

**TRABAJO DE PRESENTACION INTEGRADO (TPI)**

**ESTUDIO DE PATOLOGIA PARA EDIFICACION DE PARQUEADEROS DEL  
CONJUNTO RESIDENCIAL PALOS VERDES UBICADO EN EL MUNICIPIO DE  
RESTREPO DEPARTAMENTO DEL META**

**SIRLEY HERNANDEZ VEGA  
CODIGO 40185498  
JHON A. SALAS BARRETO  
CODIGO 86050057**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO**

**ESTUDIO DE PATOLOGIA PARA EDIFICACION DE PARQUEADEROS DEL  
CONJUNTO RESIDENCIAL PALOS VERDES UBICADO EN EL MUNICIPIO DE  
RESTREPO DEPARTAMENTO DEL META**

**SIRLEY HERNANDEZ VEGA  
CODIGO 40185498  
JHON A. SALAS BARRETO  
CODIGO 86050057**

**ING. OLGA LUCIA VANEGAS ALFONSO  
DIRECTOR**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO**

**PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
ESPECIALIZACION**

**BOGOTA**

## Tabla de contenido

1. Introducción	.....	10
2. Planteamiento del Problema	.....	11
3. Justificación	.....	13
4. Objetivos.....	.....	14
4.1 Objetivo General.....	.....	14
4.2 Objetivos específico.....	.....	14
5. Antecedentes	.....	15
5.1 Torres del silencio Yopal Casanare.....	.....	15
5.2 Institución educativa la inmaculada sede central del municipio de Orocué Casanare .....	.....	18
5.3 Sede de la Universidad Tecnológica del Chocó en Istmina.....	.....	20
6. Marco Referencial	.....	23
6.1 Marco Geográfico	.....	23
6.1.1 Hidrografía.....	.....	25
6.1.2 Geología.....	.....	25
6.1.3 Geología histórica.....	.....	25
6.1.4 Geología local.....	.....	26
6.1.5 Estratigrafía.....	.....	27
6.1.6 Tectónica.....	.....	27
6.2 Marco Legal	.....	28
6.3 Marco Teórico.....	.....	29
6.4 Marco Histórico.....	.....	34
7. Alcances y Limitaciones	.....	36
8. Metodología	.....	37
8.1 Descripción de la Selección del Paciente.....	.....	42
8.2 Preparación y Planteamiento del Estudio.....	.....	42

8.2.1 Inspección Preliminar del Paciente .....	42
8.2.2 Recopilación de Información Necesaria para el Estudio. ....	46
8.2.3 Permisos y Autorizaciones para Abordar Estudio al Paciente.....	46
8.2.4 Definición del Equipo de Trabajo que Realizará la Exploración.....	46
8.2.5 Definición de los Medios para Realizar la Exploración.....	50
8.3 Historia Clínica .....	50
8.3.1 Responsables del Estudio.....	50
8.3.2 Fecha de Realización del Estudio .....	51
8.3.3 Datos Generales del Paciente:.....	51
8.3.4 En la Edificación y/o Construcción Civil: .....	52
8.3.5 Aplicación Patológica:.....	52
8.3.6 Datos Específicos de las Lesiones.....	53
8.3.7 Descripción de la Patología más Relevante en el Paciente.....	59
8.3.8 Clasificación y Origen de la Patología.....	59
8.3.9 Datos Generales del Entorno.....	63
8.3.10 Arquitectura .....	63
8.3.11 Estructura.....	63
8.3.12 Suelos y Cimentaciones.....	65
8.4 Diagnóstico .....	66
8.4.1 Lesiones.....	66

8.4.2 Ensayos destructivos y no destructivos .....	67
9. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica .....	69
9.1 Ubicación del paciente en la microzonificación sísmica Pereira .....	72
9.2 Determinación de la zona sísmica, el valor de $A_a$ y $A_v$ ó $A_d$ .....	74
9.3 Análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente.....	76
9.3.1 Estudio de vulnerabilidad 2010 .....	77
9.3.2 Análisis de riesgos estructurales.....	77
9.3.3 Normatividad .....	77
9.3.4 Matriz de Vulnerabilidad .....	79
9.3.5 Patología de los mecanismos de falla estructural .....	80
10. Propuestas de Intervención.....	81
11. Diseño Metodológico .....	82
11.1 Enfoque metodológico .....	83
11.2 Tipo de Investigación .....	84
11.3 Fases.....	85
12. Presupuesto .....	86
12.1 Propuesta 1 .....	86
12.2 Propuesta 2 .....	87
13. Programación .....	88
13.1 Propuesta 1 .....	88
13.2 Propuesta 2 .....	88
14. Análisis de resultados .....	89

15. Conclusiones y Recomendaciones .....	90
16. Bibliografía .....	91
17. Anexos	
Anexo 1. Licencia de construcción	
Anexo 2. Estudio de suelos	
Anexo 3. Ensayos realizados	
Anexo 4. Fichas de historia clínica y diagnóstico	
Anexo 5. Fichas de productos recomendados para el paciente	

### **Tabla de Figuras**

Figura 1. Árbol del problema.....	9
Figura 2. Torres del silencio.....	10
Figura 3. Torres del silencio.....	12
Figura 4. Torres el silencio.....	14
Figura 5. Institución educativa la inmaculada sede central del municipio de Orocue Casanare ...	15
Figura 6. Institución educativa la inmaculada sede central del municipio de Orocue Casanare ...	16
Figura 7. Institución educativa la inmaculada sede central del municipio de Orocue Casanare ...	17
Figura 8. Sede de la Universidad Tecnológica del Chocó en Istmina .....	18
Figura 9. Proyecto torres del silencio.....	15
Figura 10. Proyecto torres del silencio .....	16
Figura 11. Proyecto torres del silencio .....	16
Figura 12. Proyecto torres del silencio .....	16
Figura 13. Proyecto torres del silencio.....	19
Figura 14. Proyecto torres del silencio .....	21
Figura 15. Proyecto torres del silencio.....	28
Figura 16. Proyecto palos verdes.....	29
Figura 17. Implantación urbanística proyecto palos verdes .....	29
Figura 18. Placa entrepiso afectada por fisuras y filtraciones.....	30
Figura 19. Presencia de musgo en acero de refuerzo .....	39

Figura 20. Presencia de humedad de placa entrepiso por posibles fisuras.....	40
Figura 21. Placa entrepiso parte superior, oxidación acero en las columnas .....	41
Figura 22. Oxidación y moho aceros de arranque .....	42
Figura 23. Oxidación y moho columnas del primer piso.....	43
Figura 24. Oxidación y moho aceros en las columnas del primer piso de arranque .....	44
Figura 25. Estado de la placa de entrepiso.....	29
Figura 26. Clasificación y Tipificación De Las Lesiones.....	52
Figura 27. Humedad y eflorescencia .....	58
Figura 28. Estado de la placa de entrepiso de la Torre de parqueaderos .....	59
Figura 29. Humedad y eflorescencia.....	59
Figura 30. Presencia de musgo en acero de refuerzo .....	60
Figura 31. Fisuras con presencia de eflorescencia.....	61
Figura 32. Oxidación en acero de refuerzo .....	62

## Resumen

La patología es la ciencia que nos proporciona los parámetros para realizar estudios de diagnóstico y con ello dilucidar las posibles fallas presentadas que pudieron deberse al diseño, a la construcción, a la fabricación y a la operación de las estructuras. El presente trabajo se enfoca en un paciente real que esta presentando lesiones que requieren especial atención y tratamiento, para logra llegar al planteamiento de alternativas de solución se requirió realizar el planteamiento del problema, conocer unos antecedentes de casos similares, abarcar el marco geográfico, histórico y legal conociendo a fondo las normas de construcción ya que son las herramientas con que se cuenta para realizar, aceptar o rechazar las obras en su etapa constructiva y si hubiere lugar proponer soluciones de reparación.

Nuestro paciente o caso de estudio corresponde a un edificio de parqueaderos ubicado dentro del proyecto del conjunto residencial PALOS VERDES, se realizó una descripción del paciente tipo diagnostico para ello se recopiló información existente y se realizaron visitas, ensayos destructivos y no destructivos a la estructura existente necesarios para el reconocimiento de las causas y el origen de las lesiones, buscando realizar la historia clínica, diagnóstico y formular la propuesta de intervención al Edificio de parqueaderos del proyecto de vivienda de PALOS VERDES, identificando las lesiones y afectaciones patológicas en la torre de parqueaderos, se analizaron y evaluaron los resultados de los ensayos realizados en el paciente, finalmente se presentan 2 propuestas como solución a las lesiones que se viene presentando en la edificación con sus respectivos presupuestos y cronogramas de ejecución.

## **Abstract**

Pathology is the science that provides us with the parameters to carry out diagnostic studies and thereby elucidate the possible failures that could be due to the design, construction, manufacture and operation of the structures. The present work focuses on a real patient who is presenting lesions that require special attention and treatment, in order to reach the approach of alternative solutions, it was required to present the problem, to know a history of similar cases, to cover the geographical, historical framework and legal, knowing in depth the construction regulations since they are the tools available to carry out, accept or reject the works in their construction stage and, if necessary, propose repair solutions.

Our patient or case study corresponds to a parking building located within the Palos Verdes residential complex project, a diagnostic type patient description was made for this, existing information was collected and visits, destructive and non-destructive tests were carried out on the existing structure. necessary for the recognition of the causes and the origin of the lesions, seeking to carry out the clinical history, diagnosis and formulate the intervention proposal to the parking building of the PALOS VERDES housing project, identifying the lesions and pathological affectations in the parking tower , the results of the tests carried out on the patient were analyzed and the results of the tests carried out were evaluated. Finally, 2 proposals are presented as a solution to the injuries that have been occurring in the building with their respective budgets and execution schedules.

## 1. Introducción

La especialización en patología de la construcción nos brinda los conocimientos y herramientas necesarias para determinar uno o varios problemas constructivos presentes en una edificación o en alguno de sus elementos. Estos problemas pueden aparecer inmediatamente después de su ejecución o luego de muchos años, aunque lo más común es que surjan por cambios en las condiciones contextuales.

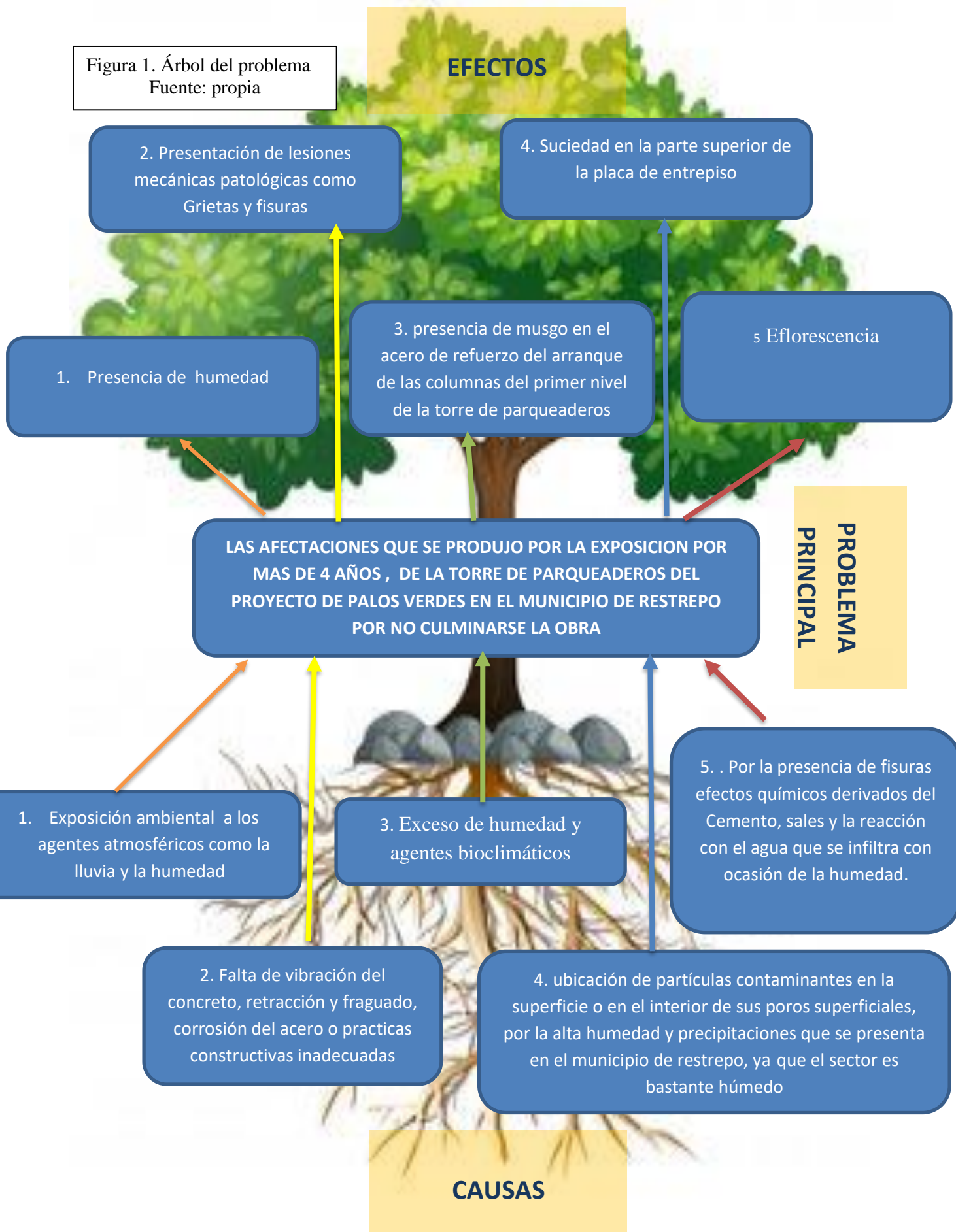
A continuación, presentamos el estudio de patología y vulnerabilidad sísmica realizado a la torre de parqueaderos ubicada dentro del proyecto de vivienda PALOS VERDES construido por el grupo SANGEL ARITZA INVERSIONES.

Allí se encontraron lesiones patológicas que estudiamos y analizamos determinando el origen, causas, evolución y estado actual de estas, finalmente presentamos dos propuestas de intervención con sus respectivos presupuestos, esperando se tome la decisión más acertada para mitigar las lesiones presentadas en la edificación y así poder garantizar la vida útil, seguridad y uso adecuado de la estructura.

## **2. Planteamiento del problema**

El proyecto de PALOS VERDES se construirá por etapas de acuerdo a su avance comercial en ventas efectivas, lo que implica dejar expuestas algunas estructuras sin acabados para dar continuidad con las diferentes etapas, lo que se convierte en una amenaza potencial y real para que ocurran procesos patológicos, en su primera etapa de construcción solo se llegó hasta el primer piso, teniendo la necesidad de dejar hierros (acero estructural) expuestos como inicio de columnas dejando expuesta la estructura a la agresión ambiental y a los agentes atmosféricos, con una exposición permanente a la lluvia provocando elevada humedad sobre las superficies de hormigón, facilitando su absorción hasta alcanzar las armaduras. También la exposición a gases atmosféricos ha provocado la carbonatación del hormigón y ha facilitado la oxidación del acero. Se presentan grietas y fisuras que requieren una evaluación, inspección, ensayos y determinación de causas y efectos para la terminación o continuidad con la construcción de la infraestructura

Figura 1. Árbol del problema  
Fuente: propia



### 3. Justificación

En Colombia es común encontrar edificaciones sin terminar ya sea por falta de asignación de adiciones presupuestales, cambios en los diseños o abandono de estas por malas administraciones en las constructoras o contratistas, dejando expuestas estas construcciones a la agresión ambiental y a los agentes atmosféricos, una exposición permanente a la lluvia provocará elevada humedad sobre las superficies de hormigón, facilitando su absorción hasta alcanzar las armaduras. También la exposición a gases atmosféricos puede provocar la carbonatación del hormigón y facilitar también la oxidación del acero. En definitiva, gran cantidad de efectos negativos que tiene que soportar, ejemplo de esto tenemos los mal llamado elefantes blancos que a través de la historia hemos venido conociendo.

El proyecto de PALOS VERDES en principio se construirá por etapas de acuerdo a su avance comercial en ventas efectivas pasados 4 años de construcción de su primera etapa se ha reestructurado y se requiere evaluar el estado actual de la torre de parqueaderos para avanzar y culminar el proyecto por tal motivo se realizará el estudio de patología y vulnerabilidad sísmica buscando con la investigación, proponer 2 alternativas de intervención técnica, económica y ambientalmente viable.

## 4. Objetivos

### 4.1 Objetivo General

- ✓ Realizar la historia clínica, diagnóstico y formular la propuesta de intervención al Edificio de parqueaderos del proyecto de vivienda de PALOS VERDES, ubicado en el municipio de Restrepo Meta.

### 4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar las lesiones y afectaciones patológicas en la torre de parqueaderos.
- ✓ Realizar las pruebas de campo destructivas y no destructivas y ensayos de laboratorio necesarios para el reconocimiento de las causas y el origen de las lesiones.
- ✓ Analizar los resultados de los ensayos realizados en el paciente
- ✓ Evaluar los resultados de los ensayos realizados y presentar 2 propuestas como solución a las lesiones que se viene presentando en la edificación.

## 5. Antecedentes

### 5.1 Torres del silencio Yopal Casanare

**Figura 2.** Proyecto Torres de silencio



Nota. La foto representa el estado del proyecto después de diez años de ejecución.  
Fuente Noticias caracol, 2021.

La Urbanización Torres del Silencio (antes llamada Villa Flores) estaba destinada a beneficiar a 400 núcleos familiares, entre los cuales se encontraban familias que serían reubicadas conforme a la sentencia de una Acción Popular proferida por el Tribunal Administrativo de Casanare del 24 de agosto de 2006. De igual forma se destinó para población vulnerable (en situación y/o condición de discapacidad, víctimas del conflicto armado interno, adulto mayor, entre otros) y familias en condición de desplazados (Contraloría comunicado de prensa 143, 2021).

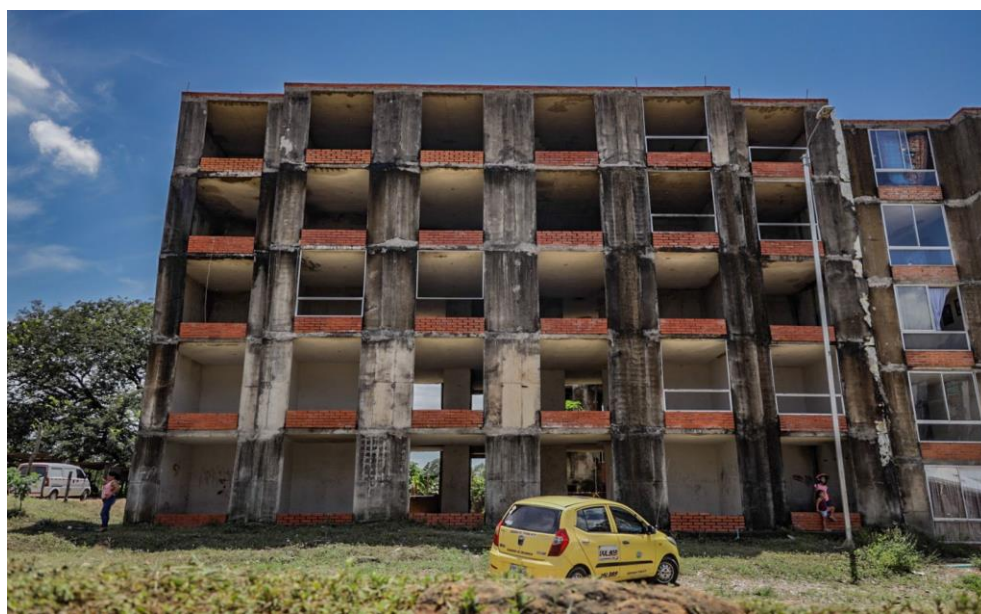
La Contraloría General de la República imputó responsabilidad fiscal en la suma de \$12.087 millones por el daño producido a los recursos públicos del Departamento de Casanare y del Municipio de Yopal, con ocasión de las inversiones realizadas para la

ejecución del proyecto de vivienda de interés social Torres del Silencio, antes Villa Flores, en el municipio de Yopal Casanare. El proyecto inició su ejecución en agosto de 2011 y después de 10 años se encuentra inconcluso, con graves afectaciones de orden estructural, incumplimiento de la norma de sismo resistencia y deficiencias de calidad (Contraloría comunicado de prensa 143, 2021).

De acuerdo con el informe técnico practicado dentro del trámite de la indagación preliminar que adelantó la CGR, se concluyó que la construcción de la estructura de los bloques de Torres del Silencio, y de los elementos no estructurales, se realizó siguiendo unos parámetros de diseño que no se ajustan a la norma sismo resistente, con el agravante que el municipio de Yopal se encuentra en una zona de alto riesgo de sismicidad. El efecto del no cumplimiento de la norma sismo resistente, es que se disminuye la capacidad de resistir las fuerzas que les impone la naturaleza o su uso y para incrementar su resistencia a los efectos producidos por los movimientos sísmicos. Existen varios aspectos del diseño que no están conforme a la NSR-10, por lo tanto, debido a que el constructor siguió estos diseños y que los mismos fueron aprobados por la interventoría con esas deficiencias, no se garantiza el cumplimiento de las especificaciones mínimas de construcción y la calidad de la estructura de concreto. Para la Contraloría, se trata de obras que no están en las condiciones necesarias para cumplir con los estándares de seguridad habitacional para la familia y mejorar la calidad de vida, como derecho fundamental de la población, así como tampoco la de garantizar los derechos de las comunidades vulnerables o de menores ingresos, brindando la oportunidad de asegurar una estabilidad. Aunado a lo anterior, se evidenció deficiencias desde su planeación, ya que no se tuvieron en cuenta algunos parámetros técnicos en la etapa que va desde la

formulación del proyecto hasta la finalización de la construcción y entrega de las unidades habitacionales. La falta de planeación se ve reflejada en las justificaciones para suspender el convenio de cogestión, entre ellas: 1. Falta de disponibilidad total de los servicios públicos. 2. Falta de habilitación de terrazas. 3. Falta total del cierre financiero del proyecto. 4. Vencimiento del plazo del primer contrato de interventoría. 5. Falta de ejecución de las obras de urbanismo, redes eléctricas y terminación del sistema de acueducto. 6. Apropiación de los recursos para contratar una nueva interventoría que garantice el seguimiento y control del convenio (Contraloría comunicado de prensa 143, 2021).

**Figura 3.** Proyecto Torres de silencio



Nota: se observan las lesiones que el proyecto presenta en el año 2019.

Fuente: Noticias caracol, 2021.

**Figura 4.** Proyecto Torres de silencio



Nota: se observan las lesiones que el proyecto presenta en el año 2021.  
Fuente Noticias caracol, 2021.

## **5.2 Institución educativa la inmaculada sede central del municipio de Orocué Casanare**

Se celebró el contrato no. 0364 de febrero 14 de 2011 cuyo objeto es: Construcción primera etapa de la institución educativa la Inmaculada sede central del Municipio de Orocué Casanare, para el año 2019 aun no se ha culminado su construcción.

**Figura 5.** Institución educativa la inmaculada sede central del municipio de Orocué Casanare



Nota: se observa el proceso constructivo y materiales acopiados durante la construcción.  
Fuente: Noticias caracol, 2021.

**Figura 6.** Institución educativa la inmaculada sede central del municipio de Orocué Casanare



Nota: se observan las lesiones que el proyecto presenta en el año 2019.

Fuente: Noticias caracol, 2021.

El Gobernador del Departamento, Alirio Barrera, estará en Orocué junto a la Secretaría de Educación, Sandra Rincón y el alcalde Anderson Bernal, socializando la construcción para la terminación de la primera etapa del bloque de primaria y construcción de obras complementarias de la Institución educativa la inmaculada sede central del municipio. La obra que asciende a 5 mil 153 millones pesos otorgada a través de OCAD por gestión del Alcalde de la población, contempla la terminación de aulas con actividades de pisos, carpintería, acabados de pisos y muros, cielo rasos y adecuación de baterías sanitarias; se construirá el restaurante escolar que a su vez será el aula múltiple con actividades preliminares de cimentación, pisos, bases, carpintería, acabado de muros, cubierta entre otras. Además, la edificación tendrá un bloque técnico, una garita de acceso, un tanque de almacenamiento de agua, rampa de acceso, cerramiento, red contra incendios, placa deportiva, circulaciones y urbanismo, instalaciones eléctricas. El proyecto tiene un plazo de ejecución de 11 meses y estará a cargo del Consorcio Orocué Escolar 2019 (prensa libre Casanare, 2018)

**Figura 7.** Institución educativa la inmaculada sede central del municipio de Orocué Casanare



Nota: se observa el abandono y el desmantelamiento y robo de las obras inconclusas para el año 2021.

Fuente: Noticias caracol, 2021.

### **5.3 Sede de la Universidad Tecnológica del Chocó en Istmina**

La baja ejecución de obras contratadas en el departamento del Chocó abunda, por eso Caracol Radio está revisando minuciosamente estas infraestructuras convertidas en “elefantes blancos”. Otra de esas tantas obras es la Sede de la Universidad Tecnológica del Chocó en Istmina, donde 1.700 estudiantes de carreras profesionales como Trabajo Social, Contaduría, Educación Física e Ingeniería Ambiental han tenido que asistir a clases en instalaciones provisionales, luego de que la obra original se quedara en un 89% de avance de la estructura física (Noticias caracol, 2021).

Precisamente, los estudiantes piden explicaciones al Gobierno. “No hemos sido concedores de por qué a esta fecha todavía estamos en la calle, escuchando clases en instituciones prestadas que no cuentan con las mejores condiciones donde e pueda recibir clases de calidad”, afirmó la estudiante Cindy Mosquera. De otra parte, el Personero de la Institución, Jaider Lozano, solicita

una respuesta de las autoridades competentes, y exige que “la Gobernación y la Universidad Tecnológica del Chocó establezcan mecanismos alternativos para que los estudiantes puedan tomar las clases en condiciones óptimas”. Justamente, el Contralor General, Felipe Córdoba, estuvo este viernes en la Quibdó, capital del Chocó, y aseguró que “es necesario determinar cuanto antes qué ha pasado con los recursos destinados para el desarrollo social del departamento del Chocó y mirar con lupa el desarrollo de los proyectos aprobados recientemente”. Para este proyecto se destinaron 5.136 millones de pesos del Fondo de Compensación Regional, obra que hoy es otro de los tantos elefantes blancos en este departamento (Noticias caracol, 2021).

La construcción de la sede de la Universidad Tecnológica de Chocó en Itsmina aún no se ha terminado, a pesar de que el contrato para la misma fue adjudicado en el 2013, la edificación es un ‘elefante blanco’ más del país. Por tal motivo, la Fiscalía General de Nación, a través de la Dirección Especializada contra la Corrupción, presentó ante un juez de control de garantías a cinco personas, entre funcionarios y particulares, quienes estarían involucradas en presuntas irregularidades de la obra. Los hechos dan cuenta que en el año 2013 fue suscrito el contrato de construcción de la edificación que albergaría a 1.300 estudiantes. Sin embargo, siete años después hay dos bloques en obra gris y rodeados por la maleza en un acelerado deterioro por la inclemencia del clima”, aseguró Eduard Alirio Calderón, director especializado contra la corrupción. Las investigaciones evidenciaron que el terreno escogido, al parecer, no era apto para soportar una infraestructura de este tipo y, adicionalmente, se estableció que las obras habrían iniciado sin licencia de construcción y en un aparente desconocimiento de los parámetros definidos por las normas de sismo resistencia (infobae, 2022).

**Figura 8.** Sede de la Universidad Tecnológica del Chocó en Istmina



La Subdirección de Control del Departamento Nacional de Planeación (DNP) impuso, en la resolución 0244 de 2017, medida de suspensión preventiva de giros, por incumplimiento del contrato y las deficiencias técnicas de la construcción. Según las autoridades, quedó en evidencia un presunto detrimento patrimonial por 4.100 millones de pesos. Y es que desde el 2019 la Fiscalía estaba adelantando la investigación por presuntas irregularidades, según dio a conocer en su momento el Noticiero CMI, la indagación fue adelantada por la Fiscalía 94 de Bogotá y se estaba revisando la participación de cinco personas en lo que tenía que ver con la contratación de la primera etapa del centro educativo. Desde ese tiempo, en la Fiscalía se tenía la certeza de que, al parecer, las personas vinculadas a la investigación serían exfuncionarios de la Gobernación del Chocó, mientras que ningún empleado de la universidad estaría vinculado al proceso. Ahora, por estos hechos fueron imputadas con los delitos de contrato sin cumplimiento de requisitos legales, falsedad ideológica en documento público y peculado por apropiación, a las siguientes personas: los exsecretarios de Infraestructura de la Gobernación de Chocó, Dahaira Castillo Hurtado y Alberto Quintero Barco; al actual

secretario de Infraestructura José María Córdoba Rentería; y al interventor económico, administrativo y financiero José Albert Lemus Lozano (infobae, 2022).

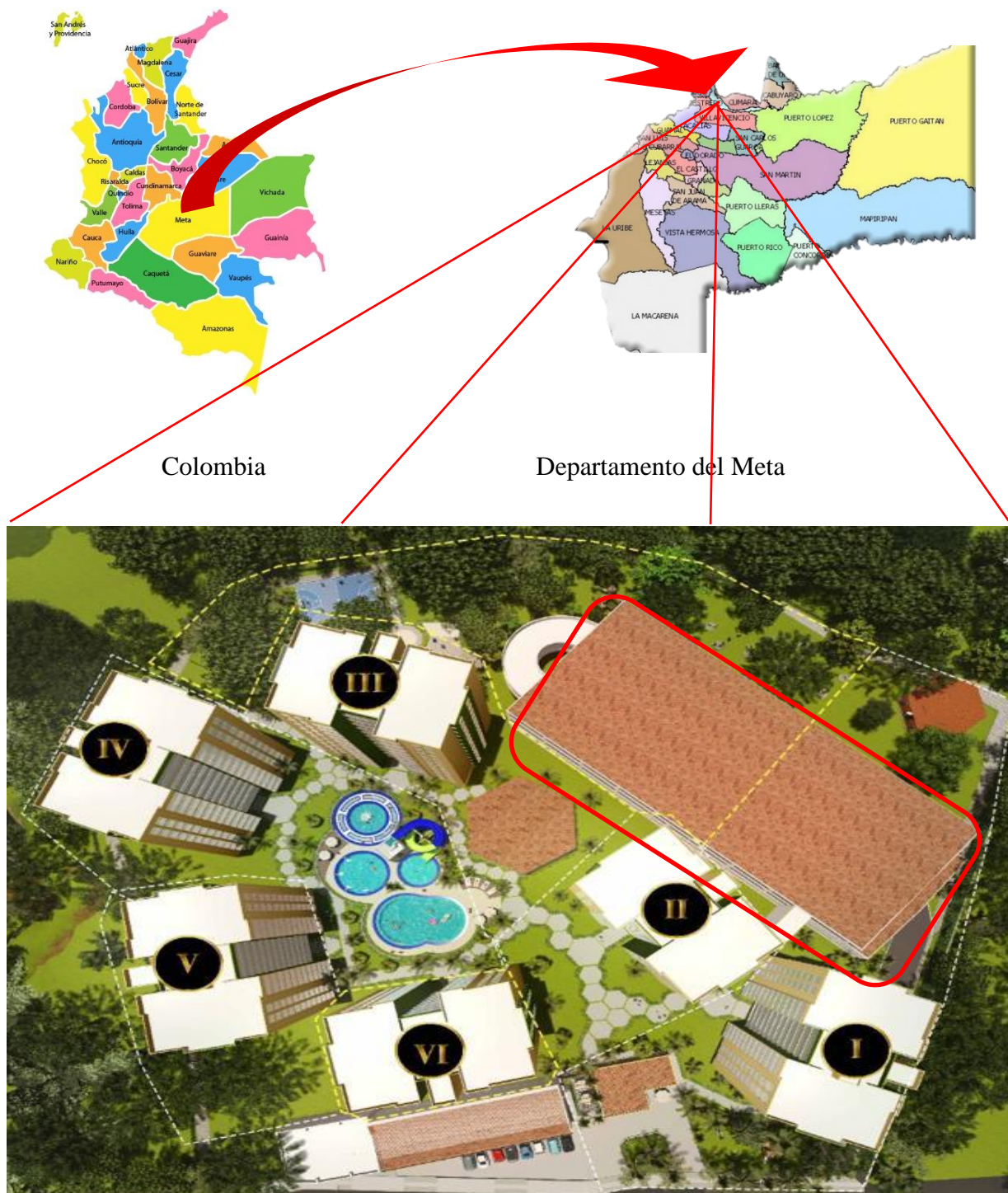
## **6. Marco referencial**

### **6.1 Geografía**

El Departamento del Meta está situado en la parte central del país, en la región de la Orinoquia, localizado entre los 04°54'25'' y los 01°36'52'' de latitud norte, y los 71°4'38'' y 74°53'57'' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 85.635 km<sup>2</sup> lo que representa el 7.5% del territorio nacional. Limita por el Norte con el departamento de Cundinamarca y Bogotá, Distrito Capital y los ríos Upía y Meta que lo separan del departamento del Casanare; por el Este con Vichada, por el Sur con el departamento del Caquetá y el río Guaviare que lo separa del departamento de Guaviare; y por el Oeste con los departamentos de Huila y Cundinamarca.

El municipio de Restrepo es uno de los 29 municipios del departamento del Meta, en la región de la Orinoquía de Colombia. Se encuentra a 14 km de la ciudad de Villavicencio, capital del mismo departamento y a aproximadamente 133 km de Bogotá, la capital del país. El municipio de Restrepo se alza a 570 msnm y está ubicado en el Piedemonte Llanero del departamento del Meta. Es además la capital salinera del departamento del Meta. Según la zonificación agroecológica ICA–IGAC, Restrepo está ubicado en la zona de tierras planicie aluvial de Piedemonte, de relieve ligeramente ondulado con pendientes hasta de 12% y tierras aluviales de relieve plano con pendientes hasta del 3%; igualmente dentro del relieve del municipio se encuentra un sector montañoso como parte de la Cordillera Oriental con alturas hasta 2.700 msnm. La altura promedio sobre el nivel del mar es de 570 metros, presentando variaciones que van de 380 metros hasta 2.700 metros sobre el nivel del mar. Tiene una superficie de 434 km<sup>2</sup> distribuida así: una zona plana con un área de 325,5 km<sup>2</sup>.

Figura 7. Localización del proyecto



Fuente: propia

### **6.1.1. Hidrografía**

Los principales ríos que bañan el municipio de Restrepo, Meta, son El Caney, La Quebrada de Salinas, El Guatiquía y El Upín. Este último atraviesa el casco urbano del municipio.

### **6.1.2 Geología**

La geología general de la zona corresponde a los eventos tectónicos del cretáceo, el terciario y con aquellos asociados a la deriva continental ya al levantamiento del sistema andino. En esta área no aflora ningún tipo de cuerpo geológico con litificación aceptable, se trata solamente de depósitos muy recientes de tipo aluvial formados por arcillas, limos, arenas y gravas.

Tales depósitos ocurrieron en el cuaternario tardío, consiste en grandes acumulaciones de material transportado por las corrientes de agua. La ocurrencia de esta gama de materiales geológicos comunica a los suelos características físicas químicas y mineralógicas que los diferencian entre sí y determinan su aptitud de uso.

En el área del proyecto se identificaron siete (7) Unidades Litológicas constituidas esencialmente por Formaciones del Terciario y los depósitos recientes del Cuaternario acumulado bajo ámbitos fluviales de baja energía. Cronológicamente los materiales se depositaron en una secuencia que se extiende desde el Terciario hasta el Cuaternario, secuencia litológica que se correlaciona con las geoformas, así, en el Piedemonte se presentan los materiales del Terciario, en tanto que los de planicie aluvial los valles están constituidos por sedimentos del Cuaternario. En general se trata de un territorio plano, de clima semi-húmedo con altas temperaturas y lluvias frecuentes, suelo arenoso bien drenado, de muy baja fertilidad y alta acidez.

### **6.1.3 Geología histórica**

Las llanuras Orinocense y Amazoniense constituyeron la cuenca de un mar interior que el transcurso de millones de años se fue rellenando con sedimentos provenientes de la Cordillera Oriental de los Andes y del Macizo de Guayana. Los estudios geológicos dejan saber que en el Pleistoceno la cordillera Oriental se sacudió causando una intensa erosión en material inconsolidado que, a la manera de un dique, le fue ganando espacio al mar. Las lluvias, los ríos y los vientos continuaron actuando en las modificaciones del relieve. Por la parte del sur, idénticos agentes tectónicos devastaron el flanco norte del macizo de Guayana para llevar material de relleno a la parte plana.

Los levantamientos y plegamientos produjeron una catástrofe hacia el final de la última glaciación: se hundieron los suelos que hoy corresponden al Arauca y Casanare, dándoles configuración de batea. El límite de la falla se sitúa entre la vaguada del río Meta donde es notorio que los escarpes de la margen derecha son más empinados que los de la izquierda. Dicho de otra manera, los llanos del Arauca y de Casanare, así como los de Apure, en Venezuela tomaron una forma cóncava, propia para retener agua, mientras que los del Meta y el Vichada se mantuvieron en forma convexa, permitiendo un mejor drenaje. La cordillera Oriental a través de su historia geológica ha estado sujeta a varios levantamientos y hundimientos, los últimos solevantamientos grandes del terciario y del cuaternario dieron lugar a los procesos de erosión, causa de la sedimentación en los llanos.

En principio del Terciario, las formaciones Cretáceas empezaron a ser cubiertas por los depósitos Terciarios, la sedimentación continuó en condiciones terrestres por un sistema de río bajando de la Cordillera Central que en aquella época era de mayor altura a la Cordillera Oriental. En la mitad del Terciario empezó un gran levantamiento de la cordillera Oriental, este fue acompañado de fuertes plegamientos y fallas paralelas y transversales a estos. El efecto general fue la erosión de los sedimentos Terciarios depositados anteriormente.

El levantamiento del Terciario no fue muy grande en comparación al ocurrido en el Cuaternario, que también fue acompañado por sedimentación. El Pleistoceno fue un periodo de plegamiento y levantamiento muy activo en la cordillera, y durante el Cuaternario los agentes y procesos modeladores, especialmente la erosión glaciar, fluvial y remociones en masa, fueron los responsables de la morfología de hoy.

#### ***6.1.4 Geología local***

La zona de estudio está constituida por depósitos cuaternarios principalmente por arenas limos y arcillas, el cambio de pendiente en el pie de monte llanero no permite el transporte de material grueso, dando origen a depósitos fluvial deltaicos que moldean el terreno presentando una llanura aluvial, plana cuyas pendientes son menores al 7 %.

Depósitos aluviales recientes: estos depósitos forman fajas alargadas a los costados de los principales drenajes para este caso del Río Caney. Estos depósitos presentan baja compacidad, se constituyen principalmente de arenas, limos y arcillas pocas consolidadas, bastante permeables y de alta porosidad. Los suelos que desarrollan estos depósitos por lo general son ácidos y de muy

poca fertilidad, donde la cobertura vegetal puede ser de pastos naturales o de bosque de Galería en etapas de sucesión temprana a tardía.

Depósitos aluviales de origen fluvio deltaico (qalfd): Su composición es de arenas, limos y arcillas, algo consolidados. En algunos sitios se pueden observar fajas alargadas de concreciones férricas sobre arenas silíceas. Los suelos generados en estos depósitos suelen ser ácidos, de baja fertilidad, muy susceptibles a anegarse durante las temporadas lluviosas que pueden durar hasta ocho meses (de marzo a octubre).

### ***6.1.5 Estratigrafía***

La ubicación de la cuenca en inmediaciones del flanco oriental de la cordillera oriental, piedemonte llanero y parte de los llanos orientales, lo enmarca bajo la acción tectónica de las placas de Nazca, Caribe y Sur y Sur Americana, que han ocasionado el levantamiento de esta.

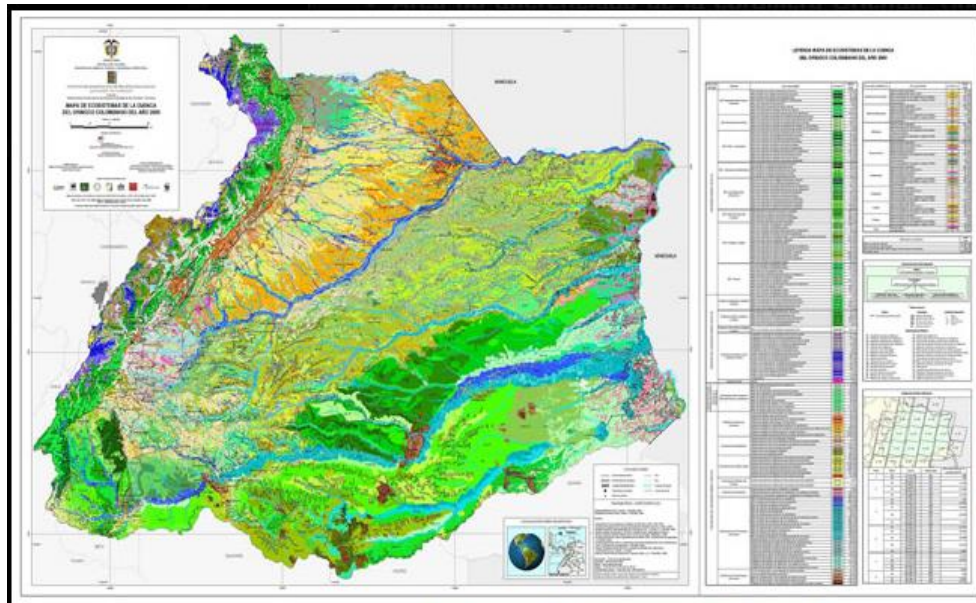
Dicha cordillera se encuentra basada sobre materiales prototipo de corteza continental y posteriormente metamorfizados paleozoicas y otra sedimenta que inicia en el jurásico finalizando en el terciario, en donde se inicia la depositacion de los materiales cuaternarios de origen glacial, aluvial y coluvial. De manera general se presentan las rocas más antiguas en el centro de la cordillera, las jóvenes se preservan en sus flancos y las recientes en los llanos orientales.

### ***6.1.6 Tectónica***

Se han detectado gran cantidad de fallas normales de alto ángulo en estudios sísmicos efectuados por las compañías petroleras, lo mismo que lineamientos. En el basamento cristalino, que se encuentra fosilizado por los sedimentos terciarios y cuaternarios.

Tectónicamente cobra importancia las fallas regionales como la de Guaicaramo, las cuales ponen en contacto rocas cretáceas con rocas del terciario superior y cuaternario del llano estas presentan una dirección Noroeste y se localizan en las estribaciones de la cordillera Oriental.

**Figura 8.** Mapa geológico



Fuente: Instituto geográfico Agustín Codazzi

## 6.2 Marco legal

El proyecto CONJUNTO RESIDENCIAL PALOS VERDES hace parte de las construcciones reglamentadas por la normatividad colombiana NSR 2010 y las normas invias 2013.

Tabla 1. Legislación Conjunto residencial palos verdes

<b>ESTUDIO DE PATOLOGIA PARA EDIFICACION DE PARQUEADEROS DEL CONJUNTO RESIDENCIAL PALOS VERDES UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RESTREPO DEPARTAMENTO DEL META</b>		
Norma NSR 2010	Con la NSR-10 se pretende que las empresas constructoras cumplan con ciertos requisitos de carácter técnico-científico para el diseño y construcción de estructuras sismo resistentes, con el objetivo de proteger la vida de los habitantes y visitantes de los edificios	Vigente 2010, actualización de la norma NSR 1998.
Norma Invias 2013	El documento tiene por objeto fijar los parámetros, procedimientos y requisitos para desarrollar los procesos constructivos	Vigente 2013, actualización de la norma invias 2007.
Decreto Único Reglamentario Sector Vivienda, Ciudad y Territorio - Decreto 1077 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.	Vigente 11 de agosto de 2019

### 6.3 Marco teórico

Tomaremos como referencia el *proyecto torres del silencio*. Dentro del Informe de actuación especial de fiscalización de la contraloría del año 2019, este ente encontró en el informe de Interventoría No. 34 de agosto de 2016 lo siguiente: se determinó que en patologías en estructuras la falta de mantenimiento sumado al desgaste de la formaleta generó diferentes patologías en la estructura que se intervienen, quedando pendientes diferentes ramales o resanes menores, la disposición de la herramienta menor es otro inconveniente que se presenta cuando se procedió a realizar el vaciado de concreto. En el proceso de levantamiento de la estructura se presentaron algunas patologías en la superficie de los concretos tales como hinchazones, fisuras, presencia de juntas frías, exposición de aceros de la estructura y hormigueos de la superficie para lo cual se requería realizar de inmediato intervención de acuerdo a las especificaciones dadas por el Ingeniero Cesar Ángel estructural del cogestor. Sin embargo, a la fecha de corte no se habían realizado. En visita de seguimiento y verificación al sitio de la obra se evidenció las siguientes irregularidades en las estructuras de las edificaciones (Contraloría general de la república, 2019):

***Afectación elementos estructurales y acero de refuerzo:*** Cuya causa principal es el entrecruzamiento de tubería que van embebidas en la placa, al no tenerse en cuenta los diferentes diseños hidráulicos, eléctricos y al momento de ejecutar la obra las tuberías no permiten que se cumplan con los recubrimientos mínimos exigidos para las placas. Debido a esto se debilita la placa en estas zonas, con unos espesores diferentes de los diseños al momento de requerirse hacer algún tipo de reparación en una tubería la placa no resiste y e parten grandes secciones de concreto (Contraloría general de la república, 2019).

**Ausencia o falta de distanciadores de refuerzo en la losa.** Donde se observa que la malla y refuerzo expuesto no cuentan con el mínimo recubrimiento lo que causa un ataque de corrosión y debilita la estructura (Contraloría general de la república, 2019).

**Figura 9.** Proyecto torres del silencio



Nota: Falta o escaso recubrimiento de los aceros de refuerzo  
Fuente: Contraloría general de la república, 2019

**Presencia de refuerzo expuesto:** Falta de precaución de la ubicación correcta del acero antes de iniciar el traslado del concreto; presentándose fatiga de acero de refuerzo de elementos estructurales (Contraloría general de la república, 2019).

**Segregación del concreto:** se presenta segregación de la mezcla de concreto en los muros que son elementos estructurales especialmente en la unión de las secciones de la formaleta (Contraloría general de la república, Informe actuación especial de fiscalización, 2019).

**Pandeo de losas:** Puede presentarse por falta de apuntalamiento de los elementos después del retiro de la formaleta, problemas de fundido, falta de control en los niveles, vaciado del concreto que no se realiza de manera uniforme (Contraloría general de la república, Informe actuación especial de fiscalización, 2019).

**Figura 10.** Proyecto torres del silencio



Nota: Ubicación incorrecta de los aceros de refuerzo a la hora de fundida del concreto

Fuente: Contraloría general de la república, 2019

**Figura 11.** Proyecto torres del silencio



Nota: Segregación del concreto

Fuente: Contraloría general de la república, 2019

***Incumplimiento verticalidad de la estructura:*** Una de las principales causas es la falta de control desde el inicio de los procesos como es el cimbrado, armado de formaletas, como revisión de plomo, también puede darse los problemas de verticalidad por asentamiento de la estructura.

El problema de una estructura cuando no conserva su verticalidad en los muros esto no permite la correcta transmisión de carga entre elementos estructurales, que es el principio fundamental en este tipo de sistema constructivo, la falta de verticalidad también afecta la instalación de puertas y ventanas (Contraloría general de la república, Informe actuación especial de fiscalización, 2019).

**Figura 12.** Proyecto torres del silencio



Nota: Incumplimiento de la verticalidad de la estructura  
Fuente: Contraloría general de la república, 2019

**Figura 13.** Proyecto torres del silencio



Nota: Incumplimiento de la verticalidad de la estructura  
Fuente: Contraloría general de la república, 2019

**Muros intervenidos con revoque.** Muros que presentan fisuras en diagonales o verticales  
(Contraloría general de la república, Informe actuación especial de fiscalización, 2019).

**Figura 14.** Proyecto torres del silencio



Nota: Ubicación incorrecta de los aceros de refuerzo a la hora de fundida del concreto  
Fuente: Contraloría general de la república, 2019

***Humedad en muros interiores y exteriores*** se encontró en placas, muros interiores y exteriores  
(Contraloría general de la república, Informe actuación especial de fiscalización, 2019).

**Figura 15.** Proyecto torres del silencio



Nota: Humedad en muros interiores y exteriores  
Fuente: Contraloría general de la república, 2019

## 6.4 Marco Histórico

El proyecto se diseñó en el año 2015, la licencia de construcción se tramitó frente a la secretaria de planeación de Restrepo en el año 2016 y fue aprobada en año 2017. (ver anexo 1). La etapa de descapote, explanación y localización se realizó en el año 2018, la construcción duró 4 meses.

**figura 16.** Proyecto palos verdes



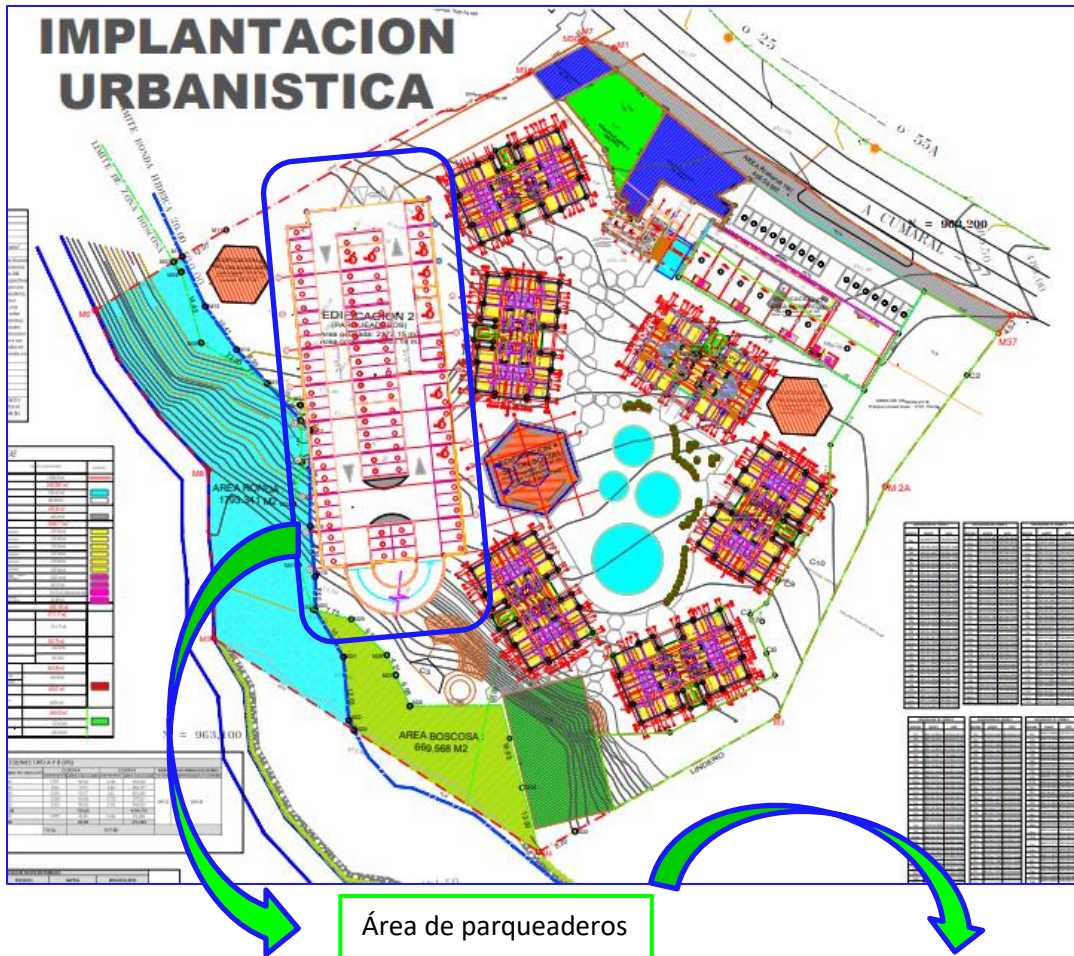
Nota: Explanación y preparación del terreno

Fuente: constructora Sangel Inversiones

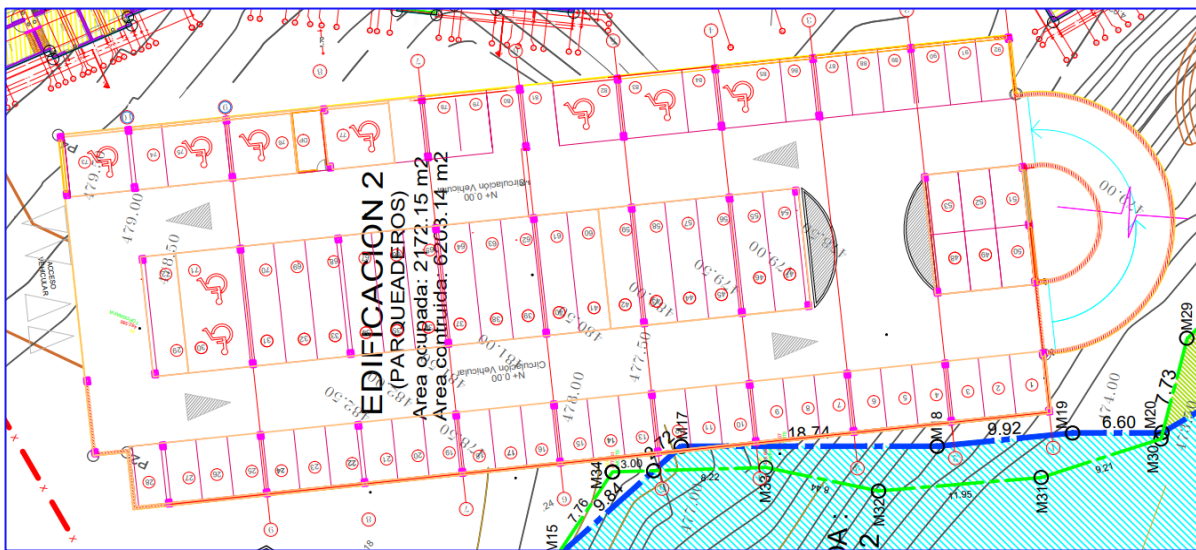
A continuación, presentamos los planos en planta del proyecto en general del conjunto residencial Palos verdes, este proyecto consta de 6 torres de apartamentos de 48 apartamentos cada una, están categorizados como apartamentos de lujo, a pesar de recibir subsidios VIS; cuenta además con parque acuático, piscinas para adultos y niños, tobogán de 30mts de recorrido, muro de escalar, teatrino, cancha múltiple, BBQ, salón de eventos tipo maloca, pi-pican, gimnasio workout, zonas verdes, sendero peatonal, portería y locales comerciales en su exterior así como parqueadero cubierto para carros, motos y bicicletas. A la fecha se ha construido una torre de las 6 del proyecto, en sistema industrializado de vivienda, proceso basado en ejecutar la construcción de una manera más eficiente al sistema tradicional aporcado, esta eficiencia radica en una mayor velocidad en el proceso constructivo, lo cual permite construir la mayor cantidad de viviendas en el menor tiempo posible utilizando el mismo juego de encofrados, acompañado de unas mezclas de concreto de fraguados y resistencias aceleradas, lo que permite realizar el desencofrado y posterior alistamiento de la siguiente unidad de vivienda. También se tiene

construido el primer piso de parqueaderos en un sistema tradicional aporticado. Esta última edificación será nuestro objeto de estudio en el presente informe.

figura 17. Implantación urbanística del proyecto palo verdes



Área de parqueaderos




Fuente: constructora Sangel inversiones



## **7. Alcances y limitaciones**








El estudio patológico que se realizará en el Edificio de parqueadero del proyecto PALOS VERDES comprende la historia clínica, el diagnóstico y la posible intervención técnica y económica.


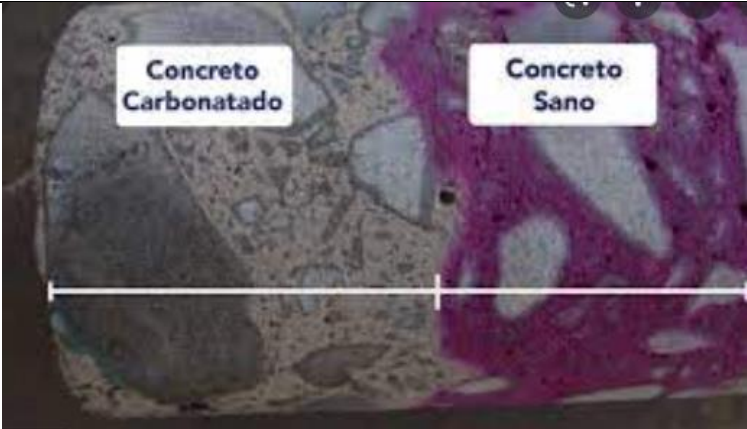
El Edificio de parqueadero del proyecto PALOS VERDES, tiene un área de terreno de 1873m<sup>2</sup>, un área total de construcción de 5619 m<sup>2</sup>, debido a las notables lesiones que presenta éste edificio se determinó realizar el estudio patológico, para lo cual se buscará el origen, las causas de las patologías que se están presentando en la edificación mediante investigaciones de campo, que constan de ensayos y pruebas destructivas y no destructivas, que ayudará a determinar el estado actual de los elementos que conforman la estructura para luego plantear la posible intervención que se necesita para mitigar la problemática y garantizar la seguridad de los residentes que ocupan el edificio.

## 8. Metodología

Objetivo1		
Identificar las lesiones y afectaciones patológicas en la torre de parqueaderos		
Actividad		
1	Realizar visitas e inspecciones al paciente	
2	Recolección de información con el propietario del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licencia de construcción</li> <li>• Planos estructurales</li> <li>• Planos arquitectónicos</li> <li>• Planos hidrosanitarios</li> <li>• Planos eléctricos</li> <li>• Estudio de suelos</li> <li>• Bitácora de obra</li> <li>• Informes ensayos de control de calidad</li> </ul>

3	Definir que pruebas destructivas y no destructivas se van a realizar al paciente	<p>Realizar pruebas y ensayos destructivos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auscultación de la cimentación a través de apiques</li> <li>• Extracción de núcleos</li> </ul> <p>Realizar pruebas y ensayos no destructivos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de temperatura ambiente</li> <li>• Medición de fisuras</li> <li>• Colocación de marcas frágiles</li> <li>• Toma de lecturas con ferrosacan</li> <li>• Ensayo de rebote o esclerometría</li> </ul>
<b>Objetivo 2</b>		
Realizar las pruebas de campo destructivas y no destructivas y ensayos de laboratorio necesarios para el reconocimiento de las causas y el origen de las lesiones		
<b>Actividad</b>		
1	<p>Realizar pruebas y ensayos destructivos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auscultación de la cimentación a través de apiques</li> <li>• Extracción de núcleos</li> </ul>	  

<p>2</p>	<p>Realizar pruebas y ensayos no destructivos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Toma de temperatura ambiente: Temperatura 81F y humedad ambiente 85%</li><li>• Medición de fisuras</li><li>• Colocación de marcas frágiles</li><li>• Toma de lecturas con ferrosacan</li><li>• Ensayo de rebote o esclerometría</li></ul>	      
----------	---	---

		
3	<p>Ejecutar los ensayos en el laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• carbonatación</li> </ul>	
<b>Objetivo 3</b> Analizar los resultados de los ensayos realizados en el paciente		
<b>Actividad</b>		
1	<b>Medición de fisuras</b>	Se realizó la medición a las fisuras, encontrando que la longitud promedio es de 1.25 m y un ancho de 1.1mm
2	<b>Toma de lectura de ferrosan</b>	para determinar la ubicación, espaciamiento, diámetro y recubrimiento del concreto en el acero de refuerzo instalado en la placa se realiza toma de imágenes con Ferrosan, este ensayo es muy importante porque nos ayuda a referenciar el espaciamiento de los aceros de refuerzo y así poder realizar la toma de núcleos de concreto sin afectar el acero, igualmente se determina el recubrimiento del concreto respecto al acero, muy importante porque sin garantizar los recubrimientos mínimos se puede ocasionar fisuras, se determinó que se tienen los recubrimientos exigidos por la norma de mínimo 5 cms para este tipo de estructuras.
3	<b>Ensayo de esclerometría</b>	“Ensayo Esclerométrico o índice de Rebote mediante el uso de esclerómetro” se trata de una prueba No destructiva que permite inferir la resistencia del concreto endurecido en el proyecto. Con el presente ensayo se corrobora la resistencia del concreto en la placa de entrepiso de la estructura ya que se realizan alrededor de 5 tomas en diferentes sectores de la estructura. Ver anexos.

	<b>extracción de núcleos de concreto</b>	Se realiza toma de núcleos cilindros de concreto a la placa de entrepiso, con lo anterior se determina la resistencia a la compresión y se realiza el ensayo de carbonatación. Ver resultados anexos.																																																																
	<b>Ensayo de carbonatación</b>	Es la pérdida de pH que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido de calcio (con alto pH) a carbonato de calcio, el cual tiene un pH más neutral. Este ensayo se realiza a la estructura para determinar y concluir si se presenta carbonatación en el concreto ya que al presentarse este fenómeno se inicia el proceso de corrosión en el acero de refuerzo y como consecuencia de esto se puede presentar agrietamiento y fisuración del concreto que por último se puede presentar desprendimiento del concreto de recubrimiento del acero de refuerzo y por esto un deterioro al estado estructural de la obra. VER RESULTADOS ANEXOS																																																																
<b>Objetivo 4</b>																																																																		
Evaluar los resultados de los ensayos realizados y presentar 2 propuestas como solución a las lesiones que se viene presentando en la edificación																																																																		
<b>Actividad</b>																																																																		
<b>1</b>	<b>PROPUESTA 1</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UND</th> <th>CANT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td><b>Impermeabilización de placa e entrepiso</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1,1</td> <td>Lavado con hidrolavadora chorro a presión</td> <td>m2</td> <td>1873</td> </tr> <tr> <td>1,2</td> <td>Secado área superior de la placa con soplete</td> <td>m2</td> <td>1873</td> </tr> <tr> <td>1,3</td> <td>Instalación de membrana impermeabilizante para el std /Lg</td> <td>m2</td> <td>1873</td> </tr> </tbody> </table>	ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	1	<b>Impermeabilización de placa e entrepiso</b>			1,1	Lavado con hidrolavadora chorro a presión	m2	1873	1,2	Secado área superior de la placa con soplete	m2	1873	1,3	Instalación de membrana impermeabilizante para el std /Lg	m2	1873																																												
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT																																																															
1	<b>Impermeabilización de placa e entrepiso</b>																																																																	
1,1	Lavado con hidrolavadora chorro a presión	m2	1873																																																															
1,2	Secado área superior de la placa con soplete	m2	1873																																																															
1,3	Instalación de membrana impermeabilizante para el std /Lg	m2	1873																																																															
<b>2</b>	<b>PROPUESTA 2</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>UND</th> <th>CANT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td><b>Preliminares</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1,1</td> <td>Lavado de placa con Hidrolavadora chorro a presión</td> <td>M2</td> <td>750,00</td> </tr> <tr> <td>1,2</td> <td>Limpieza de Musgo de acero de Refuerzo con Grata</td> <td>GL</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>1,3</td> <td>limpieza de óxido de acero de refuerzo expuesto con desoxidante Sika</td> <td>ML</td> <td>235,00</td> </tr> <tr> <td>1,4</td> <td>retiro y Limpieza de eflorescencias presentada en placa inferior</td> <td>ML</td> <td>98,50</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><b>Sellado Y resane de Fisuras en placa entrepiso</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2,1</td> <td>Regata y Limpieza en área superior placa entrepiso</td> <td>ML</td> <td>136,00</td> </tr> <tr> <td>2,2</td> <td>Regata y limpieza en área inferior placa entrepiso</td> <td>ML</td> <td>122,00</td> </tr> <tr> <td>2,3</td> <td>resane de fisura con Toxemen Vulkem 116</td> <td>ML</td> <td>258,00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><b>Impermeabilización de placa entrepiso</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3,1</td> <td>Secado área superior placa entrepiso con Soplete en áreas requeridas</td> <td>M2</td> <td>750,00</td> </tr> <tr> <td>3,2</td> <td>instalación de Membrana impermeabilizante PARASEAL STD / LG</td> <td>M2</td> <td>750,00</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><b>Protección acero de refuerzo expuesto</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4,1</td> <td>secado de acero de refuerzo</td> <td>GL</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>4,2</td> <td>Aplicación pintura anticorrosiva color</td> <td>ML</td> <td>235,00</td> </tr> </tbody> </table>	ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	1	<b>Preliminares</b>			1,1	Lavado de placa con Hidrolavadora chorro a presión	M2	750,00	1,2	Limpieza de Musgo de acero de Refuerzo con Grata	GL	1,00	1,3	limpieza de óxido de acero de refuerzo expuesto con desoxidante Sika	ML	235,00	1,4	retiro y Limpieza de eflorescencias presentada en placa inferior	ML	98,50	2	<b>Sellado Y resane de Fisuras en placa entrepiso</b>			2,1	Regata y Limpieza en área superior placa entrepiso	ML	136,00	2,2	Regata y limpieza en área inferior placa entrepiso	ML	122,00	2,3	resane de fisura con Toxemen Vulkem 116	ML	258,00	3	<b>Impermeabilización de placa entrepiso</b>			3,1	Secado área superior placa entrepiso con Soplete en áreas requeridas	M2	750,00	3,2	instalación de Membrana impermeabilizante PARASEAL STD / LG	M2	750,00	4	<b>Protección acero de refuerzo expuesto</b>			4,1	secado de acero de refuerzo	GL	1,00	4,2	Aplicación pintura anticorrosiva color	ML	235,00
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT																																																															
1	<b>Preliminares</b>																																																																	
1,1	Lavado de placa con Hidrolavadora chorro a presión	M2	750,00																																																															
1,2	Limpieza de Musgo de acero de Refuerzo con Grata	GL	1,00																																																															
1,3	limpieza de óxido de acero de refuerzo expuesto con desoxidante Sika	ML	235,00																																																															
1,4	retiro y Limpieza de eflorescencias presentada en placa inferior	ML	98,50																																																															
2	<b>Sellado Y resane de Fisuras en placa entrepiso</b>																																																																	
2,1	Regata y Limpieza en área superior placa entrepiso	ML	136,00																																																															
2,2	Regata y limpieza en área inferior placa entrepiso	ML	122,00																																																															
2,3	resane de fisura con Toxemen Vulkem 116	ML	258,00																																																															
3	<b>Impermeabilización de placa entrepiso</b>																																																																	
3,1	Secado área superior placa entrepiso con Soplete en áreas requeridas	M2	750,00																																																															
3,2	instalación de Membrana impermeabilizante PARASEAL STD / LG	M2	750,00																																																															
4	<b>Protección acero de refuerzo expuesto</b>																																																																	
4,1	secado de acero de refuerzo	GL	1,00																																																															
4,2	Aplicación pintura anticorrosiva color	ML	235,00																																																															

## 8.1 Descripción de la Selección del Paciente

La selección del paciente se hizo luego de realizar varias visitas a edificaciones con diferentes problemáticas en su estructura, pero se escogió ésta, debido a que presenta diferentes patologías de tipo mecánicas y físicas como son fisuras, grietas, humedades, corrosión de aceros; ésta mezcla de patologías hace que éste proyecto sea muy interesante tanto para el crecimiento profesional como para lograr darle solución a una problemática que viene aquejando a éste edificio y garantizar a aproximadamente 1100 personas la seguridad de que así el proyecto vaya por etapas se darán los tratamientos adecuados a lesiones o fallas presentadas.

## 8.2 Preparación y Planteamiento del Estudio

Una vez seleccionado nuestro paciente que corresponde al estudio de patología para edificación de parqueaderos del conjunto residencial palos verdes ubicado en el municipio de restrepo departamento del meta procedemos a realizar la inspección preliminar.

### 8.2.1 Inspección Preliminar del Paciente

**Figura 18.** Placa entrepiso afectada por filtraciones y micro fisuras



Fuente: propia

**Figura 19.** Presencia de humedad de placa entrepiso por posibles fisuras



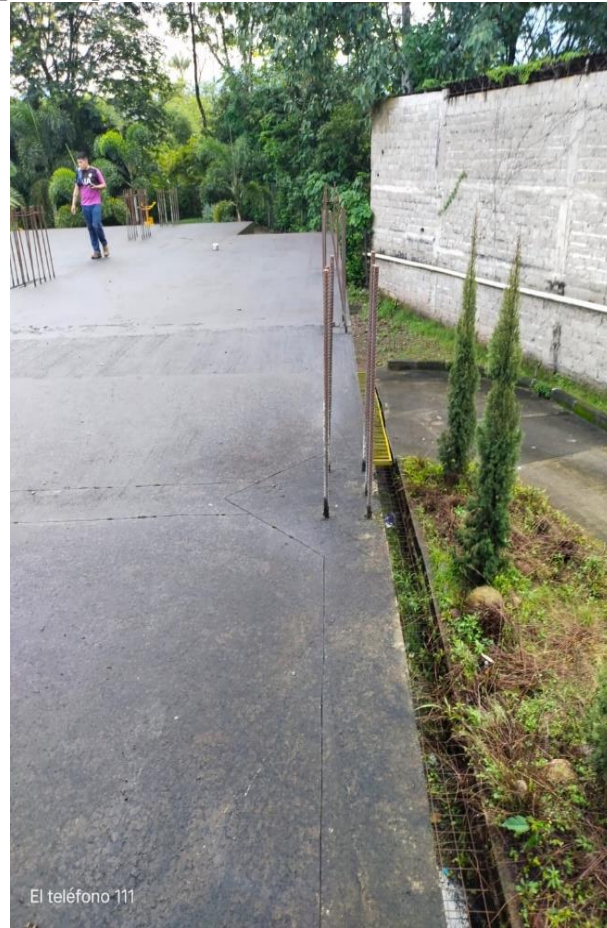
Fuente: propia

**Figura 20.** Placa entrepiso afectada por filtraciones y micro fisuras



Fuente: propia

**Figura 21.** Placa entrepiso parte superior, oxidacion aceros en las columnas del primer piso de arranque



Fuente : Propia

**Figura 22.** Oxidacion y moho en los aceros de las columnas del primer piso



Fuente : propia

**Figura 23.** Oxidación y moho en los aceros de las columnas del primer piso



Fuente: propia

**Figura 24.** Oxidación y moho aceros en las columnas del primer piso de arranque



Fuente: propia

### 8.2.2 Recopilación de Información Necesaria para el Estudio

- Licencia de construcción
- Planos estructurales
- Planos arquitectónicos
- Planos hidrosanitarios
- Planos eléctricos
- Estudio de suelos
- Bitácora de obra
- Informes ensayos de control de calidad

### 8.2.3 Permisos y Autorizaciones para Abordar Estudio al Paciente

Se obtuvo el permiso por parte de los propietarios del proyecto el GRUPO SANGEL INVERSIONES a través de la Representante Legal del GRUPO SANGEL INVERSIONES de la ciudad de Villavicencio autorizando la realización del estudio patológico en el edificio de parqueaderos del proyecto conjunto cerrado Palos VERDES en el municipio de Restrepo Meta, la revisión de los planos, de la licencia de construcción, del estudio de suelos, planos arquitectónicos, planos estructurales, planos eléctricos e hidrosanitarios y se determina mediante comunicación escrita la autorización de ingreso a las instalaciones del conjunto.

### 8.2.4 Definición del Equipo de Trabajo que Realizará la Exploración

**Sirley hernandez vega**- Ingeniera Civil egresada en el año 2003 de la universidad cooperativa de Colombia, especialista en Geotecnia Vial año 2022 y especialista en patología de la construcción de la universidad Santo tomas año 2023, cuenta con un diplomado en gestión de la calidad de las normas Iso 9001:2015, Iso 14000:2015, Iso 45000:2018 lo que le ha permitido liderar entre otros los siguientes proyectos: 1. Servicio de estudios técnicos para la estabilización

de base con crudo de castilla de diferentes vías terciarias en el municipio de Castilla La Nueva, en ejecución Del Proyecto 60103. 2. Estudios y diseños para determinar las condiciones geotécnicas e hidráulicas Del sector Del desarrollo Del proyecto urbanístico Santa Barbara, Municipio de Tamara, Departamento de Casanare.3. Estudio de suelos para El “ajuste del diseño tipo de Bloque de aulas para La institución Gabriela Mistral en El corregimiento del Charte y El Colegio La Inmaculada corregimiento de Tilodiran Municipio de Yopal departamento de Casanare 4. Estudio de suelos para: Diseño del puente santo domingo 1 ubicado sobre el caño Guariamena; Ampliación facilidades de superficie campo La punta; plataforma La Punta Costado Sur; plataforma del pozo La Punta proyectos ubicados en el municipio de Maní departamento de Casanare.5. Estudio de suelos para la construcción de auditorio comando de policía nacional área 900 m2 en el municipio de Yopal departamento de Casanare. 6. Servicios de Laboratorio Y Control de Calidad para los diferentes Proyectos relacionados A continuación: realce de 10 Km de Terraplén de la Vía San Pablo- Caño Chiquito - Obras menores para los Bloques Dorotea Y Leona - Mantenimiento Y Mejoramiento de La Vía Marginal de La Selva El Peral Bajo - Realce de Terraplén entre las abscisas K45+500 A K55+500 Vía Caño Chiquito - Construcción de alcantarillas Locación Vía Omi2 proyectos ubicados en el Municipio de Paz De Ariporo Casanare. 7. Estudio Geotécnico y de Resistividad para el proyecto Plataforma Kitaro Sur en el Municipio de Villanueva departamento de Casanare. 8. Control de calidad para las obras locación pozo Yaguazo en la vereda centro Gaitán del guacharúa en el municipio de paz de Ariporo departamento de Casanare.9. Servicios de Laboratorio de Suelos, Concretos y Asfalto Para Realizar el Control de Calidad del Proyecto Construcción de La pavimentación y Obras Complementarias de La vía Terciaria Yopal-Balconcitos-Municipio de Yopal departamento de Casanare.10. Realizar los estudios técnicos requeridos para el trámite de prospección y

exploración de aguas subterráneas, para la hacienda matepantano de la Universidad de la Salle en la sede Yopal -Casanare.

***Jhon Alexander Salas Barreto*** – Ingeniero Civil egresado en el año 2001 de la universidad cooperativa de Colombia y especialista en patología de la construcción de la universidad Santo tomas año 2023; ha liderado tanto en la estructuración y planeación de proyectos de ingeniería civil: formulación, evaluación, diseño, ejecución, seguimiento, control y evaluación en los sectores públicos, como en los privados, en temas preponderantes para el desarrollo de la región, en el sector de vivienda, transporte, redes de comunicación, agua potable y saneamiento básico e infraestructura hospitalaria y educativa, obras de urbanismo, entre otros. Ha sido director de interventoría de grandes proyectos como: 1. La construcción del puente vehicular intersección vial séptima brigada fase 1 en el municipio de Villavicencio, 2. Ampliación y mejoramiento de la infraestructura educativa del colegio internado de villa Fátima municipio de Mitú departamento del vaupes.3. construcción del puente sobre el rio humea en el municipio de Cabuyaro- meta.4. interventoría técnica, administrativa y financiera de 3 obras civiles en el departamento de Vaupés: A. construcción dos aulas nuevas y circulaciones, institución educativa colegio departamental técnico agropecuario de papuri. B. construcción acueducto por captación pozo y recuperación redes de acueducto – comunidad de teresita, departamento de Vaupés. C. construcción de las instalaciones de las inspecciones de policía departamentales ubicadas en piedra ñí, teresita. piracuara, puerto solano, Monfort y buenos aires en el departamento de Vaupés. 5. construcción de la biblioteca municipal de puerto Gaitán – meta.6. construcción del plan maestro de alcantarillado sanitario en la ciudad de Villavicencio 2005 – meta.7. Mejoramiento y optimización del sistema de acueducto de Neiva en sus componentes de almacenamiento el jardín y el recreo, planta de tratamiento el recreo Neiva, huila.8.

Estabilización de la base con crudo de castilla de la vía que conduce al casco urbano de fueite de oro a la vereda de llano grande de San Martín, mediante la base en crudo de castilla k0+000 al k14+300. 9. obra que tiene por objeto la construcción de la primera etapa vivienda de interés social urbanización villa maría de Guamal meta.10. construcción del puente vehicular sobre caño seco en la antigua vía Villavicencio- restrepo en el municipio de Villavicencio-meta, entre otros proyectos de interventoría y como director de obra y proyectos en: 1. diseño. construcción, adecuación y mejoramiento del internado de la inspección del porvenir en el municipio de puerto Gaitán. 2. estudios y diseños del mejoramiento de la vía nacional calamar- san José del Guaviare para el paso urbano del corregimiento la libertad, municipio de el retorno- guaviare.3. mejoramiento, mantenimiento y rehabilitación de la vía une – Bogotá (km19) en el municipio de une – departamento de cundinamarca.4. mejoramiento y mantenimiento de las carreteras de la zona centro oriente del país (grupo3) Yopal-paz de Ariporo-rio macaguan ruta 65 tramo 6513. 5. estudios, diseños y construcción de las vías urbanas aledañas al terminal de transporte y centro de acopio en el municipio de castilla la nueva – meta.6. reconstrucción y mejoramiento de la vía san lorenzo – el toro con estabilización de la base con crudo de castilla en el municipio de castilla la nueva – meta.7. mantenimiento de distintas vías terciarias en el municipio de castilla la nueva – meta.8. mejoramiento y mantenimiento sector Yopal – la cabuya en el municipio de Yopal. 9. estudio, diseño y construcción de los andenes de la calle 8 entre carreras 6 y 8 incluye intervención "parque de la floresta (vías y andenes circundantes) y estudio diseño y construcción de la vía y andenes de la carrera 7 entre calle 8 y 13 Villavicencio .9. mejoramiento de la vía huesito - puerto caribe k11+200 al k46+000, municipio de Inírida, departamento del Guainía 10. estudio de suelos, diseño estructural, arquitectónico y geométrico del puente peatonal sobre la

avenida catama entre la avenida circunvalar y carrera 18 en el municipio de Villavicencio., entre otros.

### *8.2.5 Definición de los Medios para Realizar la Exploración*

Se realizará la exploración de la siguiente forma:

- Inspección visual
- Ensayos no destructivos:
  - Esclerometría
  - Ferroskan
  - Ensayo de tintas penetrantes
- Ensayos destructivos
  - Extracción de núcleos
  - Carbonatación

## **8.3 Historia clínica**

### *8.3.1 Responsables del estudio*

- ***Sirley Hernández vega***- Ingeniera civil graduada desde el año 2003 se ha desempeñado en el sector de geotecnia y control de calidad de las obras a través de realización de ensayos de campo y laboratorio para diferentes proyectos de ingeniería.
- ***Jhon Alexander Salas Barreto*** – Ingeniero Civil graduado en el año 2002 se ha desempeñado en el sector de geotecnia y control de calidad de las obras a través de realización de ensayos de campo y laboratorio para diferentes proyectos de ingeniería, se desempeñó como Gerente de empresas de servicios públicos del municipio de Maní Casanare

### ***8.3.2 Fecha de realización del estudio***

Octubre de 2022

### ***8.3.3 Datos generales del paciente***

- ✓ Nombre: EDIFICIO DE PAQUEADEROS DEL CONJUNTO RESIDENCIAL DE PALOS VERDES UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RESTREPO DEPARTAMENTO DEL META

Localización: El conjunto residencial se encuentra ubicado en el departamento del meta, en el municipio de Restrepo Meta ofrece la mejor ubicación y valorización a 14 kilómetros de Villavicencio, el proyecto limita en la parte posterior con la construcción de vía 4G doble calzada Villavicencio- Restrepo.

- ✓ Uso: Residencial
- ✓ Fecha de construcción: 2019
- ✓ Sistema constructivo: Aporticado
- ✓ Técnica constructiva: concreto en obra
- ✓ Uso actual y previsto del sector: residencial y comercial
- ✓ Importancia del paciente: hace parte de un proyecto de 288 apartamentos y aproximadamente 1100 usuarios
- ✓ Sistema estructural y constructivo: Aporticado en concreto reforzado
- ✓ Normativa actual que lo rige: Norma sismo resistente NSR2010

### 8.3.4 En la edificación y/o construcción civil

- ✓ Tipo de cimentación: Zapatas de 1.50mx 150m profundidad a 1.0m
- ✓ Altura: 8.42m altura total incluida cubierta, 2.70m altura por piso de parqueaderos
- ✓ Área (número de pisos): 3 pisos total a construir 5620m<sup>2</sup>, cada piso cuenta con área de 1873 m<sup>2</sup> (66.9m de largo y ancho 28m).
- ✓ Estado general de construcción: primera etapa primer piso
- ✓ Información existente: diámetros de aceros n° 3, 4, 7 y 8 total del acero 23477 kg utilizado para el primer piso zapatas, columnas y vigas y para la paca de entrepiso 7822 kg.

**Figura 25.** Estado inicial del paciente



Fuente: propia

### 8.3.5 Aplicación patológica

Conforme a la inspección visual realizada a la obra en mención se pudo determinar que de acuerdo a las lesiones encontradas en el paciente la aplicación Patológica que se realizara es **PREVENTIVA**, ya que el

estado de las lesiones y el nivel de deterioro de la estructura concluye que se puede realizar esta aplicación patológica.

### **8.3.6 Datos específicos de las lesiones**


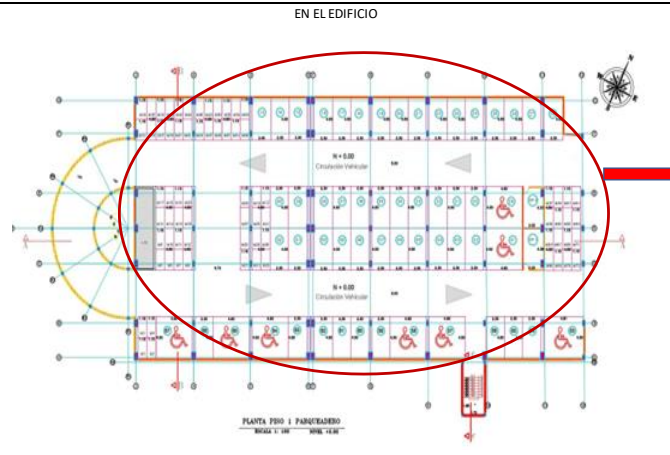

Se hace Visita al Edificio de parqueadero del proyecto PALOS VERDES que se encuentra ubicado en el municipio de Restrepo (Meta) y se inicia recorrido y análisis de la estructura existente que se compone de una primera etapa de una torre de parqueaderos que en el momento de la visita se encuentra en servicio para los habitantes del conjunto residencial y podemos observar que se encuentra construido el sótano mediante un sistema estructural aporticado compuesto por columnas rectangulares de 0.6x0.3m y vigas de amarre de 0.4x0.3m. y placa de entrepiso de 0.25 m de espesor.

Se puede denotar que por ocasión del intemperismo y las condiciones Hidroclimaticas del sector donde se ubica la estructura, la placa de contrapiso se encuentra totalmente llena de moho y Musgo, igualmente en la parte de inferior de esta se aprecian fisuras en diferentes sitios de esta con presencia de eflorescencias y el acero de refuerzo que se encuentra expuesto presenta oxidación y musgo en la parte inferior. Así las cosas, a continuación, se presentan las fichas de levantamiento de daños que se realizaron en visita técnica a la obra


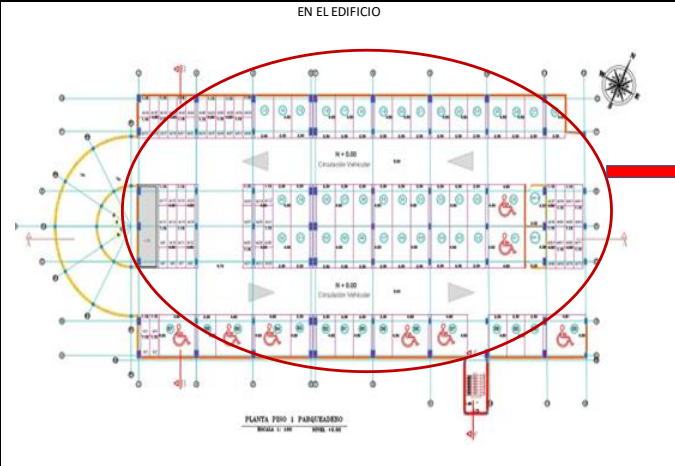
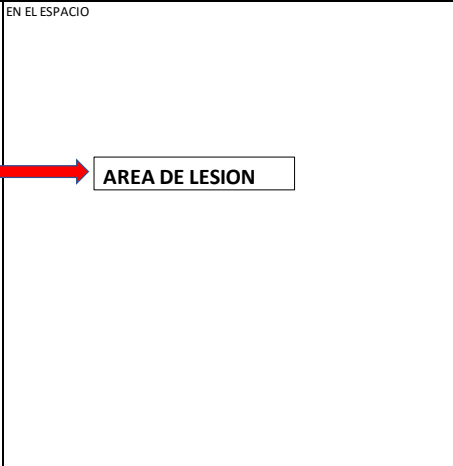
#### **✓ Localización y levantamiento de daños**

A continuación, se presenta las fichas de levantamiento de daños con su correspondiente localización, en donde se analiza la ubicación espacial de la lesión dentro del proyecto.


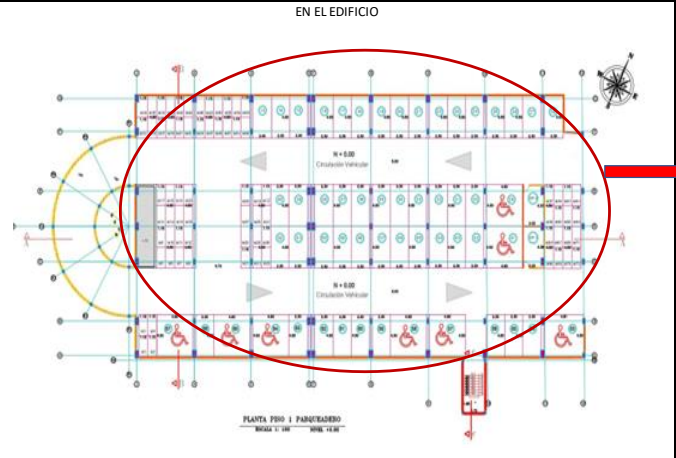

Figura 26. Clasificación y Tipificación De Las Lesiones

CLASIFICACION Y TIPIFICACION DE LAS LESIONES					
REALIZA EL ESTUDIO:	SIRLEY HERNANDEZ VEGA Y JHON ALEXANDER SALAS	REGIONAL			
INFORMACION DEL PACIENTE			INFORMACION ESPECIFICA DE LA LESION		
NOMBRE	Torre Parquadero conjunto PALOS VERDES	NOMBRE LESION	SUCIEDAD		
LOCALIZACION	Municipio de Restrepo	REFERENCIA	1A		
FECHA DE CONSTRUCCION	2019	PH DEL SUELO	GRADO		
SISTEMA CONSTRUCTIVO	APORTICADO	TEMPERATURA	24c	MODERADO	
TECNICA CONSTRUCTIVA	CONCRETO DE OBRA	HUMEDAD RELATIVA	85%	SEVERO	XXXXXXXX
INTERVENCIONES PREVIAS	NINGUNA	PLUVIOSIDAD	2800 MM	LEVE	
APLICACIÓN PATOLOGIA		TIPO DE AMBIENTE	VEL. VIENTO		
PEDIATRICA		CLASIFICACION DE LA LESION			
GERIATRICA		DIRECTA	PRIMARIA	SECUNDARIA	INDIRECTA
FORENSE		MECANICA	XXXXXXXX		PROYECTO
PREVENTIVA	XXXXXXXX	FISICA			EJECUCION
		QUIMICA			MATERIAL
		LESIONES PREVIAS			MANTENIMIENTO
GRIETAS Y FISURAS					
REGISTRO FOTOGRAFICO	DESCRIPCION DEL ELEMENTO				
 <p>El teléfono 111</p>	LOCALIZACION		CONSTRUCCION		
	NIVEL		APOYOS:		
	EJE				
	VERTICAL		SIMPLE		
	HORIZONTAL		SEMIEMPOTRADO		
	PERIMETRAL		EMPOTRADO		
	CENTRAL		ARTICULADO		
	ESQUINERO		BIARTICULADO		
	FUNCION:		ARMADURA		
	COLUMNA		TRACCION		
	VIGA		COMPRESION		
	VOLADIZO		CORTANTE		
	MURO		REPARTICION		
	PLACA		TORSION		
	DINTEL		OTRAS		
OTRO		DIAMETRO			
DIMENSIONES		LONGITUD			
LONGITUD		LISA			
ANCHO		CORRUGADA			
ALTURA					
RECUBRIMIENTOS					
DESCRIPCION DE LA FISURA	<input type="text"/>	MOVILIDAD	<input type="text"/>	POSICION	<input type="text"/> ARRIBA DE LINEA NEUTRA <input type="text"/>
PROFUNDIDAD	<input type="text"/>	ESTACIONARIA	<input type="text"/>	TERCIO IZQUIERDO	<input type="text"/> DEBAJO DE LINEA NEUTRA <input type="text"/>
ATRAVESANTE	<input type="text"/>	EN PROGRESO	<input type="text"/>	TERCIO CENTRAL	<input type="text"/> COINCIDENTE CON LN <input type="text"/>
SUPERFICIAL	<input type="text"/>	EN REPROCESO	<input type="text"/>	TERCIO DERECHO	<input type="text"/> CARA SUPERIOR <input type="text"/>
FORMA				TERCIO MEDIO	<input type="text"/> CARA INFERIOR <input type="text"/>
RECTA	<input type="text"/>	RAMIFICADA	<input type="text"/>	TERCIO SUPERIOR	<input type="text"/> CARA ANTERIOR <input type="text"/>
CURVA	<input type="text"/>	UNICA	<input type="text"/>	TERCIO INFERIOR	<input type="text"/> CARA POSTERIOR <input type="text"/>
COMBINADA	<input type="text"/>			OBSERVACIONES:	
DIRECCION RESPECTO A LA LINEA					
NEUTRA		DIMENSIONES			
PARALELA		LONGITUD	<input type="text"/>		
PERPENDICULAR		ANCHO	<input type="text"/>		
INCLINADA SIMETRICA		PROFUNDIDAD	<input type="text"/>		
INCLINADA ASIMETRICA					
LOCALIZACION DE LA LESION					
EN EL EDIFICIO			EN EL ESPACIO		
 <p>PLANTA F010   PARQUEADERO MAGA 1:100</p>			 <p><b>AREA DE LESION</b></p>		


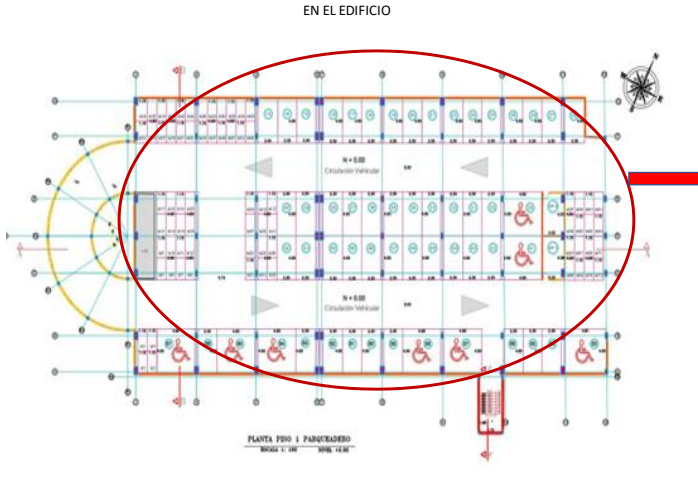
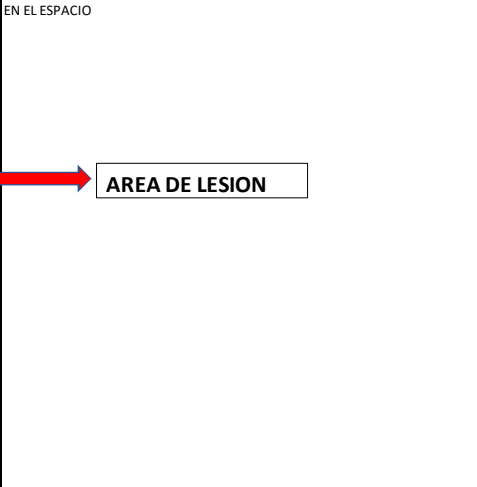
Fuente : propia

CLASIFICACION Y TIPIFICACION DE LAS LESIONES								
REALIZA EL ESTUDIO:	SIRLEY HERNANDEZ VEGA Y JHON ALEXANDER SALAS		REGIONAL					
INFORMACION DEL PACIENTE			INFORMACION ESPECIFICA DE LA LESION					
NOMBRE	Torre Parqueadero conjunto PALOS VERDES		NOMBRE LESION	EFLORESCENCIA				
LOCALIZACION	Municipio de Restrepo		REFERENCIA	1A				
FECHA DE CONSTRUCCION	2019		PH DEL SUELO	GRADO				
SISTEMA CONSTRUCTIVO	APORTICADO		TEMPERATURA	24c	MODERADO			
TECNICA CONSTRUCTIVA	CONCRETO DE OBRA		HUMEDAD RELATIVA	85%	SEVERO	XXXXXXXX		
INTERVENCIONES PREVIAS	NINGUNA		PLUVIOSIDAD	2800 MM	LEVE			
APLICACION PATOLOGIA			TIPO DE AMBIENTE	VEL. VIENTO				
PEDIATRICA			CLASIFICACION DE LA LESION					
GERIATRICA			DIRECTA	PRIMARIA	SECUNDARIA	INDIRECTA		
FORENSE			MECANICA	XXXXXXXX	PROYECTO			
PREVENTIVA	XXXXXXXX		FISICA	EJECUCION				
			QUIMICA	MATERIAL				
			LESIONES PREVIAS	MANTENIMIENTO				
			GRIETAS Y FISURAS					
REGISTRO FOTOGRAFICO		DESCRIPCION DEL ELEMENTO						
		LOCALIZACION		CONSTRUCCION				
		NIVEL		APOYOS:				
		EJE						
		VERTICAL			SIMPLE			
		HORIZONTAL			SEMIEMPOTRADO			
		PERIMETRAL			EMPOTRADO			
		CENTRAL			ARTICULADO			
		ESQUINERO			BIARTICULADO			
		FUNCION:			ARMADURA			
		COLUMNA			TRACCION			
		VIGA			COMPRESION			
		VOLADIZO			CORTANTE			
		MURO			REPARTICION			
		PLACA			TORSION			
		DINTEL			OTRAS			
OTRO			DIAMETRO					
DIMENSIONES			LONGITUD					
LONGITUD			LISA					
ANCHO			CORRUGADA					
ALTURA								
RECUBRIMIENTOS								
DESCRIPCION DE LA FISURA	<input type="text"/>	MOVILIDAD	<input type="text"/>	POSICION	<input type="text"/>	ARRIBA DE LINEA NEUTRA	<input type="text"/>	
PROFUNDIDAD	<input type="text"/>	ESTACIONARIA	<input type="text"/>	TERCIO IZQUIERDO	<input type="text"/>	DEBAJO DE LINEA NEUTRA	<input type="text"/>	
ATRAVESANTE	<input type="text"/>	EN PROGRESO	<input type="text"/>	TERCIO CENTRAL	<input type="text"/>	COINCIDENTE CON LN	<input type="text"/>	
SUPERFICIAL	<input type="text"/>	EN REPROCESO	<input type="text"/>	TERCIO DERECHO	<input type="text"/>	CARA SUPERIOR	<input type="text"/>	
FORMA				TERCIO MEDIO	<input type="text"/>	CARA INFERIOR	<input type="text"/>	
RECTA	<input type="text"/>	RAMIFICADA	<input type="text"/>	TERCIO SUPERIOR	<input type="text"/>	CARA ANTERIOR	<input type="text"/>	
CURVA	<input type="text"/>	UNICA	<input type="text"/>	TERCIO INFERIOR	<input type="text"/>	CARA POSTERIOR	<input type="text"/>	
COMBINADA	<input type="text"/>			OBSERVACIONES:				
DIRECCION RESPECTO A LA LINEA								
NEUTRA		DIMENSIONES						
PARALELA		LONGITUD	<input type="text"/>					
PERPENDICULAR		ANCHO	<input type="text"/>					
INCLINADA SIMETRICA		PROFUNDIDAD	<input type="text"/>					
INCLINADA ASIMETRICA								
LOCALIZACION DE LA LESION								
EN EL EDIFICIO				EN EL ESPACIO				
								


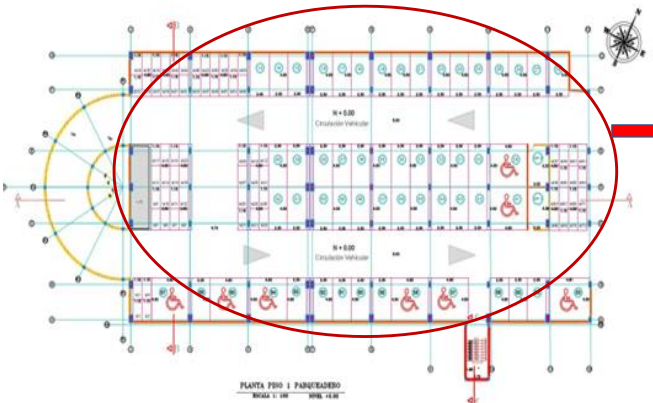
Fuente : propia

CLASIFICACION Y TIPIFICACION DE LAS LESIONES								
REALIZA EL ESTUDIO:	SIRLEY HERNANDEZ VEGA Y JHON ALEXANDER SALAS		REGIONAL					
INFORMACION DEL PACIENTE			INFORMACION ESPECIFICA DE LA LESION					
NOMBRE	Torre Parqueadero conjunto PALOS VERDES		NOMBRE LESION	MUSGO				
LOCALIZACION	Municipio de Restrepo		REFERENCIA	1A				
FECHA DE CONSTRUCCION	2019		PH DEL SUELO	GRADO				
SISTEMA CONSTRUCTIVO	APORTICADO		TEMPERATURA	24c	MODERADO			
TECNICA CONSTRUCTIVA	CONCRETO DE OBRA		HUMEDAD RELATIVA	85%	SEVERO	XXXXXXXX		
INTERVENCIONES PREVIAS	NINGUNA		PLUVIOSIDAD	2800 MM	LEVE			
APLICACION PATOLOGIA			TIPO DE AMBIENTE	VEL. VIENTO				
PEDIATRICA			CLASIFICACION DE LA LESION					
GERIATRICA			DIRECTA	PRIMARIA	SECUNDARIA	INDIRECTA		
FORENSE			MECANICA	XXXXXXXX	PROYECTO			
PREVENTIVA	XXXXXXXX		FISICA				EJECUCION	
			QUIMICA				MATERIAL	
			LESIONES PREVIAS				MANTENIMIENTO	
			GRIETAS Y FISURAS					
REGISTRO FOTOGRAFICO		DESCRIPCION DEL ELEMENTO						
		LOCALIZACION			CONSTRUCCION			
		NIVEL			APOYOS:			
		EJE						
		VERTICAL				SIMPLE		
		HORIZONTAL				SEMIEMPOTRADO		
		PERIMETRAL				EMPOTRADO		
		CENTRAL				ARTICULADO		
		ESQUINERO				BIARTICULADO		
		FUNCION:				ARMADURA		
		COLUMNNA				TRACCION		
		VIGA				COMPRESION		
		VOLADIZO				CORTANTE		
		MURO				REPARTICION		
		PLACA				TORSION		
		DINTEL				OTRAS		
OTRO				DIAMETRO				
DIMENSIONES				LONGITUD				
LONGITUD				LISA				
ANCHO				CORRUGADA				
ALTURA								
RECUBRIMIENTOS								
DESCRIPCION DE LA FISURA	<input type="text"/>	MOVILIDAD	<input type="text"/>	POSICION	<input type="text"/>	ARRIBA DE LINEA NEUTRA	<input type="text"/>	
PROFUNDIDAD	<input type="text"/>	ESTACIONARIA	<input type="text"/>	TERCIO IZQUIERDO	<input type="text"/>	DEBAJO DE LINEA NEUTRA	<input type="text"/>	
ATRAVESANTE	<input type="text"/>	EN PROGRESO	<input type="text"/>	TERCIO CENTRAL	<input type="text"/>	COINCIDENTE CON LN	<input type="text"/>	
SUPERFICIAL	<input type="text"/>	EN REPROCESO	<input type="text"/>	TERCIO DERECHO	<input type="text"/>	CARA SUPERIOR	<input type="text"/>	
FORMA				TERCIO MEDIO	<input type="text"/>	CARA INFERIOR	<input type="text"/>	
RECTA	<input type="text"/>	RAMIFICADA	<input type="text"/>	TERCIO SUPERIOR	<input type="text"/>	CARA ANTERIOR	<input type="text"/>	
CURVA	<input type="text"/>	UNICA	<input type="text"/>	TERCIO INFERIOR	<input type="text"/>	CARA POSTERIOR	<input type="text"/>	
COMBINADA	<input type="text"/>			OBSERVACIONES:				
DIRECCION RESPECTO A LA LINEA								
NEUTRA		DIMENSIONES						
PARALELA		LONGITUD	<input type="text"/>					
PERPENDICULAR		ANCHO	<input type="text"/>					
INCLINADA SIMETRICA		PROFUNDIDAD	<input type="text"/>					
INCLINADA ASIMETRICA								
LOCALIZACION DE LA LESION								
EN EL EDIFICIO				EN EL ESPACIO				
								
				AREA DE LESION				

Fuente : propia

CLASIFICACION Y TIPIFICACION DE LAS LESIONES					
REALIZA EL ESTUDIO:	SIRLEY HERNANDEZ VEGA Y JHON ALEXANDER SALAS		REGIONAL		
INFORMACION DEL PACIENTE			INFORMACION ESPECIFICA DE LA LESION		
NOMBRE	Torre Parqueadero conjunto PALOS VERDES		NOMBRE LESION	FISURAS	
LOCALIZACION	Municipio de Restrepo		REFERENCIA	1A	
FECHA DE CONSTRUCCION	2019		PH DEL SUELO	GRADO	
SISTEMA CONSTRUCTIVO	APORTICADO		TEMPERATURA	24c	MODERADO
TECNICA CONSTRUCTIVA	CONCRETO DE OBRA		HUMEDAD RELATIVA	85%	SEVERO
INTERVENCIONES PREVIAS	NINGUNA		PLUVIOSIDAD	2800 MM	LEVE
APLICACIÓN PATOLOGIA			TIPO DE AMBIENTE	VEL. VIENTO	
PEDIATRICA			CLASIFICACION DE LA LESION		
GERIATRICA			DIRECTA	PRIMARIA	SECUNDARIA
FORENSE			MECANICA	XXXXXXX	INDIRECTA
PREVENTIVA	XXXXXXX		FISICA		PROYECTO
			QUIMICA		EJECUCION
			LESIONES PREVIAS		MATERIAL
			MANTENIMIENTO		
GRIETAS Y FISURAS					
REGISTRO FOTOGRAFICO			DESCRIPCION DEL ELEMENTO		
	LOCALIZACION		CONSTRUCCION		
	NIVEL				
	EJE			APOYOS:	
	VERTICAL			SIMPLE	
	HORIZONTAL			SEMIEMPOTRADO	
	PERIMETRAL			EMPOTRADO	
	CENTRAL			ARTICULADO	
	ESQUINERO			BIARTICULADO	
	FUNCION:			ARMADURA	
	COLUMNA			TRACCION	
	VIGA			COMPRESION	
	VOLADIZO			CORTANTE	
	MURO			REPARTICION	
	PLACA			TORSION	
	DINTEL			OTRAS	
OTRO			DIAMETRO		
DIMENSIONES			LONGITUD		
LONGITUD			LISA		
ANCHO			CORRUGADA		
ALTURA					
RECUBRIMIENTOS					
DESCRIPCION DE LA FISURA	<input type="text"/>	MOVILIDAD	<input type="text"/>	POSICION	<input type="text"/>
PROFUNDIDAD	<input type="text"/>	ESTACIONARIA	<input type="text"/>	TERCIO IZQUIERDO	<input type="text"/>
ATRAVESANTE	<input type="text"/>	EN PROGRESO	<input type="text"/>	TERCIO CENTRAL	<input type="text"/>
SUPERFICIAL	<input type="text"/>	EN REPROCESO	<input type="text"/>	TERCIO DERECHO	<input type="text"/>
FORMA				TERCIO MEDIO	<input type="text"/>
RECTA	<input type="text"/>	RAMIFICADA	<input type="text"/>	TERCIO SUPERIOR	<input type="text"/>
CURVA	<input type="text"/>	UNICA	<input type="text"/>	TERCIO INFERIOR	<input type="text"/>
COMBINADA	<input type="text"/>			OBSERVACIONES:	
DIRECCION RESPECTO A LA LINEA					
NEUTRA		DIMENSIONES			
PARALELA		LONGITUD	<input type="text"/>		
PERPENDICULAR		ANCHO	<input type="text"/>		
INCLINADA SIMETRICA		PROFUNDIDAD	<input type="text"/>		
INCLINADA ASIMETRICA					
LOCALIZACION DE LA LESION					
EN EL EDIFICIO			EN EL ESPACIO		
					

Fuente : propia

CLASIFICACION Y TIPIFICACION DE LAS LESIONES						
REALIZA EL ESTUDIO:	SIRLEY HERNANDEZ VEGA Y JHON ALEXANDER SALAS		REGIONAL			
INFORMACION DEL PACIENTE			INFORMACION ESPECIFICA DE LA LESION			
NOMBRE	Torre Parqueadero conjunto PALOS VERDES		NOMBRE LESION	OXIDACION		
LOCALIZACION	Municipio de Restrepo		REFERENCIA	1A		
FECHA DE CONSTRUCCION	2019		PH DEL SUELO	GRADO		
SISTEMA CONSTRUCTIVO	APORTICADO		TEMPERATURA	24c	MODERADO	
TECNICA CONSTRUCTIVA	CONCRETO DE OBRA		HUMEDAD RELATIVA	85%	SEVERO	
INTERVENCIONES PREVIAS	NINGUNA		PLUVIOSIDAD	2800 MM	LEVE	
APLICACION PATOLOGIA			TIPO DE AMBIENTE	VEL. VIENTO		
PEDIATRICA	CLASIFICACION DE LA LESION					
GERIATRICA			DIRECTA	PRIMARIA	INDIRECTA	
FORENSE			MECANICA	XXXXXXX	PROYECTO	
PREVENTIVA	XXXXXXX		FISICA		EJECUCION	
			QUIMICA		MATERIAL	
			LESIONES PREVIAS		MANTENIMIENTO	
GRIETAS Y FISURAS						
REGISTRO FOTOGRAFICO		DESCRIPCION DEL ELEMENTO				
		LOCALIZACION		CONSTRUCCION		
		NIVEL				
		EJE	APOYOS:			
		VERTICAL	SIMPLE			
		HORIZONTAL	SEMIEMPOTRADO			
		PERIMETRAL	EMPOTRADO			
		CENTRAL	ARTICULADO			
		ESQUINERO	BIARTICULADO			
		FUNCION:	ARMADURA			
		COLUMNA	TRACCION			
		VIGA	COMPRESION			
		VOLADIZO	CORTANTE			
		MURO	REPARTICION			
		PLACA	TORSION			
		DINTEL	OTRAS			
OTRO	DIAMETRO					
DIMENSIONES		LONGITUD				
LONGITUD		LISA				
ANCHO		CORRUGADA				
ALTURA						
RECUBRIMIENTOS						
DESCRIPCION DE LA FISURA	<input type="text"/>	MOVILIDAD	<input type="text"/>	POSICION	<input type="text"/> ARRIBA DE LINEA NEUTRA <input type="text"/>	
PROFUNDIDAD	<input type="text"/>	ESTACIONARIA	<input type="text"/>	TERCIO IZQUIERDO	<input type="text"/> DEBAJO DE LINEA NEUTRA <input type="text"/>	
ATRAVESANTE	<input type="text"/>	EN PROGRESO	<input type="text"/>	TERCIO CENTRAL	<input type="text"/> COINCIDENTE CON LN <input type="text"/>	
SUPERFICIAL	<input type="text"/>	EN REPROCESO	<input type="text"/>	TERCIO DERECHO	<input type="text"/> CARA SUPERIOR <input type="text"/>	
FORMA	<input type="text"/>			TERCIO MEDIO	<input type="text"/> CARA INFERIOR <input type="text"/>	
RECTA	<input type="text"/>	RAMIFICADA	<input type="text"/>	TERCIO SUPERIOR	<input type="text"/> CARA ANTERIOR <input type="text"/>	
CURVA	<input type="text"/>	UNICA	<input type="text"/>	TERCIO INFERIOR	<input type="text"/> CARA POSTERIOR <input type="text"/>	
COMBINADA	<input type="text"/>			OBSERVACIONES:		
DIRECCION RESPECTO A LA LINEA	<input type="text"/>					
NEUTRA	<input type="text"/>	DIMENSIONES	<input type="text"/>			
PARALELA	<input type="text"/>	LONGITUD	<input type="text"/>			
PERPENDICULAR	<input type="text"/>	ANCHO	<input type="text"/>			
INCLINADA SIMETRICA	<input type="text"/>	PROFUNDIDAD	<input type="text"/>			
INCLINADA ASIMETRICA	<input type="text"/>					
LOCALIZACION DE LA LESION						
EN EL EDIFICIO			EN EL ESPACIO			
			<p style="text-align: center;"><b>AREA DE LESION</b></p>			

Fuente : propia

### 8.3.7 Descripción de la patología más relevante en el paciente

Conforme a la inspección y levantamiento de las lesiones encontradas en el paciente podemos concluir que la patología más relevante en la obra analizada es **Eflorescencia**: que es generada principalmente en el proceso de evaporación y circulación del agua desde el interior del material hasta el exterior, arrastrando sales y dejándolas depositadas en la superficie.

**Figura 27.** Humedad y Eflorescencia



Fuente: propia

### 8.3.8 Clasificación y origen de la(s) patología(s)

**Suciedad en la parte superior de la placa entrepiso:** se origina por efecto de la ubicación de partículas contaminantes en la superficie o en el interior de sus poros superficiales, por la alta humedad y precipitaciones que se presenta en el municipio de restrepo, ya que el sector es bastante húmedo.

**Figura 28.** Estado de la placa de entrepiso de la Torre de parqueaderos



Fuente: propia

**Eflorescencia:** Se generan principalmente en el proceso de evaporación y circulación del agua desde el interior del material hasta el exterior, arrastrando sales y dejándolas depositadas en la superficie.

**Figura 29.** Humedad y Eflorescencia



Fuente: propia

**Musgo en acero de refuerzo:** Musgos: se forman bajo condicionantes particulares como temperatura y luz, destruyen el material sobre el cual se asientan, llegando a penetrar hasta una profundidad de un centímetro. Aunque no es común que se adecuen en este tipo de material por las condiciones hidroclimáticas y de humedad del sector ayudan a la generación de este tipo de lesión

**Figura 30.** Presencia de Musgo en acero de refuerzo



Fuente: propia

**Fisuras inferiores de la placa de entepiso:** Son generadas por esfuerzos mecánicos que resultan de imprevisto o que superan los que se habían calculado, sobrepasando la capacidad portante del material o del elemento constructivo en general. Aunque en nuestro paciente puede haber sido ocasionado por efecto de retracción y fraguado del concreto o por falta de vibración en la etapa constructiva del concreto

**Oxidación en acero de refuerzo:** Es un proceso por el cual la superficie un metal reacciona con el oxígeno del aire que tiene a su alrededor y se transforma en óxido.

**Figura 31.** Fisuras con presencia de eflorescencia



Fuente: propia

**Figura 32.** Oxidación en el acero de refuerzo



Fuente propia

### **8.3.9 Datos generales del entorno**

- ✓ Edificaciones u obras vecinas: torres de Samán en el frente, hacia el norte con el puente y autopista Villavicencio- Restrepo, a 35m hacia el sur ronda del caño, hacia el sur colinda con el matadero
- ✓ Medio ambiente
- ✓ Temperatura: 24” C
- ✓ Precipitaciones: 2.800 mm año
- ✓ Nivel freático y escorrentías: profundidad del nivel freático a 6 mtrs

### **8.3.10 Arquitectura**

- ✓ Estilo arquitectónico: 12 ejes, 2 pisos.
- ✓ Contexto histórico, (social, económico, geográfico, ideológico político y jurídico)
- ✓ Monumento de conservación: NO APLICA
- ✓ Materiales, sistema constructivo, proceso constructivo (técnico y tecnológico): Sistema aporticado con placa aligerada con formaleta, concreto de zapatas, columnas, vigas es de 3000 PSI y el concreto de la placa es de 3500 PSI.

### **8.3.11 Estructura**

Se hace Visita al Edificio de parqueadero del proyecto PALOS VERDES que se encuentra ubicado en el municipio de Restrepo (Meta) y se inicia recorrido y análisis de la estructura existente en la construcción de la primera etapa que corresponde a una torre de parqueaderos, en el momento de la visita se encuentra en servicio para los habitantes del conjunto residencial y podemos observar que se encuentra construido el sótano mediante un sistema estructural aporticado compuesto por columnas rectangulares de 0.6x0.3m, vigas de amarre de 0.4x0.3m. y placa de entrepiso de 0.25 m de espesor. La cimentación esta compuesta por zapatas de 1.50mx 150m profundidad a 1.0m, la altura de diseño total incluida hasta la cubierta es de 8.42m, 2.70m altura por piso de parqueaderos, se van a construir 3 pisos, total área a construir 5620m<sup>2</sup>, cada piso cuenta con área de 1873 m<sup>2</sup> (66.9m de largo y ancho 28m). Los diámetros de aceros utilizados en la construcción fueron n° 3,

4, 7 y 8 total del acero 23477 kg utilizado para el primer piso zapatas, columnas y vigas y para la paca de entrepiso 7822 kg.

Por diseño y construcción de acuerdo con la NSR10 (A. 10.2.2.1) la calidad es **BUENA** pues la técnica utilizada para la construcción como es el sistema aporticado con placa aligerada con formaleta que consiste en un sistema que basa su estructura en pórticos que forman un conjunto esquelético de vigas y columnas conectadas rígidamente por medio de nudos. En donde los vanos entre las columnas y las vigas son complementados por mampostería se tuvo en cuenta el potencial de buen comportamiento de la edificación debido a distribución regular de la masa o la rigidez, presencia de diafragmas, anclajes, amarres y otros elementos necesarios para garantizar su buen comportamiento de ella ante las distintas solicitaciones.

Los pórticos están contruidos en concreto reforzado, estos conforman el esqueleto de la estructura, siendo capaces de soportar distintas cargas de compresión, flexión y cortante, cargas verticales y fuerzas horizontales mediante la unión de todos los elementos estructurales. A futuro se pueden realizar con mucha facilidad modificaciones internamente a la estructura ya que los elementos estructurales lo permiten al funcionar como un esqueleto, Mayor facilidad arquitectónica, desde que se cuente con un diseño riguroso este se presta para realizar estructuras fuera de lo convencional. Los desplazamientos en caso de sismos son mucho más pronunciados lo que genera más daños internos en elementos no estructurales.

El sistema aporticado tiene la ventaja de:

1. Al permitir ejecutar todas las modificaciones que se quieran al interior del edificio de parqueaderos, ya que, en los muros, al no soportar peso, tienen la posibilidad de moverse.

2. El proceso de construcción es relativamente simple y del que se tiene mucha experiencia.
3. El sistema aporticado posee la versatilidad que se logra en los espacios y que implica el uso del ladrillo.
4. El sistema aporticado por la utilización de muros de ladrillo y éstos ser huecos y tener una especie de cámara de aire, el calor que transmiten al interior de los parqueaderos es muy poco.

### **8.3.12 Suelos y Cimentaciones**

Dentro de la información recopilada obtuvimos el estudio de suelos realizado para el proyecto, la empresa Ingeollanos SAS quien entregó el documento estudio geotécnico para la construcción del club residencial Palos Verdes en el municipio de Restrepo Meta dentro del cual encontramos los siguientes datos:

“De acuerdo con la propuesta urbanística del proyecto, el primer nivel (el cual tiene 2.60m) estará por debajo de la cota actual del terreno. Por esta razón se provee que el parqueadero se cimentara sobre el estrato de suelo granular o conglomerado,” el cual fue caracterizado en el estudio de suelos así:

- ✓ ESTRATO N°2 (2.40m a 25.0m) : conglomerado de gravas y arenas de pocos finos -GP
  - ✓  $C = 0.0 \text{ ton/m}^2$
  - ✓  $\phi = 26^\circ$
  - ✓  $\rho = 1.874 \text{ ton/m}^3$
  - ✓ nivel freático = 3.90m
  - ✓ tipo de cimentación: zapatas cuadradas con una dimensión de 1.20m x 1.20m profundidad de cimentación a 1.0m
  - ✓ capacidad portante máxima admisible por el terreno = 16.29 ton/m<sup>2</sup>
  - ✓ máxima carga a soportar por zapata de 1.20mx1.20m = 23.4 ton
- $k_a = 0.39$   
 $k_p = 2.56$   
 asentamiento = 7.22mm
- ✓ Tipo de cimentación realizada: cimentación superficial con zapatas cuadradas de 1.20mx1.20m

## 8.4 Diagnóstico

De acuerdo a nuestro análisis y recopilación de información en las instalaciones de la Torre de parqueaderos podemos distinguir que se presentan Lesiones Físicas, Mecánicas y Químicas es así que a continuación describimos cada una de las lesiones definiendo su diagnóstico.

### 8.4.1 Lesiones

- ✓ **Lesión física:** dentro de las lesiones Físicas que se presentan en el paciente encontramos;

**Humedades:** se presentan en algunas zonas de la placa entrepiso y se puede catalogar como primaria y secundaria en razón a que por la filtración de la parte superior de la placa y por las fisuras presentes se hace presente y esta puede ser ocasionada por la relación de vacíos en el concreto y las posibles fisuras.

- ✓ **Lesión mecánica:** dentro de las lesiones Mecánica que se presentan en el paciente encontramos

**Fisuras:** esta lesión se presenta en un 3% del área total de la placa y puede ser ocasionada por la falta de vibración del concreto, retracción y fraguado, corrosión del acero o practicas constructivas inadecuadas, esta lesión es catalogada como primaria

- ✓ **Lesión química:** dentro de las lesiones Química que se presentan en el paciente encontramos

**Musgo presente en Acero de Refuerzo:** ante el exceso de humedad y agentes bioclimáticos se presenta con algo de extrañeza la presencia de musgo en el acero de refuerzo del arranque de las columnas del primer nivel de la torre de parqueaderos, esta lesión se puede catalogar como secundaria, ya que esta aparece posterior al proceso de oxidación.

**Oxidación de acero de refuerzo:** se presenta oxidación del acero de refuerzo de las columnas del primer piso, ya que llevan varios años expuestas al medio ambiente y por acción del aire e intemperismo se producen este efecto químico, esta lesión es primaria.

**Eflorescencia:** conforme a la presentación de fisuras en la parte inferior de la placa de entrepiso se observa en gran porcentaje de estas fisuras la lesión de eflorescencia ocasionada por efectos

químicos derivados del Cemento y la reacción con el agua que se infiltra con ocasión de la humedad, esta lesión se cataloga como secundaria.

#### 8.4.2 Ensayos destructivos y no destructivos

##### ✓ Ensayos no destructivos

**Humedad y temperatura:** se tomó la temperatura y humedad del ambiente en el proceso de inspección visual del paciente:

**Figura 33.** Temperatura 81F y humedad ambiente 85%



Fuente: Autor

**Medición de fisuras:** Se realizó la medición a las fisuras, encontrando que la longitud promedio es de 1.25 m y un ancho de 1.1mm

**Toma de lectura de ferroskan:** para determinar la ubicación, espaciamiento, diámetro y recubrimiento del concreto en el acero de refuerzo instalado en la placa se realiza toma de imágenes con Ferroskan, este ensayo es muy importante porque nos ayuda a referenciar el espaciamiento de los aceros de refuerzo y así poder realizar la toma de núcleos de concreto sin afectar el acero, igualmente se determina el recubrimiento del concreto respecto al acero, muy importante porque sin garantizar los recubrimientos mínimos se puede ocasionar fisuras

**Figura 34.** Toma de imagen con Ferroskan Hilti pc200



Fuente: Autor

**Ensayos destructivos:** estos ensayos corresponden a actividades invasivas en la estructura y se toman muestras de estos.

**Extracción de núcleos de concreto:** se realiza toma de núcleos cilindros de concreto a la placa de entpiso, con lo anterior se determina la resistencia a la compresión y se realiza el ensayo de carbonatación.

**Figura 35.** Toma de imagen con Ferroskan Hilti pc200

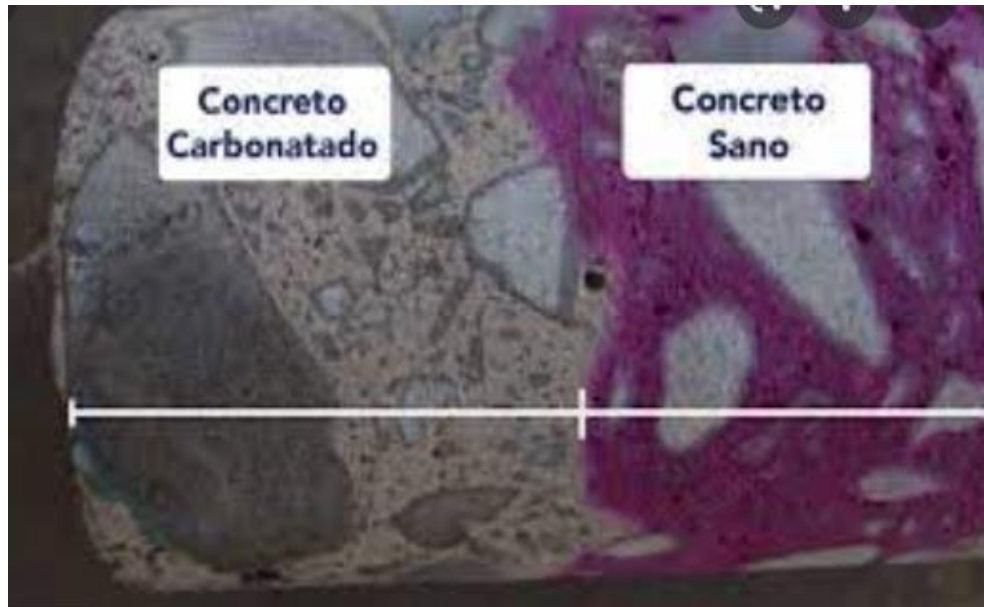


Fuente: propia

***Ensayo de carbonatación:*** Es la pérdida de pH que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido de calcio (con alto pH) a carbonato de calcio, el cual tiene un pH más neutral.

Cuando la carbonatación empieza a experimentar la profundidad del refuerzo, la capa de óxido protectora y pasivadora deja de ser estable. A este nivel de pH (por debajo de 9), es posible que empiece la corrosión, dando como resultado un agrietamiento y fisuramiento del concreto.

**Figura 36.** Representación ensayo carbonatación



Fuente: autor

## 9. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica

Los movimientos sísmicos por sus características físicas pueden facilitar la generación de fenómenos de remoción en masa, dado que la ocurrencia de este genera esfuerzos cortantes tres veces mayores a lo que soporta el suelo en el momento. Esto acompañado de un sismo, le sumamos el nivel freático por encima de lo normal, es muy probable que el suelo va a perder en su totalidad sus características cohesivas, lo que permitirá el flujo continuo de materiales y la generación de nuevos fenómenos que le van a agregar a la zona un alto grado de complejidad. En este momento el movimiento del suelo, es susceptible a reactivarse, en el caso de ocurrir un movimiento telúrico de cualquier magnitud, y en aquellas zonas donde la susceptibilidad es mayor puede llegar a generarse nuevos fenómenos de remoción en masa.

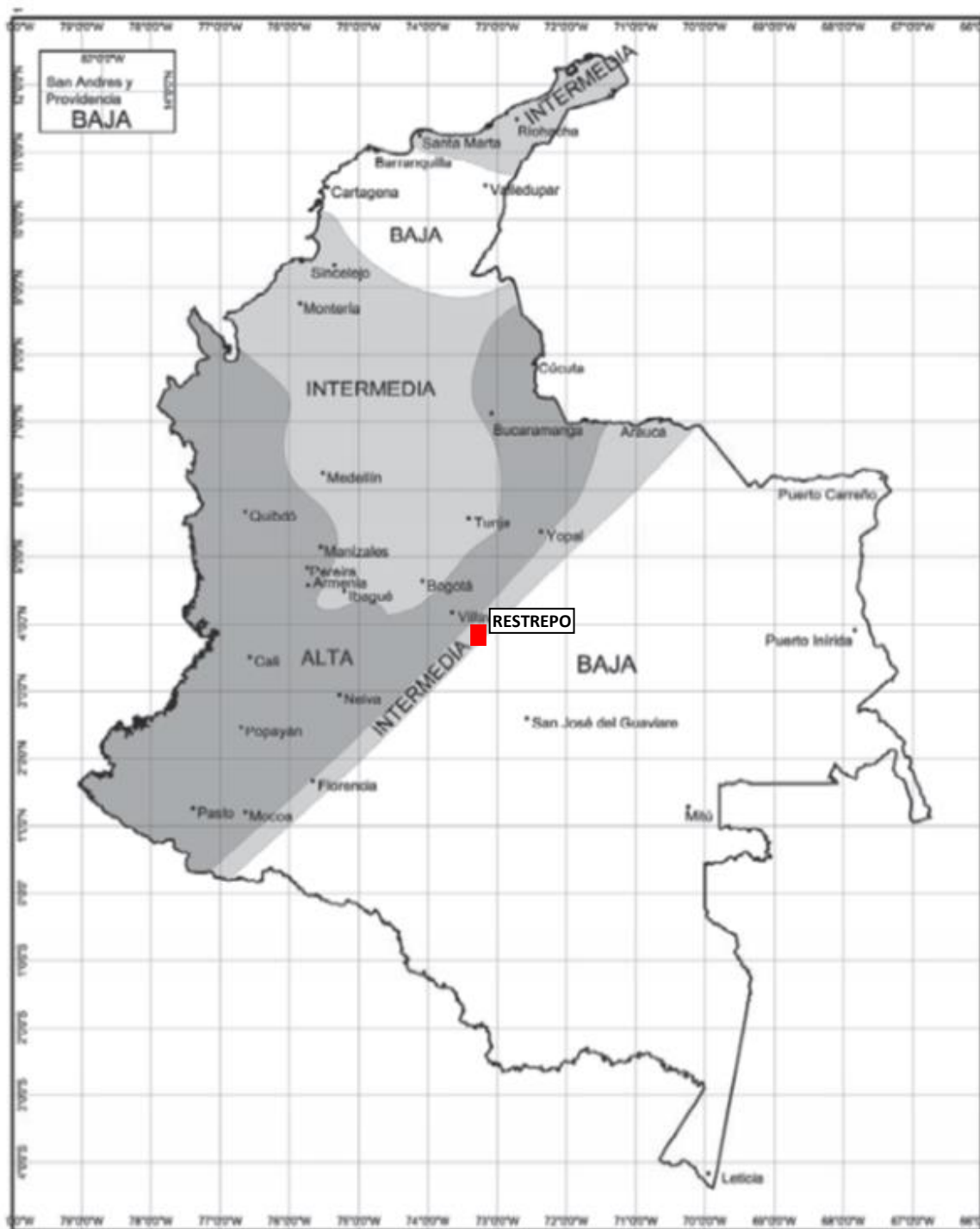
La ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA SÍSMICA COLOMBIANA realizó en el país una clasificación de zonas de amenazas sísmicas, en donde los valores de aceleración pico efectiva ( $A_a$ ) y velocidad pico efectiva ( $A_v$ ) establecen que el municipio de RESTREPO se encuentra en una zona de amenaza ALTA.

En el siguiente apartado se determinan los rangos que permiten establecer el grado de amenaza de acuerdo a los parámetros expuestos:

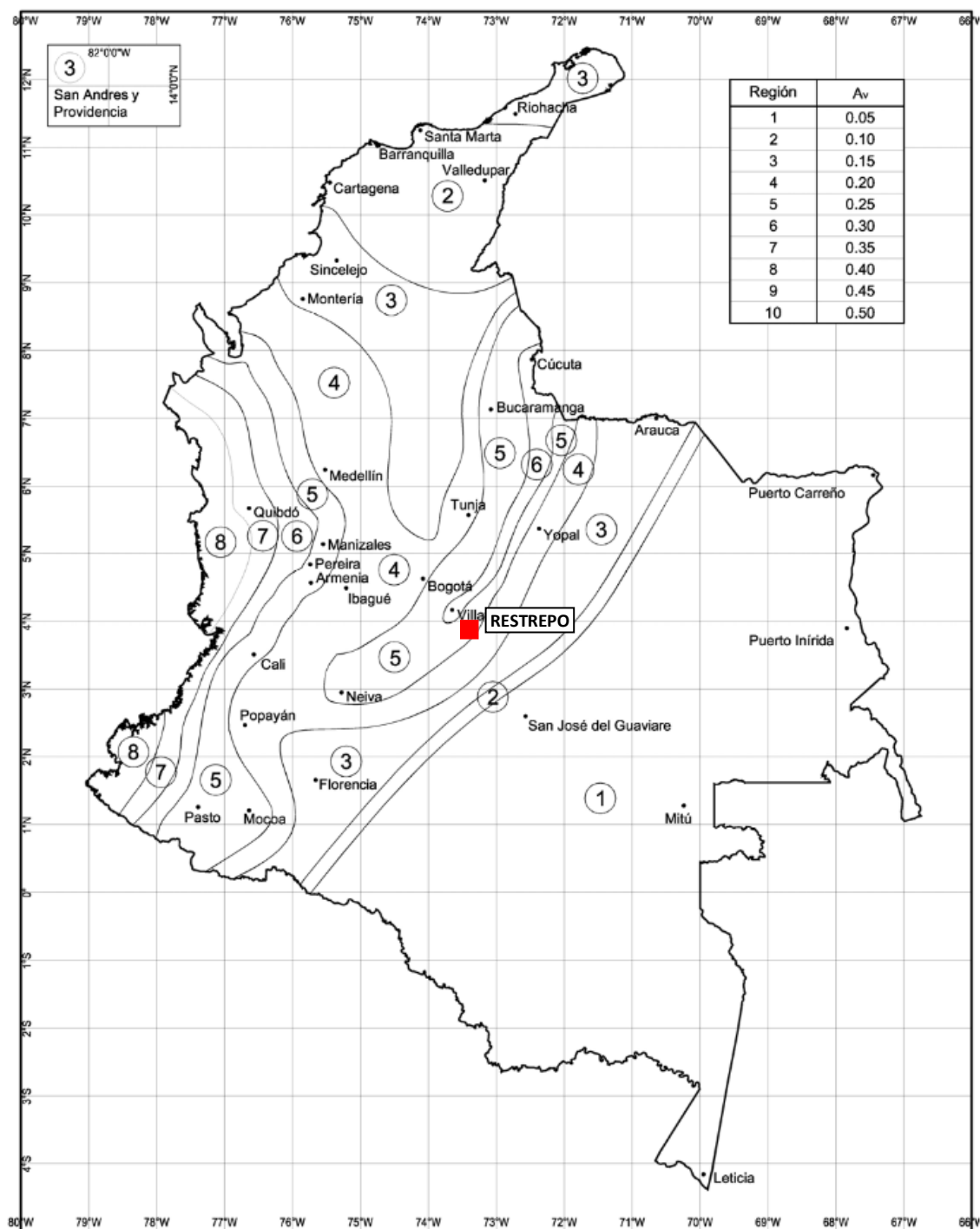
- Amenaza baja: cuando los valores de  $A_a$ , están por debajo de 0.10
- Amenaza intermedia: cuando los valores de  $A_a$ , se encuentran en el rango comprendido entre 0.10 y 0.20.
- **Amenaza alta: cuando los valores de  $A_a$ , superan 0.20.**

### 9.1 Ubicación del paciente en la microzonificación sísmica

**Figura 36.** Mapa Zona de amenaza sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de  $A_a$  y  $A_v$



**Figura A.2.3-1** — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de  $A_a$  y  $A_v$

figura 37. Mapa Valores de  $A_v$ Figura A.2.3-3 - Mapa de valores de  $A_v$

## 9.2 Determinación de la zona sísmica, el valor de $A_a$ y $A_v$ ó $A_d$

En cuanto a los efectos locales para diseño antisísmico se tiene en cuenta el Código Colombiano de Construcciones Sismo resistentes (NSR 2010) donde se realiza la siguiente caracterización:

- ✓ Según el numeral Apéndice A-4, Valores de  $A_a$ ,  $A_v$ ,  $A_e$  y  $A_d$  y definición de la Zona de amenaza sísmica, la edificación se encuentra dentro de la zona No.6, de amenaza **sísmica alta**, y con un coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño de  **$A_a = 0.30$ ,  $A_v = 0.30$ ,  $A_e = 0.13$  y  $A_d = 0.05$**
- ✓ Según el numeral A-2-4-5-5 Y A-2-4-5-6. Coefficiente de sitio: Valores del coeficiente  $F_a$ , para la zona de periodos cortos del espectro, según la norma NSR-2010- el espectro  **$F_a$ , es 1.2**, y el espectro  **$F_v$  es de 1.9**.

Departamento del Meta						
Municipio	Código Municipio	$A_a$	$A_v$	Zona de Amenaza Sísmica	$A_e$	$A_d$
Villavicencio	50001	0.25	0.30	Alta	0.20	0.07
Acacias	50006	0.30	0.30	Alta	0.17	0.06
Barranca de Upía	50110	0.25	0.25	Alta	0.08	0.04
Cabuyaro	50124	0.20	0.20	Intermedia	0.06	0.03
Castilla la Nueva	50150	0.20	0.25	Alta	0.07	0.03
Cumaral	50226	0.25	0.25	Alta	0.09	0.04
El Calvario	50245	0.30	0.25	Alta	0.26	0.08
El Castillo	50251	0.25	0.25	Alta	0.11	0.04
El Dorado	50270	0.25	0.25	Alta	0.11	0.05
Fuente de Oro	50287	0.15	0.20	Intermedia	0.05	0.02
Granada	50313	0.20	0.25	Alta	0.07	0.03
Guamal	50318	0.35	0.25	Alta	0.28	0.08
La Macarena	50350	0.05	0.10	Baja	0.03	0.02
La Uribe	50370	0.25	0.25	Alta	0.10	0.04
Lejanías	50400	0.30	0.25	Alta	0.19	0.08
Mapiripán	50325	0.05	0.05	Baja	0.02	0.02
Mesetas	50330	0.20	0.25	Alta	0.07	0.03
Puerto Concordia	50450	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Puerto Gaitán	50568	0.05	0.10	Baja	0.04	0.02
Puerto Lleras	50577	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Puerto López	50573	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Puerto Rico	50590	0.05	0.10	Baja	0.04	0.02
Restrepo	50606	0.30	0.30	Alta	0.13	0.05
San Carlos Guaroa	50680	0.15	0.20	Intermedia	0.05	0.03
San Juan de Arama	50683	0.15	0.20	Intermedia	0.06	0.03
San Juanito	50686	0.30	0.25	Alta	0.20	0.08
San Luis de Cubarral	50223	0.35	0.25	Alta	0.20	0.08
San Martín	50689	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Vista Hermosa	50711	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02

Tabla 1. Valores de  $a_a$ ,  $a_v$ ,  $a_e$  y  $a_d$  y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos – departamento del meta

**Tabla A.2.4-1**  
**Clasificación de los perfiles de suelo**

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500$ m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760$ m/s > $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ , o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360$ m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> ) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180$ m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w $\geq$ 40% $50$ kPa ( $\approx 0.50$ kgf/cm <sup>2</sup> ) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F <sub>1</sub> — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F <sub>2</sub> — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F <sub>3</sub> — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F <sub>4</sub> — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Tabla 2. Clasificación de los perfiles el suelo  
fuente: Norma sismorresistente 2010

### A.2.3 — ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA

La edificación debe localizarse dentro de una de las zonas de amenaza sísmica que se definen en esta sección y que están presentadas en el Mapa de la figura A.2.3-1.

**A.2.3.1 — ZONA DE AMENAZA SÍSMICA BAJA** — Es el conjunto de lugares en donde tanto  $A_a$  como  $A_v$  son menores o iguales a 0.10. Véase la tabla A.2.3-1.

**A.2.3.2 — ZONA DE AMENAZA SÍSMICA INTERMEDIA** — Es el conjunto de lugares en donde  $A_a$  o  $A_v$ , o ambos, son mayores de 0.10 y ninguno de los dos excede 0.20. Véase la tabla A.2.3-1.

**A.2.3.3 — ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA** — Es el conjunto de lugares en donde  $A_a$  o  $A_v$ , o ambos, son mayores que 0.20. Véase la tabla A.2.3-1.

**Tabla A.2.3-1**  
Nivel de amenaza sísmica según valores de  $A_a$  y de  $A_v$

Mayor valor entre $A_a$ y $A_v$	Asociado en mapas de las figuras A.2.3-2 y A.2.3-3 a Región N°	Amenaza Sísmica
0.50	10	Alta
0.45	9	Alta
0.40	8	Alta
0.35	7	Alta
0.30	6	Alta
0.25	5	Alta
0.20	4	Intermedia
0.15	3	Intermedia
0.10	2	Baja
0.05	1	Baja

**Tabla A.2.2-1**  
Valores de  $A_a$  y de  $A_v$ , según las regiones  
De los mapas de las figuras A.2.3-2 Y A.2.3-3

Región N°	Valor de $A_a$ o de $A_v$
10	0.50
9	0.45
8	0.40
7	0.35
6	0.30
5	0.25
4	0.20
3	0.15
2	0.10
1	0.05

Tabla 3. Nivel de amenaza sísmica según valores de  $A_a$  y de  $A_y$   
fuente: Norma sismorresistente 2010

**Tabla A.2.4-3**  
Valores del coeficiente  $F_a$ , para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

**Nota:** Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

*Tabla 4. Valores del coeficiente  $F_a$*   
fuente: Norma sismorresistente 2010

**Tabla A.2.4-4**  
Valores del coeficiente  $F_v$ , para la zona de periodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

**Nota:** Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

*Tabla 5. Valores Coeficiente  $F_a$*   
fuente: Norma sismorresistente 2010

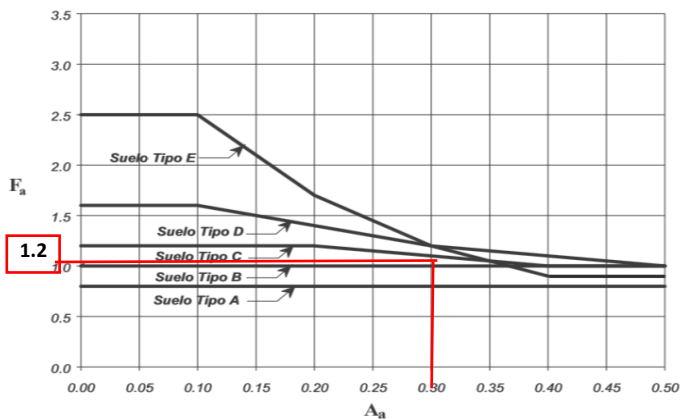


Figura A.2.4-1 - Coeficiente de amplificación  $F_a$  del suelo para la zona de periodos cortos del espectro

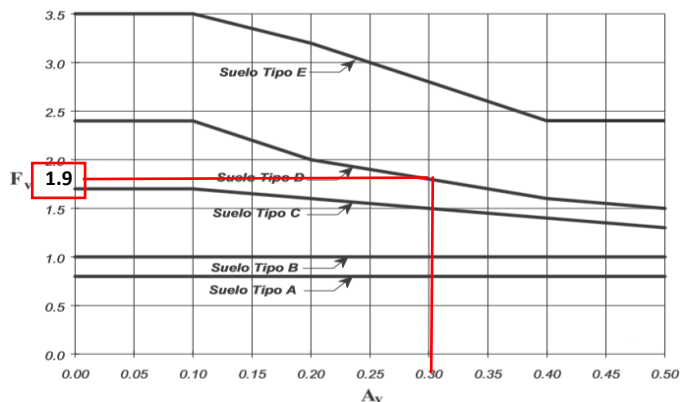


Figura A.2.4-2 — Coeficiente de amplificación  $F_v$  del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro

Figura 38. Coeficiente de amplificación  $F_v$  -

fuente: Norma sismorresistente 2010

Tabla A.2.4-2  
 Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

Tipo de perfil	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{\sigma}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm <sup>2</sup> )
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )

Tabla 6. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

fuente: Norma sismorresistente 2010

Tabla A.2.5-1  
 Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Tabla 7 Valores del coeficiente de importancia, I

fuente: Norma sismorresistente 2010

### 9.3 Análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente

#### 9.3.1 Estudio de vulnerabilidad 2010

- ✓ Según el numeral A-2.5.1 Grupos de Uso, el grupo está clasificado en el **Grupo I**.
- ✓ Según el numeral A-2.5.1 Coficiente de Importancia, de acuerdo al grupo de uso a que está asignada la edificación el valor de **III= 1.0**, el cual modifica el espectro de diseño.
- ✓ Según el numeral A-2-4-2, Tipos de perfil del suelo: D, de acuerdo a la tabla A2.4-1 de la NSR.

#### 9.3.2 Análisis de riesgos estructurales

Para nuestro paciente se tuvo en cuenta la ubicación dentro del plano de amenaza sísmica, donde se determinó que se encuentra dentro de la zona de amenaza sísmica ALTA.

#### 9.3.3 Normatividad

Norma NSR 2010 Titulo A

### 9.3.4 Matriz de Vulnerabilidad

Estructura					
Fachada	Placa	Columnas	Vigas	Muros	Suelos
					
FACHADA					
Localización	Daño		Deterioro		
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica	
PARTE FRONTAL	FISICO	REGULAR	Se presentan EFLORECENCIAS		
PLACA					
Localización	Daño		Deterioro		
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica	
Parte superior	Estructural	Regular	Se presenta grietas, fisuras y humedad en la parte interna		
COLUMNAS					
Localización	Daño		Deterioro		
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica	
En la capa de recubrimiento	Estructural	Regular	se presentan micro fisuras		
VIGAS					
Localización	Daño		Deterioro		
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica	
					

En la capa de recubrimiento	FISICO	REGULAR	Se presentan eflorecencias, micro fisuras y grietas de tracción	
-----------------------------	--------	---------	---	--

MUROS				
	Daño		Deterioro	
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica
En la capa de recubrimiento	FISICO	REGULAR	Se presentan eflorecencias, micro fisuras	

### 9.3.5 Patología de los mecanismos de falla estructural

- ✓ Eflorescencia
- ✓ Humedad
- ✓ Suciedad en la parte superior de la placa entrepiso
- ✓ Musgo en acero de refuerzo
- ✓ Fisuras inferiores de la placa de entrepiso
- ✓ Oxidación en acero de refuerzo

## 10. Propuestas de Intervención

De acuerdo al diagnóstico y ensayos realizados a la estructura se puede determinar las intervenciones que se deben realizar, así las cosas se presentan las correspondientes intervenciones que se deben realizar de acuerdo al tipo de lesión que se ha detectado en el paciente.

### 10.1 Intervención Uno, Suciedad y humedad

Se presentan en algunas zonas de la placa entrepiso y se puede catalogar como primaria y secundaria en razón a que por la filtración de la parte superior de la placa y por las fisuras presentes se hace presente y esta puede ser ocasionada por la relación de vacíos en el concreto y las posibles fisuras. De acuerdo a lo anterior y según el nivel de severidad de lesión que se presenta en la placa me permito presentar a continuación la intervención a realizar:

**Lavar totalmente la placa:** se debe lavar totalmente la placa con chorro a presión para retirar totalmente musgos, suciedad y elementos adheridos, se debe garantizar que la placa quede totalmente limpia observándose el color normal del concreto.

**Impermeabilización de la placa de entrepiso con Membrana:** teniendo en cuenta que la placa de concreto presenta en su zona inferior humedades en un porcentaje aproximado de 38% se presenta un intervención para corregir esta lesión instalando una membrana polimérica de polietileno de alta densidad (HPDE) y bentonita granular del fabricante TOXEMENT la cual se instalara en la parte superior de la placa en el área total y se debe Examinar todas las superficies antes de iniciar la aplicación. No es necesario hacer una limpieza a fondo, puede haber algo de polvo presente sobre la superficie, sin embargo, debe eliminarse cualquier tipo de escombros, protuberancia, aceros y cualquier elemento que pueda rasgar la membrana. Se debe tener una superficie homogénea y nivelada. Debe eliminarse agua estancada y protuberancias superiores a 1/4" (6,4 mm). PARASEAL STD / LG puede ser instalado sobre concreto con menos de 28 días o superficies húmedas, pero no encharcadas.



Imagen 22 instalación membrana Paraseal STD  
Fuente (fabricante Toxement)

A continuación, se presenta a consideración las características y ventajas del mencionado sistema que garantizara la impermeabilización y limpieza de la placa de entrepiso del mencionado proyecto

Este sistema requiere un peso constante de confinamiento de 120 Kg/m<sup>2</sup>, para su adecuado funcionamiento.

### PARASEAL STD / LG: SISTEMA DUAL DE IMPERMEABILIZACIÓN PARA MUROS, ESTRUCTURAS ENTERRADAS E IMPERMEABILIZACIÓN ENTRE PLACAS

El más especializado sistema de membranas para impermeabilización, siendo la única membrana compuesta de bentonita expansiva, capaz de aumentar 8 veces su volumen en seco y absorber 5 veces su peso a una saturación total de agua.



Imagen 24 Aspecto Técnico sistema Paraseal STD  
Fuente (Fabricante Toxement)

### PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO
Color		Gris/negro
Temperatura de instalación		-31.7 °C a 54.4 °C
Elongación	ASTM D412 TIPO 4 Dumbbell	500%
Resistencia a microorganismos (bacterias, fungi, moho, levadura)	ASTM D4068	Sin afectación
Índice de resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	26.98 Lb/pie (40.13Kg/m)
Resistencia a la presión de cabeza hidrostática	ASTM D5385	231 pies de agua (70.4 m)
Resistencia al punzonamiento (carga)	ASTM E154	112 LBF (498.2 N)

## VENTAJAS

- Sistema de impermeabilización dual de polietileno de alta densidad (HDPE) y Bentonita granular expandible, que ofrece un sello total y de alta calidad contra el paso de agua.
- No permite la migración horizontal del agua.
- Aplicable tanto en horizontal como en vertical.
- Presenta excelente comportamiento bajo condiciones de alta presión de agua.
- Sistema de auto-reparación: las propiedades de expansión de la bentonita, logra sellar totalmente el paso del agua.
- La aplicación es fácil, rápida y no se requieren equipos especializados. Tampoco se requiere preparación de la superficie, incluso se puede aplicar sobre concreto verde o húmedo.
- Durabilidad sin igual, ya que la bentonita tiene la capacidad de actuar sin límite de tiempo y el HPDE no se degrada.



Imagen 25 Ventajas sistema Paraseal STD  
Fuente (Fabricante Toxement)

## 10.2 Intervención Dos, Fisuras y moho

Esta lesión se presenta en un 4% del área total de la placa y puede ser ocasionada por la falta de vibración del concreto, retracción y fraguado, corrosión del acero o practicas constructivas inadecuadas, esta lesión es catalogada como primaria. No obstante es conveniente aclarar que la presencia de fisuras en algunos sectores viene acompañado de eflorescencias , pero en esta intervención se planteara solo para las fisuras donde no se presenta presencia de eflorescencia, es por esto mas adelante en otro aparte del estudio se describirá la intervención para la eflorescencia. Para realizar la intervención de esta lesión se plantea la ejecución de las siguientes actividades:

***Limpieza de la superficie:*** la primera actividad de intervención es proceder a la limpiar la abrsuperficie del área adyacente de la fisura, para esto se realiza con la utilización de gratas (cepillos con cerda metálica) levantando cualquier presencia de Moho, musgo, suciedad, o pintura. Esta actividad es importante ya que asi podemos garantizar la buena adherencia del producto a utilizar en la reparación de la lesión.

**Realización Regata:** posterior a la ejecución de la limpieza de la superficie se procede con la ayuda de pulidora a abrir la fisura en un ancho no inferior a 6.4mm x 6mm de profundidad por el largo de la fisura presentada para luego realizar nuevamente con la utilización de grata una limpieza de la superficie, dejando totalmente limpia.

**Sellado de Fisuras:** terminada la actividad de limpieza se procede a aplicar un material elastomérico para sellar la fisura que para este caso podemos utilizar TOXEMENT VULKEM 116 y al terminar la actividad se deja curar por 2 o 3 días.

**Musgo presente en Acero de Refuerzo:** ante el exceso de humedad y agentes bioclimáticos se presenta con algo de extrañeza la presencia de musgo en el acero de refuerzo del arranque de las columnas del primer nivel de la torre de parqueaderos, esta lesión se puede catalogar como secundaria, ya que esta aparece posterior al proceso de oxidación. es conveniente aclarar que de acuerdo a que esta lesión es secundaria y es como consecuencia de fenómenos bioclimáticos se plantea la intervención de la lesión primaria (oxidación acero de refuerzo) para poder realizar la intervención de esta lesión.

**Retiro de Musgo del acero de Refuerzo:** la primera actividad a realizar es Retirar el Musgo del acero de refuerzo con la utilización de grata (cepillo con cerda de acero), esta actividad debe garantizar que en los sectores donde se presenta la lesión se realice esta actividad hasta dejar totalmente limpia el área, es decir que el acero de refuerzo quede totalmente limpio y que se observe su color característico.

**Limpieza de óxido del acero de Refuerzo:** Esta actividad comprende el retiro del óxido que presenta el acero de refuerzo y para lograr rendimiento y buenos resultados se propone la utilización de producto desoxidante, para ello se utilizara DESOXIDANTE SIKA que es un líquido translúcido, incoloro e inodoro, compuesto de ácidos concentrados, surfactantes y emulsionantes para remover el óxido de metales. Actúa como un “Encapsulador de la Corrosión”, el cual su procedimiento es el siguiente:

Se diluye con 3 partes de agua y se aplica con brocha sobre la parte oxidada. Cuando el óxido haya desaparecido, se limpia con un trapo húmedo con colma limpiador o diluyente de limpieza. Durante la aplicación utilizar los equipos de protección adecuados, tales como guantes y gafas de

protección. Posterior a esta actividad se deja secar el acero de refuerzo para posteriormente aplicar en el menor tiempo posible al acero para protegerlo pintura anticorrosiva, epoxico o alquídico.

***Protección del acero de refuerzo a la oxidación:*** teniendo presente que el proyecto en concreto y base de nuestro estudio se encuentra en una primera etapa y que el propietario no tiene una fecha determinada para la continuación del proyecto y que ante esto los aceros de refuerzos que se encuentran ya limpios de oxidación pueden volver a presentar esta anomalía y aun peor se puede producir corrosión, por esto se propone que se aplique un imprimante que aisle este fenómeno del acero de refuerzo utilizando anticorrosivo. Esta pintura es mucho más económica que pinturas epoxicas o alquídicas.

Para ello tan pronto se encuentre limpia y seca la superficie del acero de refuerzo luego de la limpieza de oxido se proceda realizar la aplicación de pintura anticorrosiva.

## **11.Diseño Metodológico**

### **11.1Enfoque metodológico**

El presente trabajo estuvo enmarcado dentro del tipo de investigación cualitativa. Se entiende por investigación cualitativa aquella que se basa en la obtención de datos en principio no cuantificables, basados en la observación. Aunque ofrece mucha información, los datos obtenidos son subjetivos y poco controlables y no permiten una explicación clara de los fenómenos. Se centra en aspectos descriptivos; sin embargo, los datos obtenidos de dichas investigaciones pueden ser operativizados a posteriori con el fin de poder ser analizados. Con el término “investigación cualitativa”, se entiende cualquier tipo de investigación que produce hallazgos a los que no se llega por medio de procedimientos estadísticos u otros medios de cuantificación. Al hablar sobre análisis cualitativo, se refiere no a la cuantificación de los datos cualitativos, sino al proceso no matemático de interpretación, realizado con el propósito de descubrir conceptos y relaciones en los datos.

El estudio descriptivo sirve para analizar como es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Es un tipo de metodología a aplicar para deducir un bien o circunstancia; se aplica describiendo todas sus dimensiones. Los estudios descriptivos se centran en recolectar datos que describan la situación tal y como es. La primera parte fue una revisión bibliográfica exhaustiva, con el fin de proponer una ficha patológica universal para realizar inspecciones visuales a cualquier edificación, por medio de visitas técnicas, con el fin de proponer medidas de mitigación de daños y proponer recomendaciones para la rehabilitación de la estructura y el inmueble en general.

## **11.2 Tipo de Investigación**

Investigación cualitativa

## **11.3 Fases**

***Recopilación del estado del arte de patologías estructurales:*** La primera fase para el proceso investigativo que se lleva a cabo es la recolección de datos para afianzar las nociones, conceptos, conocimientos acerca de las normas que rigen las patologías estructurales. Es necesario la recopilación de las bases de datos para determinar los conocimientos esenciales y realizar la guía para enmarcar el proceso investigativo.

***Inspección preliminar y análisis visual:*** La inspección preliminar es una actividad inherente al proceso investigativo y es necesario reconocer la estructura, la cual va a ser objeto de estudio. Cada visita realizada lleva a cabo la inspección preliminar para afianzar el campo de estudio que son las instituciones educativas del municipio. El paso a seguir es el análisis meramente visual en el cual de forma cualitativa se registra el estado actual de la estructura, sus patologías más recurrentes y sus posibles afectaciones.

**Identificación patológica estructural:** La identificación de las patologías que se encuentran presentes en las estructuras analizadas es el objetivo general y además el paso final para concluir la investigación. En dicha fase se produce un sistema de clasificación de todas las patologías observadas cualitativamente en el cual se enmarcan dentro de un tipo de patologías y siendo el caso de algunas podrá definirse cuál es la gravedad de estas lesiones, como es su afectación a la funcionalidad o seguridad de la estructura.

## 12.Presupuesto

### 12.1Propuesta 1

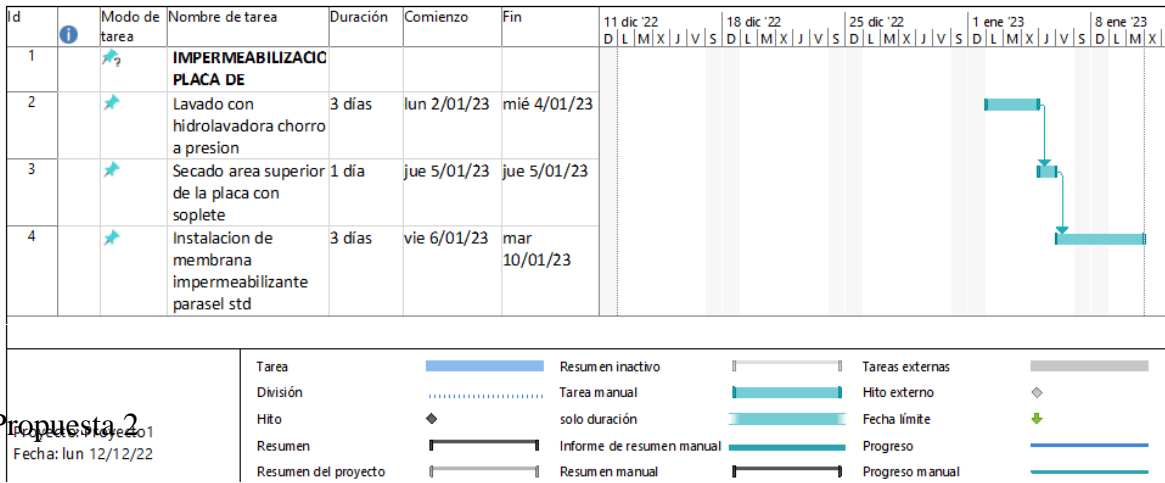
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VR UNITARIO	VR TOTAL
<b>1</b>	<b>Impermabilizaion de placa e entrepiso</b>				
1,1	Lavado con hidrolavadora chorro a presion	m2	1873	1500	\$ 2.809.500,00
1,2	Secado area superior de la placa con soplete	m2	1873	2450	\$ 4.588.850,00
1,3	Intalacion de membrana impermeabilizante parael std /Lg	m2	1873	24500	\$ 45.888.500,00
				<b>Subtotal</b>	<b>\$ 53.286.850,00</b>
				<b>Administracion 15%</b>	<b>\$ 7.993.027,50</b>
				<b>Imprevisto 5%</b>	<b>\$ 2.664.342,50</b>
				<b>Utilidad 5%</b>	<b>\$ 2.664.342,50</b>
				<b>Iva 19% de la Utilidad</b>	<b>\$ 506.225,08</b>
				<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 67.114.787,58</b>

### 12.2 Propuesta 2

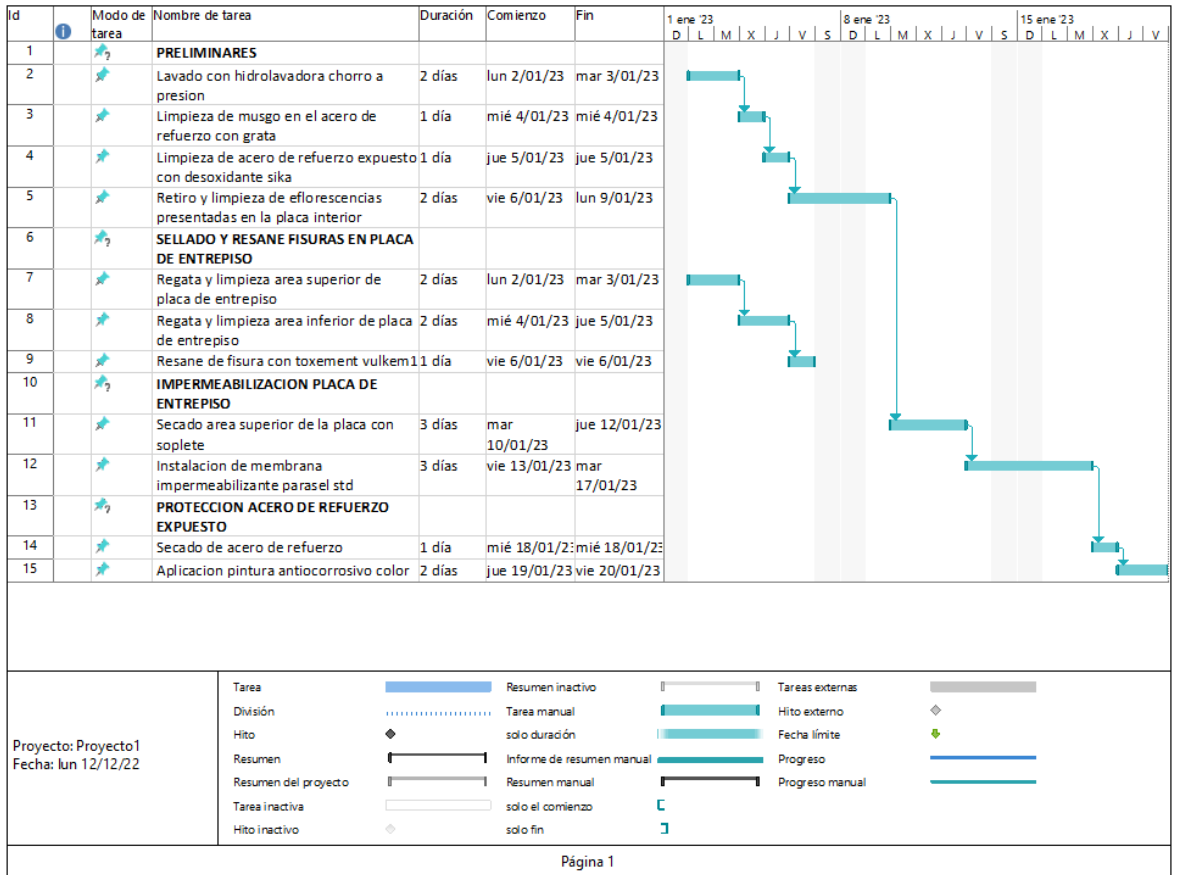
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VR. UNIT	VR. TOTAL
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>				
1,1	Lavada de placa con Hidrolavadora chorro a presion	M2	750,00	1.500,00	1.125.000,00
1,2	Limpieza de Musgo de acero de Refuerzo con Grata	GL	1,00	890.000,00	890.000,00
1,3	limpieza de oxido de acero de refuerzo expuesto con desoxidante Sika	ML	235,00	5.600,00	1.316.000,00
1,4	retiro y Limpieza de eflorescencias presentada en placa inferior	ML	98,50	5.300,00	522.050,00
					-
<b>2</b>	<b>Sellado Y resane de Fisuras en placa entrepiso</b>				
2,1	Regata y Limpieza en area superior placa entrepiso	ML	136,00	3.250,00	442.000,00
2,2	Regata y limpieza en area inferior placa entrepiso	ML	122,00	4.150,00	506.300,00
2,3	resane de fisura con Toxemen Vulkem 116	ML	258,00	5.200,00	1.341.600,00
					-
<b>3</b>	<b>Impermeabilizacion de placa entrepiso</b>				
3,1	Secado area superior placa entrepiso con Soplete en areas requeridas	M2	750,00	2.450,00	1.837.500,00
3,2	instalacion de Membrana impermeabilizante PARASEAL STD / LG	M2	750,00	24.500,00	18.375.000,00
					-
<b>4</b>	<b>Proteccion acero de refuerzo expuesto</b>				
4,1	secado de acero de refuerzo	GL	1,00	1.350.000,00	1.350.000,00
4,2	Aplicación pintura anticorrosiva color	ML	235,00	3.600,00	846.000,00
				<b>Subtotal</b>	<b>28.551.450,00</b>
				<b>Administracion 15%</b>	<b>4.282.717,50</b>
				<b>Imprevistos 5%</b>	<b>1.427.572,50</b>
				<b>Utilidad 5%</b>	<b>1.427.572,50</b>
				<b>Iva 19% sobre utilidad</b>	<b>271.238,78</b>
				<b>Costo total</b>	<b>35.960.551,28</b>

### 13. Programación

#### 13.1 Propuesta 1



#### 13.2 Propuesta 2



#### 14. Análisis de resultados

- De acuerdo a los ensayos destructivos y no destructivos se pudo determinar que la resistencia de los concretos cumple de acuerdo a la normatividad.
- Las soluciones o propuestas de intervención una es el complemento de la otra, ambas se hacen necesarias realizar.
- Dejar las estructuras expuestas por mucho tiempo (meses) sin dar el adecuado acabado, pone en riesgo la estabilidad de la obra, así como encarece la ejecución pues se incurren en gastos y presupuestos adicionales para mantenimiento.

#### 15. Conclusiones y Recomendaciones

- ✓ Se identificaron las lesiones y afectaciones patológicas en la torre de parqueaderos.
- ✓ Se realizó las pruebas de campo destructivas y no destructivas y ensayos de laboratorio necesarios para el reconocimiento de las causas y el origen de las lesiones.
- ✓ Se analizaron los resultados de los ensayos realizados en el paciente
- ✓ Se evaluaron los resultados de los ensayos realizados y se presentaron 2 propuestas como solución a las lesiones que se viene presentando en la edificación.

#### 16. Bibliografía

- ✓ Contraloría comunicado de prensa 143, 2021
- ✓ Contraloría general de la república, Informe actuación especial de fiscalización, 2019