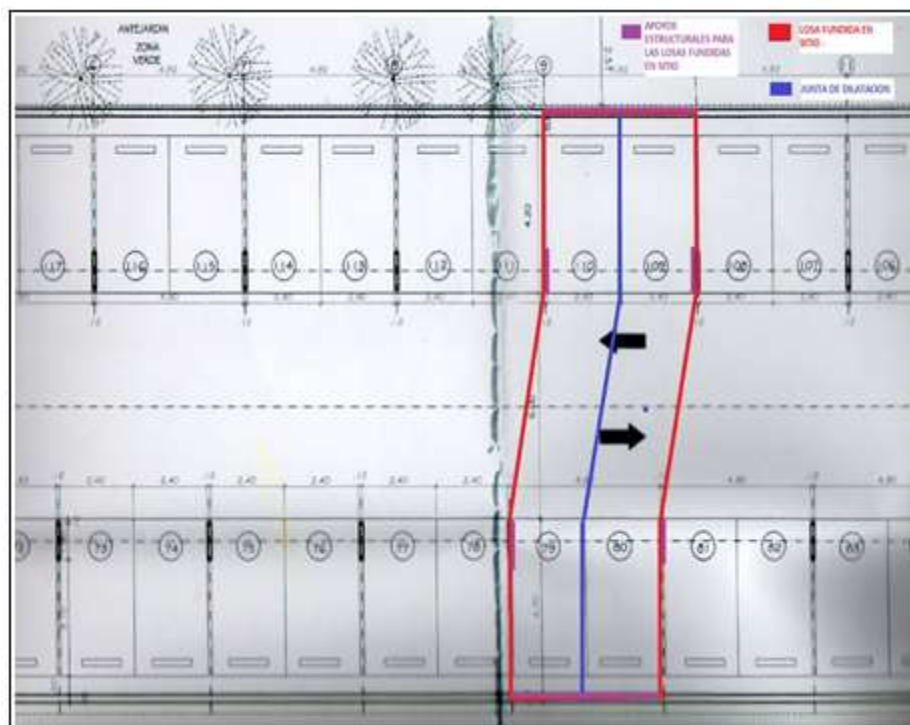


Figura 2. Ubicación en planta de la losa deformada del parqueadero. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Esquema general losa de parqueadero afectada. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Historia clínica

Responsables del estudio

El presente estudio patológico será llevado a cabo por las profesionales mencionadas a continuación.

Ingeniera Civil. Yulieth Paola Bueno Agudelo

Ingeniera Civil. Yiniva Iveth Padilla Pacheco

Fecha de realización del estudio

La identificación y/o localización de las lesiones que afectan la zona de parqueaderos, tanto en sótano como a nivel del Conjunto Residencial Altos del Parque, localizado en la Ciudad de Cali se llevaron a cabo el 11 de diciembre de 2017.

Autorización del estudio

La Señora Alexandra Ibargüen, administradora del Conjunto Residencial Altos del Parque autorizó a las profesionales, Ing. Yiniva Iveth Padilla y Yulieth Bueno la ejecución del estudio de patología en la zona de parqueadero.

Uso - fecha de construcción

El uso dado a este inmueble es netamente residencial, con un periodo de servicio que data del mes de octubre del año 2008

Importancia del Paciente

Resulta de gran importancia llevar a cabo el estudio patológico del Complejo Residencial Altos del Parque, porque con ello se dará solución a una problemática que evidentemente no solo afecta la estética del área comprometida (zona de parqueaderos), sino que está deteriorándola de

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

forma prematura. De otro lado, la información aportada en este documento permitirá que la administración del condominio inicie trámite ante la aseguradora en el caso que se demuestre que los hallazgos evidenciados se deben a la ejecución de procesos constructivos inapropiados o por falencias en los estudios y diseños del proyecto a cargo de la constructora Promotora La Estación Ltda.

Normatividad actual que lo rige

El diseño y construcción de todo el conjunto Residencial se realizó teniendo en cuenta la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente 98 (NSR-98), por lo anterior, se requiere realizar la actualización de parámetros a la norma vigente (NSR-10), además de la ley 675 de 2001

Estado General de la construcción

Actualmente la zona parqueaderos, tanto en sótano como a nivel, presentan múltiples patologías derivadas presuntamente de falencias en los procesos constructivos ejecutados por la constructora Promotora La Estación Ltda., sin embargo, con el ánimo de esclarecer las hipótesis aquí planteadas se elaboran fichas de las lesiones evidenciadas. (Anexo 1)

Aplicación patológica

Pediátrica, (paciente de 10 años de construcción con evidencias patológicas desde los 2 primeros años de entrar en servicio la zona de parqueadero).

Elementos de Análisis (Fichas de Historia Clínica)

Figure 1. Bosquejo en Perfil de la zona de estudio

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Figura 3. Bosquejo en Perfil de la zona de estudio

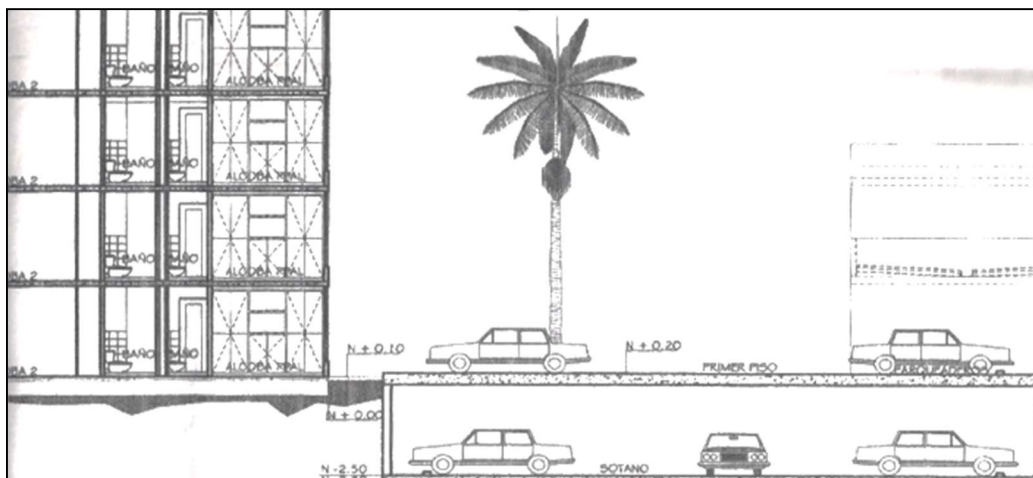


Figura 3. Corte en perfil del parqueadero del conjunto residencial. Adaptado de documentación de la administración del conjunto Altos del Parque. (2018). Detalle en perfil de parqueadero en sótano y a nivel. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia

Figura 4. Losa en concreto de parqueadero a nivel

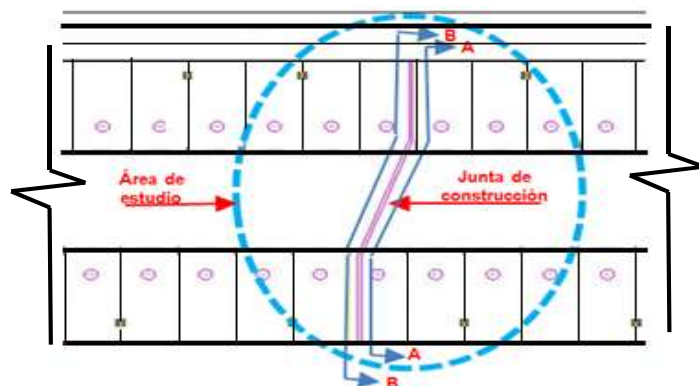


Figura 4. Corte A y B de la losa de parqueadero a nivel afectada. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Configuración y ubicación de la junta de construcción en el parqueadero a nivel. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Identificación de lesiones.

Losa parqueadero a nivel

Figura 5. Lesiones en losa de parqueadero a nivel

Tipo de lesiones	<i>física</i>		<i>grado</i>
	Erosión		
	<i>Mecánica</i>		<i>grado</i>
	Grietas	Carga	x
		Dilatación / contracción	M
	Fisuras	Soporte	
		Acabado	
	Desprendimiento	Acabado continuo	
		Acabado por elemento	
	Deformación (pandeo)		x
	Erosión		
	<i>Química</i>		<i>grado</i>

Figura 5. Lesiones en losa de parqueadero a nivel. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Identificación de patologías en la losa de parqueadero a nivel de acuerdo teniendo en cuenta las condiciones que la originan. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

En la figura 6, se presenta detalle de deflexión en junta de construcción entre parqueaderos 10-11 (margen izquierda) y 42-43 (margen derecha).

Figura 6. Asentamiento junta de construcción, losa de parqueadero a nivel



Figura 6. Asentamiento junta de construcción. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Identificación del asentamiento en cm de la losa de parqueadero empleando elementos de medición en campo. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

En la figura 7 se realiza un perfil de asentamiento de la losa teniendo como base los ejes de corte A y B (los cuales indican la longitud total de la losa), para ello se hace uso de elementos de medición tomando registro cada metro, los datos obtenidos indican que la losa en sus extremos no evidencia asentamientos importantes, sin embargo, hacia el centro, la flecha máxima de la losa es de casi 6,0 cm.

Figura 7. Perfil de asentamiento de la losa de parqueadero a nivel

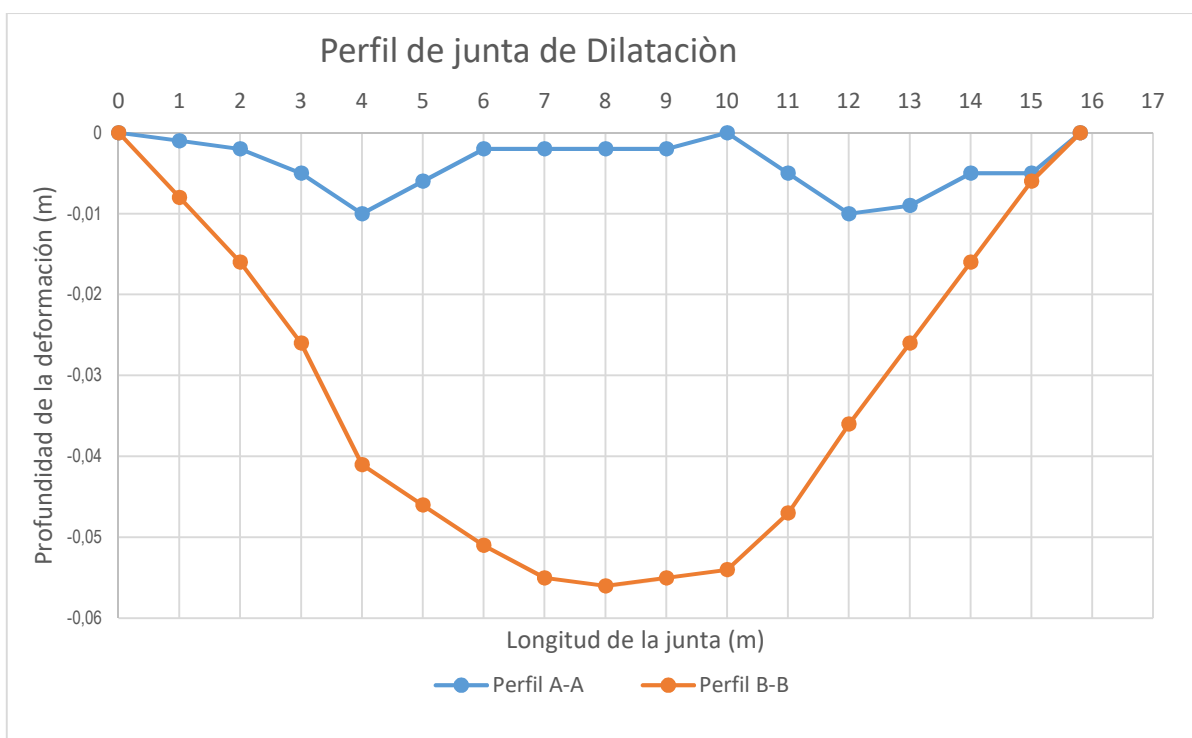


Figura 7. Perfil de deformación de la losa de parqueadero a nivel afectada. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Se señalan los asentamientos en cm de la junta de construcción en toda su longitud, valores que alcanzan hasta los 6cm en el centro de la losa, siendo este su punto más crítico. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Lesiones en estructura metálica de cubierta para parqueadero

Figura 8. Lesiones estructura metálica para cubierta

Tipo de lesiones	Física			Grado
	Suciedad	Depósito	x	
		Lavado. Diferencial.	x	
	Química			Grado
	Eflorescencia		x	
	Oxidación y corrosión	Oxidación previa	x	
		Inmersión		
		Aireación diferencial		
		Par galvánico		
		Intergranular		
	Fluidos y mat. descompuesto			
	Organismos vegetales			L
	Contexto			Grado
	Desastres naturales			
	Desastres tecnológicos			

Figura 8. Patología en estructura metálica de cubierta de parqueadero. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Identificación y clasificación de lesiones en estructura metálica de parqueadero a nivel basado en las causas que las origina. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia

Figura 9. Lesiones en platina de anclaje de estructura metálica



Figura 9. Afectación de la platina de anclaje en la estructura metálica para el parqueadero. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Se evidencia el grado de oxidación y la falta de mantenimiento en los sistemas de anclaje de la estructura metálica sobre pedestal de concreto entre puestos de parqueadero 45 y 46. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Figura 10. Lesiones en perfiles de la estructura metálica del parqueadero



Figura 10. Afectación por oxido de los perfiles de la estructura metálica para el parqueadero. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Se evidencia corrosión en perfiles de estructura metálica para cubierta de parqueadero sobre pedestales de puestos de parqueo 45 y 46. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle.* Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Figura 11. Detalle constructivo pedestal para estructura metálica

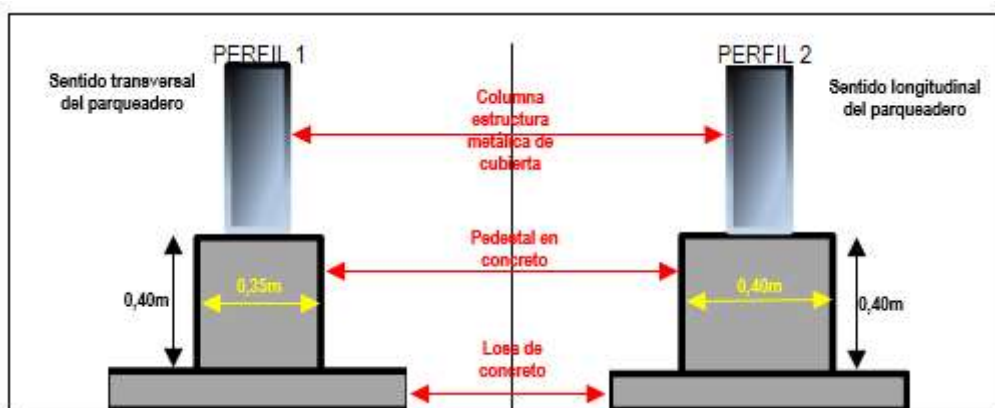


Figura 11. Pedestales tipo para la estructura metálica de cubierta de parqueadero. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Detalle de la sección de dos pedestales en concreto tipo usados en la estructura metálica de cubierta de parqueadero. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle.* Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Lesiones en sótano de parqueadero

Figura 12. Lesiones en sótano

Tipo de lesiones	<i>Física</i>			<i>Grado</i>
	Humedad	Filtración	x	L
		Capilaridad		
		Condensación		
		Accidental		
		De obra		
	Suciedad	Depósito		
		Lavado diferencial.	x	L
	Erosión			
	<i>Mecánica</i>			<i>Grado</i>
	Grietas	Carga		
		Dilatación / contracción		
	Fisuras	Soporte		
		Acabado		
	Desprendimiento	Acabado continuo	x	S
		Acabado por elemento		
	Deformación (pandeo)		x	M
	Erosión			
	<i>Química</i>			<i>Grado</i>
	Eflorescencia		x	L
	Oxidación y corrosión	Oxidación previa	x	M
		Inmersión		
		Aireación diferencial		
		Par galvánico		
		Intergranular		

Figura 12. Identificación de lesiones en el sótano del parqueadero. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Clasificación de lesiones según la condición que las origina en el sótano del parqueadero. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Figura 13. Humedades y desprendimientos en sótano de parqueadero



Figura 13. Lesiones en el sótano del parqueadero. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Localización e identificación de humedades en muro y desprendimiento del recubrimiento en placa en el sótano del parqueadero. Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Edificaciones u obras vecinas

Se evidencian dos complejos residenciales localizados a lado y lado del sitio objeto de estudio y una Estación de Servicio en la parte posterior.

Medio Ambiente

El objeto de estudio se encuentra localizado en un punto de gran confluencia vehicular, por ende, está altamente expuesto a contaminación producida por CO₂. No hay presencia en áreas cercanas de fuentes hídricas o árboles de grandes raíces.

Temperatura

La temperatura promedio en la ciudad de Cali es de aproximadamente 25°C.

Precipitaciones

La zona en donde se localiza el paciente presenta precipitaciones pluviales que llegan a los 5000 mm al año.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Estudios y documentos técnicos

Estudio de suelos

Se presenta documento de estudio de suelos de fecha 3 de septiembre de 2003 por parte de Carlos Parra y Asociados.

Exploración realizada

La firma encargada de la elaboración del estudio de suelos del conjunto residencial llevó a cabo la ejecución ocho (08) sondeos por el sistema de perforación a percusión. Dichos sondeos alcanzaron profundidades entre 8.0m y 10.0m. Posteriormente se procede con la toma de muestras de suelo de tipo alterado e inalterado, en el primer caso se hace aprovechando el recobro de la cuchara partida y las del segundo tipo se obtienen usando tubos Shelby de 2” de diámetro.

Pruebas en el sitio

Se realizaron pruebas de penetración estándar y lecturas con penetrómetro, las cuales se llevaron a cabo a intervalos de 1.0m y 1,5m de profundidad.

Estratigrafía y características del subsuelo

El predio se localiza en una zona de topografía plana en donde predominan los suelos de origen sedimentario (aluvial) conformados por estratos intercalados y de disposición errática de limos, arenas y gravas, precedidos de rellenos y capa vegetal superiores.

Nivel freático

De acuerdo con el registro de sondeos realizados el nivel de aguas freáticas fue detectado a profundidades que oscilan entre los 3.1m y 4.5m

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Capacidad portante

La capacidad portante del suelo fue evaluada mediante el método Schmertmann, en función de su resistencia a la penetración estándar, del tipo de suelo y de la profundidad.

Tabla 2. Capacidad portante de suelos

Tipo de suelo	Capacidad portante
Limos	Entre 1,6 kg/cm ² y 3.8 kg/cm ²
Gravas	Entre 3,0 kg/cm ² y 6,0 kg/cm ²

Nota: Determinación de la capacidad portante en función del tipo de suelo. Adaptado de Carlos Parra y Asociados (2009). Valores promedio de capacidad portante para suelos limosos y gravas usados como referencia en el estudio de suelos del conjunto residencial Altos del Parque. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Asentamientos

Debido al grado de preconsolidación del subsuelo los asentamientos que se esperan son de tipo elástico (inmediato), los cuales se estiman no sean superiores a 2.5cm.

Tipo de cimentación construida

Se recomendó realizar cimentación sobre zapatas diseñadas para una capacidad portante del suelo de 2,2 kg/cm², colocadas a 1,2m por debajo del nivel de piso del sótano, atendiendo lo siguiente:

Recomendaciones:

Nivel previsto: N-3.00

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

La excavación se realizó hasta 0,25m por debajo del nivel de piso

Excavaciones mecánicas realizadas con taludes de corte del 1H: 1.5V

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Diagnóstico

Una vez recopilada la información obtenida del proceso de auscultación en campo (mediciones), la documentación técnica del paciente y lo comunicado por el personal que habita el complejo residencial, se puede inferir que las razones que dieron origen a la evolución de los procesos patológicos que competen a la zona de parqueaderos se debe a la baja calidad de los materiales y a procesos constructivos inapropiados.

Para el caso de la deformación de la placa de concreto en el parqueadero a nivel, se sugiere una fluencia del acero causada por la oxidación de la armadura que a su vez se genera por la filtración del agua desde la superficie debido a la ausencia del sello elastomérico.

La corrosión de la estructura metálica de cubierta se debe en gran parte a la falta de mantenimiento periódico.

Ensayo de esclerometría

Se realizó ensayo de esclerometría a los muros pantalla de la estructura del parqueadero y de forma específica a los siguientes elementos: Pantalla B-8', Pantalla A-9, Pantalla A-9, Pantalla A-10, Pantalla B-9', Pantalla A-13, Pantalla B-5'. Los valores de resistencia obtenidos oscilan entre 2600 y 3900 psi, lo que satisface las solicitaciones del diseño, en donde se requiere mínimo 3000 psi para este tipo de estructuras. Los resultados se encuentran en el Anexo 5. Ensayos realizados.

Ensayo con fisurómetros

En la fase N°1 correspondiente a la identificación de lesiones en el área objeto de estudio, se detectaron algunas fisuras localizadas en la losa de parqueadero a nivel, de forma particular en

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

los puestos de parqueo N°40, N°41 y N°42. Se les realiza seguimiento con fisurómetros durante tres meses, sin observar cambios en cuanto a longitud y/o espesor.

La primera medida se lleva a cabo el 11 de diciembre de 2017 y la segunda verificación el 14 de abril de 2018. En la tabla N°8, se puede observar con mayor detalle, la caracterización de las fisuras y su comportamiento en los tres meses de seguimiento.

Además del seguimiento con fisurómetros como se evidencia en la figura 14, los cuales se colocaron sobre los puestos de parqueo mencionados, se revisó la deflexión de la losa en concreto, la información arrojada empleando esta misma herramienta indica que la losa se encuentra 5.3 cm por debajo del nivel original. En el Anexo 5, se presenta con mayor detalle información acerca del perfil longitudinal de la losa que reviste esta patología. Los resultados se encuentran en el Anexo 5. Ensayos realizados

Figura 14. Instalación de fisurómetros



Figura 14. Colocación de a fisurómetros. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2018). Localización e identificación de fisurómetros sobre losa de parqueadero a nivel en puesto de parqueo 42. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Estudio de análisis estructural

El conjunto residencial Altos del Parque fue diseñado hacia el año 2007 bajo la norma sismo-resistente de 1998. El presente análisis estructural se desarrolla con base en los planos proporcionados en la curaduría urbana No. 3 de Santiago de Cali. Bajo la premisa de que la NSR 10 trajo consigo cambios en base a pruebas de laboratorio y conceptos más aproximados a la realidad, se realizará el análisis estructural con los parámetros de la norma sismo-resistente del año 2010 y no la de 1998.

El análisis estructural es una herramienta para identificar si las dimensiones de los elementos estructurales son las apropiadas y aseguran una rigidez tal que durante la ocurrencia del sismo de diseño las derivas sean inferiores al 1% conforme lo estipula la NSR-10.

Para el chequeo de derivas es necesario solamente determinar las derivas para un nodo de una esquina de la estructura. Se realiza el chequeo de derivas con el desplazamiento máximo presentado en la dirección U2 con la siguiente formula:

$$Deriva = \frac{\text{Desplazamiento Relativo}}{\text{altura de la construcción}} * 100\% = \frac{\Delta_1}{h_1} * 100\%$$

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Figura 15. Derivas

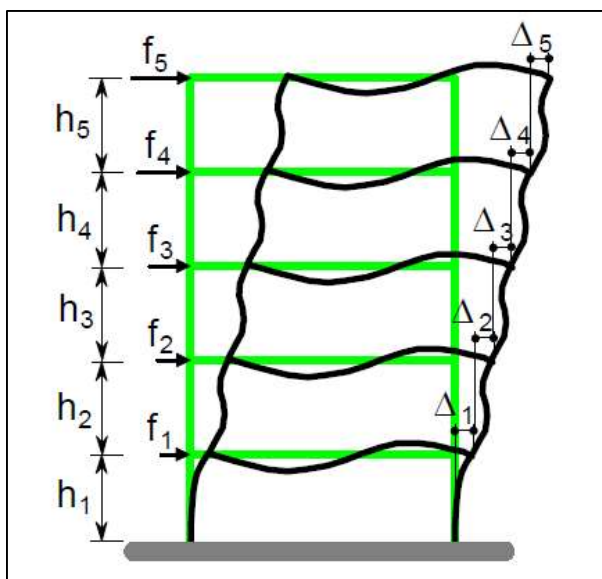


Figura 15. Representación gráfica de las derivas en un edificio. Adaptado la Norma Colombiana de diseño y construcción sismo resistente, NSR 10. (2019). La imagen expresa las derivas como desplazamientos relativos entre el piso superior e inferior. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Figura 16. Chequeo de derivas

	Desplazamiento máximo (m)	Desplazamiento Relativo (m)	Deriva	Cumple? Deriva<1%
Placa parqueadero	0,0118	0,0118	0,44%	Sí

Figura 16. Chequeo de derivas. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2019). Contiene el cálculo de derivas basado en el desplazamiento máximo del edificio. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Lo anterior es un índice de que en la etapa de diseño se tuvo en cuenta el criterio de la norma en cuanto a derivas máximas. Por lo tanto, las dimensiones de los elementos de la estructura aportan la suficiente rigidez para cumplir los requisitos de movimientos máximos durante un evento de sismo.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Estudio de vulnerabilidad sísmica

El análisis de vulnerabilidad sísmica se detalla en la sección 10.5 de la norma NSR-10 como indica en la figura 17.

Figura 17. Procedimiento para realizar análisis de vulnerabilidad sísmica, según NSR10

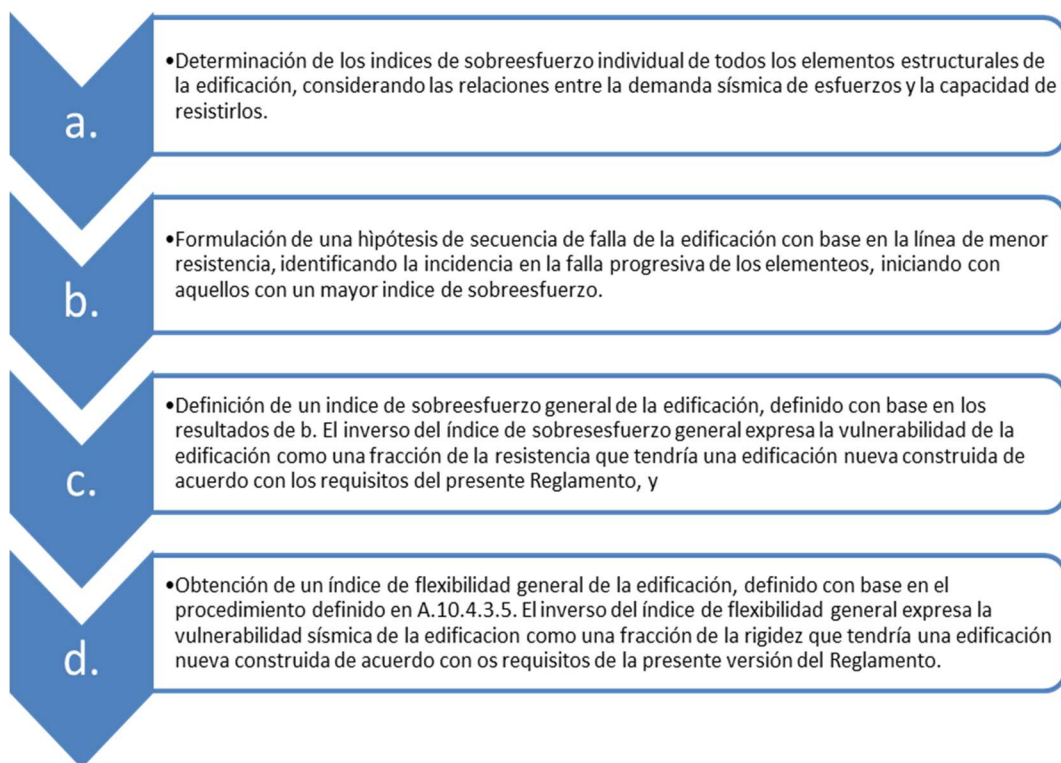


Figura 17. Metodología aplicada para la realización de un estudio de análisis de vulnerabilidad sísmica. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2019). Análisis de vulnerabilidad sísmica basado en índices de sobreesfuerzos e índice de flexibilidad. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Al realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica se encontró que, el valor general de sobre esfuerzo individual es:

$$I_{general} = 0.4822$$

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

La vulnerabilidad de la edificación como fracción de la resistencia a la compresión se expresa como sigue:

$$Vulnerabilidad_{compresión} = \frac{1}{I_{general}} = 2.07$$

Lo anterior expresa la vulnerabilidad de la edificación como una fracción de la resistencia que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos del presente Reglamento.

El porcentaje de deriva según el análisis estructural es:

$$Deriva = 0.44\%$$

$$I_{Flexibilidad\ general} = \frac{Deriva}{Límite\ NSR - 10} = \frac{0.44\%}{1\%} = 0.44$$

La vulnerabilidad de la edificación como fracción de la rigidez se expresa como sigue:

$$Vulnerabilidad_{derivas} = \frac{1}{I_{Flexibilidad\ general}} = 2.27$$

Lo anterior, expresa la vulnerabilidad sísmica de la edificación como una fracción de la rigidez que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos de la presente versión del Reglamento.

Se puede observar que la estructura presenta un diseño robusto, es decir, los criterios de la norma se ven superados en un poco más del doble al tener en cuenta que la vulnerabilidad como fracción de la resistencia a la compresión y como fracción de las derivas es mayor de 2. Por lo

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

tanto, se podría determinar que en caso de que ocurra el sismo de diseño la estructura se va a comportar de manera apropiada siendo poco vulnerable sísmicamente.

Con respecto al estado actual de la edificación cumple el análisis de vulnerabilidad, debido a que el estado del suelo de fundación es muy estable y la cimentación que fue empleada es apropiada para este tipo de suelo.

El análisis realizado anteriormente en el programa ETABS-2016 es dirigido al diseño conforme a la intervención, el cual cumple a plenitud con las exigencias. Por lo cual podemos corregir el estado de la edificación para que se acople totalmente y cumpla a plenitud con la NSR-10.

Conforme al anterior análisis se infiere que la placa no ha sufrido volcamiento debido a sismos y/o movimiento de placas tectónicas cercanas; por lo cual se corrobora que el principal problema de esta es la baja calidad del material base, lo cual, conjunto a las cargas aplicadas genera el síntoma.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Propuestas de intervención y presupuesto

Con el fin de dar solución a las lesiones que presenta la losa en concreto de parqueadero a nivel, la estructura metálica para cubierta y muros del sótano del parqueadero, se proponen dos alternativas de intervención: La primera considera la demolición de las losas de concreto en voladizo que se encuentran separadas por una junta de dilatación, esta alternativa pondrá fin a las vibraciones excesivas generadas al paso de los vehículos, sin embargo, restringirá el acceso a los parqueaderos y esto causaría incomodidad a los residentes del conjunto, tales apreciaciones se colocan en consideración de la Administración del conjunto. Además de los trabajos en la losa del parqueadero a nivel, se proponen actividades de limpieza y mantenimiento a la estructura metálica de cubierta y muros en sótano.

Presupuesto, alternativa N°1

El presupuesto de intervención para la alternativa 1 corresponde a **\$ 47.482.488,76** m/Cte. A continuación, se presenta el detalle de cada una de las actividades propuestas. (Ver Anexo 8. Propuesta de intervención).

Tabla 3. Presupuesto alternativa de intervención 1

Ítem	Descripción actividad	Und.	Cant .	V/Unitario (\$)	Valor parcial (\$)
1. Losa parqueadero 1er piso					
1.1	Cerramiento con tela fibra tejida	ml	61,2	15.000	918.000
1.2	Demolición de losa en concreto. E = 10cm	m2	30,6	55.000	1.683.000
1.3	Desmonte de junta de dilatación existente	ml	15,3	110.000	1.683.000

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Ítem	Descripción actividad	Und.	Cant	V/Unitario (\$)	Valor parcial (\$)
1.4	Desmonte de canaleta metálica existente bajo junta	ml	15,3	5.000	76.500
1.5	Demolición de repello bajo placa e = 3cm	m2	30,6	8.000	244.800
1.6	Retiro de escombros	viaje	3,0	240.000	720.000
1.7	Fundición de losa en concreto reforzado. Incluye acero de refuerzo, puente de adherencia y encofrado	m2	30,6	165.000	5.049.000
1.8	Sello de fisuras en losa	ml	8,95	6.500	58.175
1.9	Repello bajo placa. E = 3cm	m2	61,2	21.000	1.285.200
1.10	Suministro e instalación de junta de dilatación con sello elastomérico	ml	15,3	1.260.000	19.278.000
2. Estructura metálica de cubierta					
2.1	Limpieza manual SSPC-SP2	ml	100	15.000	1.500.000
2.2	Pintura en esmalte para estructura metálica de cubierta. Incluye anticorrosivo y acabado final	ml	100	14.000	1.400.000
2.3	Limpieza manual de pedestales en concreto. Dim 40*35*40 cm	unidad	26	20.000	520.000
2.4	Impermeabilización de pedestales en concreto con hidrófugo	unidad	26	26.300	683.800
3. Parqueadero sótano					
3.1	Limpieza manual de muros de concreto	m2	50	5.000	250.000
3.2	Aplicación de pintura epóxica color gris basalto	m2	50	40.000	2.000.000
4, aseo y entrega					
4.1	Aseo final	global	1	350.000	350.000

Nota. Presupuesto alternativa de intervención 1. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2019). Contiene la discriminación de las actividades de obra requeridas para la intervención de la losa de parqueadero a nivel y para la reparación de las demás patologías identificadas. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Tabla 4. Valor total presupuesto alternativa 1

Costos	Valor (\$)
Total costos directos	37.699.475
Administración (15%)	5.654.921.25
Imprevistos (5%)	1.884.973,75
Utilidad (5%)	1.884.973,75
Total costos directos	9.424.868,7
IVA sobre la utilidad (19%)	358.145,01
Valor total	47.482.488,76

Nota: Costo total presupuesto alternativa 1. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2019). Determinación de costos incluyendo el A.IU para la intervención de las estructuras afectadas . *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Cronograma

El cronograma de intervención para la alternativa 1 corresponde a 27 días. La información detallada de cada una de las actividades se presenta en el [Error! No se encuentra el origen de la referencia.](#)

Presupuesto, alternativa N°2

El presupuesto de intervención para la alternativa 2 corresponde a \$ 42.985.318,06 m/cte. Es preciso tener en cuenta que esta propuesta busca evitar interrupción prolongada del tráfico y minimizar incomodidades a los residentes, lo anterior, se basa en que la deflexión presente en la losa no representa riesgo de colapso y por ende, las intervenciones involucrarán actividades de limpieza y mantenimientos en: estructura de cubierta, muros de parqueadero en sótano, sello de

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

la junta de dilatación y sello de fisuras. A continuación, se presenta el detalle de cada una de las actividades propuestas. (Ver Anexo 8. Propuesta de intervención)

Tabla 5.presupuesto alternativa de intervención 2

Ítem	Descripción actividad	Und	Cant.	Vr. Unitario (\$)	Valor parcial (\$)
1. Losa parqueadero 1er piso					
1.1	Cerramiento con tela fibra tejida	ml	30,6	15.000	459.000
1.2	Desmonte de junta de dilatación existente	ml	15,3	110.000	1.683.000
1.3	Demolición de concreto superficial	m2	15,3	15.000	229.500
1.4	Fundición de mortero de reparación y nivelación	m2	15,3	295.000	4.513.500
1.5	Desmonte de canaleta metálica existente bajo junta	ml	15,3	5.000	76.500
1.6	Demolición de repello bajo placa e = 3cm	m2	30,6	8.000	244.800
1.7	Retiro de escombros	viaje	1,0	240.000	240.000
1.8	Sello de fisuras en losa	ml	8,95	6.500	58.175
1.9	Repello bajo placa . E = 3cm	m2	30,6	21.000	642.600
1.10	Suministro e instalación de junta de dilatación con sello elastomérico	ml	15,3	1.260.000	19.278.000
2. Estructura metálica de cubierta					
2.1	Limpieza manual SSPC-SP2	ml	100	15.000	1.500.000
2.2	Pintura en esmalte para estructura metálica de cubierta. Incluye anticorrosivo y acabado final	ml	100	14.000	1.400.000
2.3	Limpieza manual de pedestales en concreto. Dim 40*35*40 cm	unidad	26	20.000	520.000
2.4	Impermeabilización de pedestales en concreto con hidrófugo	unidad	26	26.300	683.800

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Ítem	Descripción actividad	Und	Cant.	Vr. Unitario (\$)	Valor parcial (\$)
3. Parqueadero sótano					
3.1	Limpieza manual de muros de concreto	m2	50	5.000	250.000
3.2	Aplicación de pintura epóxica color gris basalto	m2	50	40.000	2.000.000
4. Aseo y entrega					
4.1	Aseo final	global	1	350.000	350.000

Nota: Presupuesto alternativa 2. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2019). Contiene la discriminación de las actividades de obra requeridas para la intervención de la losa de parqueadero a nivel y para la reparación de las demás patologías identificadas. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Tabla 6. Costo alternativa de intervención 2

Costos	Valor (\$)
Total costos directos	34.128.875,00
Administración (15%)	5.119.331,25
Imprevistos (5%)	1.706.443,75
Utilidad (5%)	1.706.443,75
Total costos directos	8.532.218,75
IVA sobre la utilidad (19%)	34.224,31
Valor total	42.985.318,06

Nota: Costo total presupuesto alternativa 2. Por Bueno Agudelo, Y. P. y Padilla Pacheco, Y. V. (2019). Determinación de costos incluyendo el AIU para la intervención de las estructuras afectadas. *Estudio Patológico Edificio de Parqueadero Conjunto Residencial Altos del Parque, Cali- Valle*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

Cronograma

El cronograma de intervención para la alternativa 2 corresponde a 12 días. La información detallada de cada una de las actividades se presenta en el Anexo 8. Propuesta de intervención

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Conclusiones

Con respecto a la losa en concreto del parqueadero a nivel, el resultado del análisis de vulnerabilidad sísmica sugiere que, a la fecha esta no ha sufrido volcamiento debido a sismos y/o movimiento de placas tectónicas cercanas; por lo cual se corrobora que el principal problema de esta, es la baja calidad del material base, lo cual, junto a las cargas aplicadas genera el síntoma la deflexión, en consideración a lo anterior y que la edificación aún se encuentra amparada por una póliza de Responsabilidad civil, lo cual, impide la ejecución de procesos de intervención como reforzamientos o afectación directa de la estructura de la losa del parqueadero, en ese orden de ideas, las alternativas de intervención propuestas se basan principalmente en realizar un cambio de la junta y nivelación superficial de la losa, esta alternativa garantiza que las vibraciones en la placa al paso del vehículo se minimicen, además al reparar el sello se le da un mejor manejo a las aguas que se infiltran hacia la parte inferior de la placa, lo cual, causo los desprendimientos y posteriormente la corrosión de la armadura expuesta. La segunda alternativa se basa en la demolición de la sección de la losa afectada y posterior reconstrucción, reparando además el sello de la junta de construcción.

La mayoría de las lesiones identificadas se presentan por falta de mantenimiento rutinario, tal es el caso de los muros del parqueadero en sótano y de la estructura metálica para cubierta, además de suciedad, manchas por humedad, evidencian corrosión como el caso de la estructura metálica, en el proceso de auscultación se determinaron algunas falencias en la calidad de los materiales y/o procesos constructivos utilizados, ya que se encontraron residuos de bolsas plásticas y sobretamaños en los agregados,

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Recomendaciones

Previo a cualquier intervención se recomienda socializar con los residentes del conjunto las actividades a ejecutar, con el fin de comunicar las posibles incomodidades que se puedan generar durante el tiempo que se ejecute la obra y que están relacionadas con la ubicación de zonas de parqueo provisionales.

Es importante realizar cerramiento con lona y señalización con cinta peligro del área a intervenir, de esta manera se garantizará la seguridad tanto de los residentes como del personal en obra, así mismo se evitarán posibles daños a los bienes de los propietarios

Para el caso en que la administración del conjunto opte por la alternativa N°2, se hace necesario realizar una verificación detallada de los aceros de la losa en concreto del parqueadero a nivel, empleando ferroskan, a fin de hallar la distribución de los mismos dentro de la losa.

Posterior a la intervención se recomienda realizar mantenimientos rutinarios. Para el caso de la estructura metálica y limpieza de muros se sugiere cada año, se espera que los desprendimientos en la parte inferior de la losa del parqueadero a nivel cesen una vez se selle la junta de dilatación, impidiendo, así, el paso de agua y polvo hacia el interior de la placa.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Referencias Bibliográficas

- Donini, H. J. (2017). Análisis de patologías en las estructuras de concreto hormigón armado. En H. J. Donini, *Análisis de patologías en las estructuras de concreto hormigón armado* (pág. 58). Bogotá: Ediciones de la U.
- Fonseca, A. M. (2013). *Tecnología y patología del concreto armado*. Bogotá: Universidad católica de colombia.
- Instituto Nacional de Vías, I. (02 de 02 de 2019). *INIVAS*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/analisis-precios-unitarios/6962-apus-valle-2017-2>
- Parra, C. (2009). *Estudio de suelos y pavimentos, Conjunto Residencial Altos del Parque*. Cali.
- T, H. d. (2018). Procesos y técnicas de construcción. En H. d. T, *Procesos y técnicas de construcción* (pág. 375). Bogotá: Alfaomega Colombiana.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

Bibliografía

- Alfonso Montejo Fonseca (2013). Tecnología y patología del concreto. Universidad Católica de Colombia, 337.
- American Concrete Institute- ACI. (2008). Guide for Conducting a Visual Inspection of Concrete in Service- ACI 201.1R-08. En A. C. 201. U.S.A: American Concrete Institute. Concrete.org.Recuperado de http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20201.2R-08%20Guide%20to%20Durable%20Concrete_MyCivil.ir.pdf.
- Donini, H. J. (2017). Análisis de patologías en las estructuras de concreto hormigón armado. En H. J. Donini, *Análisis de patologías en las estructuras de concreto hormigón armado* (pág. 58). Bogotá: Ediciones de la U.
- Ingeominas. (2005). Estudio de microzonificación sísmica de Santiago de Cali. Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastres. Recuperado de. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/19833>.
- Instituto Nacional de Vías, I. (02 de 02 de 2019). *INIVAS*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/analisis-precios-unitarios/6962-apus-valle-2017-2>
- Ley 675, Artículo 24. Régimen de propiedad horizontal, Colombia, 03 de agosto de 2001.
- NSR-10. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Colombia, 19 de marzo de 2010
- Parra, C. (2009). Estudio de suelos y pavimentos, Conjunto Residencial Altos del Parque. Cali.

PATOLOGÍA LOSA DE PARQUEADERO A NIVEL

T, H. d. (2018). Procesos y técnicas de construcción. En H. d. T, *Procesos y técnicas de construcción* (pág. 375). Bogotá: Alfaomega Colombiana.