

**Estudio Patológico Vial De La Avenida Francisco El Hombre Carrera 7 Entre Calles
15 Y 46 Del Distrito De Riohacha, La Guajira, Colombia**



Anngie Tatiana Bustos Gutiérrez

Lady Magally Velez Lopez

Luis Eduardo Salcedo Cruz

Especialización en Patología de la Construcción, Universidad Santo Tomas

Andrés Delgado, Mgtr en Arquitectura

Opción de grado

Diciembre

Contenido

Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Planteamiento del problema	12
Pregunta problema:.....	12
Justificación	13
Objetivos.....	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos.....	15
Antecedentes.....	16
Marco Teórico.....	19
Pavimento Rígido	19
Pulimiento.....	24
Desportillamientos en juntas	26
Hundimiento	28
Parches.....	29
Marco de referencia	31
Marco geográfico.....	31
Localización del caso de estudio	31

Limites	32
Datos del paciente o caso de estudio:	33
Metodología.....	38
Análisis de la inspección visual.....	38
Toma de muestras	38
Análisis comportamiento estructural	38
Análisis y evaluación de las causas	39
Informe y recomendaciones:	39
Descripción del paciente o caso de estudio	39
Inspección preliminar del caso de estudio	42
Propuesta ensayos a realizar	44
Metodología Para La Intervención Y Ejecución De Ensayos Para El Caso De Estudio	48
Exploración De Subsuelo Mediante Apiques	48
Ensayos de Campo.....	50
Periodo De Ejecución	55
Cronograma De Intervención	55
Procedimiento Calculo PCI	56
Procedimiento.....	58
Cálculo de la densidad	60
Presupuesto estimado	66

Ensayos de Laboratorio	67
Determinación de lesiones y sintomatologías evidenciadas por tramos analizados.....	68
Congénitas - contraídas:	68
Accidentales: Tramo 2 entre calles 16 y 18 (K0+250 al K0+570).....	70
Accidentales: Tramo 3 entre calles 18 y 24 (K0+570 al K1+120).....	71
Cognitivos: Tramo 4 entre calle 24 y 31 (K1+120 al K1+600).....	72
Cognitivos: Tramo 4 entre calle 24 y 31 (K1+120 al K1+600).....	73
Diagnóstico del estudio de caso.....	74
Vulnerabilidad Geotécnica Caso De Estudio.....	75
Descripción de la red de drenaje.....	75
Geología regional	75
Origen Y Evolución Del Basamento	79
Origen geológico	79
Geomorfología.....	81
Sismicidad	82
Matriz de vulnerabilidad.....	85
Análisis De Visitas.....	86
Alternativa De Intervención Caso De Estudio	87
Alternativa De Intervención 1	87
Propuesta de intervención por zonas	89

Alternativa De Intervención 2 94

Plan De Mantenimiento Paciente o Caso De Estudio..... 101

Lista De Figuras

Figura 1. Estructuración del problema	12
Figura 2. Losas de concreto simple	23
Figura 3. Pulimiento en losa de concreto hidráulico	24
Figura 4. Agrietamiento en bloque en losa de concreto hidráulico	26
Figura 5. Desportillamientos en juntas en losa de concreto hidráulico	27
Figura 6. Hundimiento o asentamiento en losa de concreto hidráulico.....	29
Figura 7. Parches en losa de concreto hidráulico, Fuente propia	31
Figura 8. Ubicación específica del paciente	32
Figura 9. Mapa del Municipio de Riohacha, La Guajira.	33
Figura 10. Perfil longitudinal caso de estudio	34
Figura 11. Tramo 1 entre calles 15 y 16 (K0+000 al K0+250)	35
Figura 12. Tramo 2 entre calles 16 y 18 (K0+250 al K0+570)	36
Figura 13. Tramo 3 entre calles 18 y 24 (K0+570 al K1+120)	36
Figura 14. Tramo 4 entre calle 24 y 31 (K1+120 al K1+600).....	37
Figura 15. Agrietamiento en bloque	42
Figura 16. Agrietamiento en bloque	43
Figura 17. Agrietamiento en bloque	43
Figura 18. Parches y desportillamientos.....	44
Figura 19. Ubicación de los apiques en los tramos del proyecto	49

Figura 20. Ubicación de la exploración en la planta arquitectónica del proyecto	49
Figura 21. Ubicación separadora para toma de apiques	51
Figura 22. Ubicación separadora para toma de apiques	52
Figura 23. ubicación toma de extracción de testigos en concreto	53
Figura 24. ubicación toma de extracción de testigos en concreto	53
Figura 25. Ubicación toma de extracción de testigos en concreto	54
Figura 26. ubicación toma de extracción de testigos en concreto	54
Figura 27. TRAMO 1. Curva para pavimento de concreto	61
Figura 28. TRAMO 2. Curva para pavimento de concreto	61
Figura 29. TRAMO 3. Curva para pavimento de concreto	62
Figura 30. TRAMO 4. Curva para pavimento de concreto	62
Figura 31. Localización geológica de la zona caso de estudio	77
Figura 32. mapa geológico departamento de la Guajira	78
Figura 33. Mapa de fallas geológica sobre la plataforma Caribe colombiana	80
Figura 35. Zona 1 - K0+000 al K0+100 (Pulimiento PU)	89
Figura 36. Zona 2 - K0+100 al K0+340 (Grieta en bloque GB)	90
Figura 38. Zona 3 - K0+340 al K0+400 (Levantamiento localizado LET) Descascaramiento o desportillamientos en juntas	91
Figura 39. Zona 4 - K0+400 al K0+700 (Parches PCHA)	92
Ficha de mantenimiento preventivo	103

Lista de tablas

Tabla 1. Ensayos y norma legal vigente	46
Tabla 2. Localización geográfica de los apiques.	50
Tabla 3. Cronograma de ejecución de actividades (ensayos)	55
Tabla 4. Daños evaluados y unidad de medida para pavimentos rígidos.	56
Tabla 5. Rangos del PCI	56
Tabla 6. Registro de fallas	59
Tabla 7. Valor deducido	63
Tabla 8. Valores deducidos	64
Tabla 9. Presupuesto ensayos a realizar.....	66
Tabla 10. Clasificación de las pendientes	81

Resumen

El estudio patológico de la avenida Francisco el hombre carrera 7 con calles 15 y 46 del distrito de Riohacha, departamento de La Guajira. Este análisis tiene como objetivo principal evaluar las condiciones físicas, estructurales y funcionales de la carretera, identificando diversos problemas que pueden comprometer la seguridad, durabilidad y eficiencia del trayecto. A partir de esta evaluación, se buscará formular posibles soluciones que contribuyan a mitigar las dificultades detectadas.

Adicionalmente, el proyecto se orienta a mejorar las condiciones de acceso, movilidad y transporte en los barrios del sur de la cabecera municipal, incluyendo Las Villas, Siete de Agosto, Entre Ríos, Buenos Aires, entre otros. La infraestructura de la vía, compuesta por losas de concreto hidráulico y bordillos que delimitan su estructura, es objeto de un análisis detallado con la finalidad de promover la rehabilitación y adecuación urbanística de la zona.

Este estudio no solo busca mejorar la calidad de la carretera, sino también fomentar el desarrollo comercial y potenciar la movilidad integral, garantizando así una mayor seguridad para los transeúntes y comerciantes de la localidad. Para llevar a cabo este análisis, se implementarán fichas patológicas que permitirán documentar las lesiones observadas en el pavimento rígido a lo largo del recorrido que abarca desde el K0+000 hasta el K1+600, contribuyendo a una comprensión completa de las condiciones actuales de la vía y de las acciones necesarias para su mejora.

Palabras clave: Patología, desgaste superficial, hundimiento, parches, baches, grietas, estructura, pavimento, intervención, diagnostico, lesiones.

Abstract

This pathological study focuses on Avenida Francisco el Hombre, Carrera 7, between streets 15 and 46 in the district of Riohacha, La Guajira. The primary objective is to evaluate the physical, structural, and functional conditions of the road, identifying various issues that may compromise its safety, durability, and efficiency.

Based on this evaluation, potential solutions will be formulated to mitigate the identified problems. Additionally, the project aims to improve access, mobility, and transportation conditions in the southern neighborhoods of the municipal head. The road infrastructure, composed of hydraulic concrete slabs and curbs, will be analyzed in detail to promote urban rehabilitation and adaptation.

This study seeks not only to improve the road quality but also to foster commercial development and enhance overall mobility, ensuring greater safety for pedestrians and local merchants. Pathological records will be implemented to document the observed damages in the rigid pavement along the route from K0+000 to K1+600, contributing to a comprehensive understanding of the current road conditions and the necessary actions for improvement.

Keywords: Pathology, surface wear, subsidence, patches, potholes, cracks, structure, pavement, intervention, diagnosis, injuries.

Introducción

La Avenida Francisco El Hombre, una de las principales arterias de la ciudad de Riohacha, La Guajira, desempeña un papel crucial en la conectividad urbana, facilitando el tránsito vehicular y peatonal, además de ser una vía estratégica para el comercio y el turismo. Sin embargo, en los últimos años, la avenida ha evidenciado una serie de patologías viales que afectan su funcionalidad, seguridad y estética, planteando retos significativos para su mantenimiento y rehabilitación. Comprender y abordar estas patologías es fundamental para garantizar el desarrollo sostenible de la ciudad y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Estas patologías no solo reducen la capacidad funcional de la avenida, sino que también incrementan los costos de mantenimiento a largo plazo, perjudican la seguridad vial y afectan la imagen urbana de Riohacha.

Las patologías de la Avenida Francisco El Hombre tienen múltiples orígenes, entre los cuales destacan:

1. Condiciones climáticas extremas: La combinación de altas temperaturas y lluvias intensas propias de La Guajira acelera el deterioro de los materiales del pavimento.
2. Fallas en el diseño y construcción: Un diseño inadecuado para soportar el tráfico pesado, junto con el uso de materiales de baja calidad, ha contribuido al desgaste prematuro de la vía.
3. Tráfico desproporcionado: La avenida no fue diseñada para soportar el incremento del tránsito pesado relacionado con el auge comercial y turístico en Riohacha.

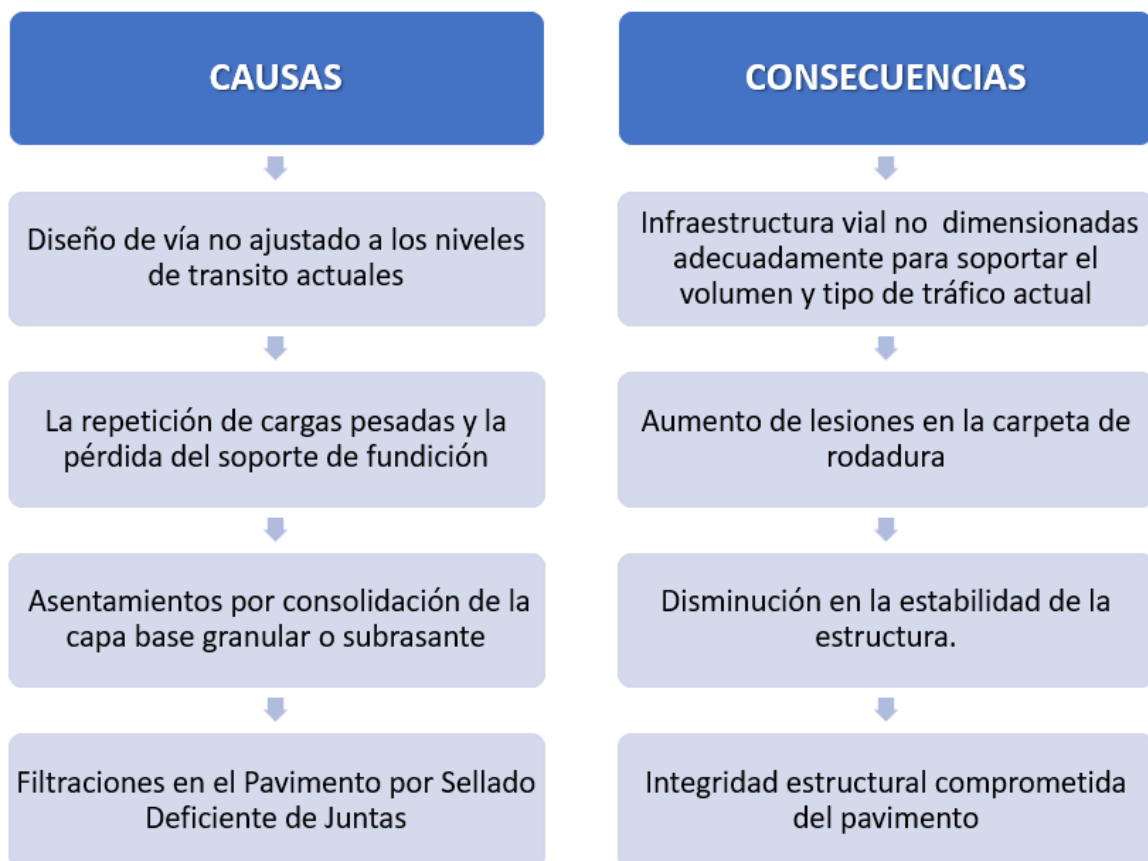
Planteamiento del problema

Pregunta problema:

¿Cuáles son los principales factores patológicos que afectan la calidad y seguridad de la infraestructura vial en la Avenida Francisco el Hombre, carrera 7 con calles 15 y 46 de Riohacha, y cómo impactan estos factores en la movilidad y el bienestar de los usuarios de la vía?

Figura 1

Estructuración del problema



Justificación

La actual condición crítica de la infraestructura vial en la Avenida Francisco el hombre carrera 7 con calles 15 y 46 del distrito de Riohacha de Riohacha representa un riesgo significativo tanto para la seguridad de los usuarios como para la economía local. El deterioro de las calles y carreras afecta directamente el nivel de vida de los habitantes de la zona, lo que se traduce en una reducción de la calidad de las condiciones de movilidad y acceso a servicios básicos. Esta problemática se agrava en el contexto de cambios climáticos que intensifican las dificultades de conectividad con las comunidades circundantes.

La mala calidad de las vías ha generado una notable disminución en la fluidez del tráfico, presentando tramos de difícil o nula transitabilidad. Esto se debe, entre otros factores, a la falta de adecuación técnica en la construcción de la infraestructura, el insuficiente mantenimiento periódico, y un sistema de drenaje superficial que no responde adecuadamente a las exigencias del fenómeno de lluvias intensas. Adicionalmente, el tránsito de vehículos que exceden la capacidad de carga permitida para estos corredores ha contribuido al acelerado deterioro del pavimento.

Como resultado, se ha observado un aumento en los tiempos de desplazamiento, dificultando el acceso a bienes y servicios en los sectores afectados, lo que incide negativamente en la economía local. Asimismo, la congestión vehicular y las frecuentes averías en los automóviles, tanto particulares como de transporte público, incrementan los costos operativos de transporte, afectando aún más la economía de los usuarios y de quienes dependen del transporte como medio de ingreso.

A esto se suma el impacto visual y estético en el entorno urbano, que deteriora la imagen del distrito y afecta la percepción positiva de la comunidad. Es evidente que la situación actual de las vías está marcada por la falta de criterios técnicos en las construcciones y un escaso mantenimiento, lo cual demanda una intervención urgente para restaurar y optimizar la infraestructura vial, garantizando así la seguridad, la eficiencia del transporte y el bienestar de los habitantes.

Objetivos

Objetivo general

Elaborar un estudio patológico de la avenida Francisco el hombre, carrera 7 entre las calles 15 y 46 del distrito de Riohacha, La Guajira, con el fin de conocer el origen de las lesiones en la vía utilizando las técnicas y procedimientos de ingeniería apropiadas para su clasificación, auscultación, solución técnica y presupuesto estimativo de la reparación y restablecimiento en caso de ser necesario, a fin de disponer de los criterios y acciones técnico-preventivas para la mejora.

Objetivos específicos

- Realizar inspección visual “in situ”
- Registrar las descripciones de las patologías identificadas y clasificadas del paciente para facilitar el diagnóstico y tratamiento de las mismas.
- Recolectar y analizar la información preliminar del paciente previamente en caso de existir
- Generar una hipótesis sobre las causas probables que generaron la patología
- Realizar ensayos y analizar los resultados con el fin de diagnosticar las patologías presentadas
- Plantear una solución técnica a las patologías presentadas
- Estimar un presupuesto para la reparación de las patologías identificadas
- Ofrecer una alternativa de solución, agilizando las alternativas para el mejoramiento de la misma.

Antecedentes

La malla vial de Riohacha, capital del departamento de La Guajira, refleja la evolución infraestructural y los retos asociados al desarrollo de la región. Desde sus primeras manifestaciones en la época colonial, donde las rutas rudimentarias servían principalmente al transporte de productos locales hacia los puertos, hasta el reconocimiento de la importancia de mejorar las vías de acceso en el siglo XIX a medida que Riohacha se consolidó como un centro comercial (Castañeda, 2015).

El siglo XX marcó un periodo decisivo en la estructuración de la malla vial, impulsada por políticas gubernamentales en las décadas de 1950 y 1960. Estas políticas incluyeron la construcción de carreteras que conectaban Riohacha con ciudades clave, como Santa Marta y Valledupar. El objetivo principal era no únicamente mejorar la movilidad, sino también integrar a La Guajira en el contexto nacional, facilitando el transporte de mercancías, específicamente productos agrícolas y mineros (Martínez, 2018).

A pesar de los avances, la malla vial ha enfrentado desafíos significativos derivados de la geografía regional, caracterizada por un clima árido y terrenos difíciles, complicando tanto el mantenimiento como la expansión de las vías (Sierra, 2019). La infraestructura vial ha sufrido un deterioro notable debido a la falta de inversiones sostenidas a lo largo del tiempo, lo que ha impactado negativamente en la calidad de vida de los habitantes y el desarrollo económico de la región (García, 2020).

En años recientes, se han promovido iniciativas para revitalizar la malla vial, enfocándose no solo en la mejora de las condiciones de las carreteras, sino también en la promoción de la sostenibilidad y el acceso equitativo para comunidades vulnerables. La modernización y el

mantenimiento de estas infraestructuras son prioritarios, ya que una malla vial eficiente es crucial para el crecimiento y desarrollo de la región (Rodríguez, 2021).

Los problemas que afectan las vías en Riohacha son complejos y multifacéticos, entre ellos:

Condiciones Climáticas: La aridez del clima, caracterizada por sequías y lluvias intensas, produce deslizamientos y erosión, complicando el mantenimiento vial (Cárdenas, 2017).

Falta de Mantenimiento: La insuficiente inversión en el cuidado de la infraestructura ha llevado a un deterioro acelerado de muchos tramos, exacerbando los problemas existentes (López, 2020).

Aumento del Tráfico: El crecimiento poblacional y económico ha incrementado el tránsito de vehículos, especialmente camiones pesados, intensificando el desgaste de las carreteras (Pérez, 2019).

Geografía y Terreno: La topografía desértica y montañosa de La Guajira presenta retos importantes para la construcción y mantenimiento de vías, afectando la estabilidad estructural (Bermúdez, 2018).

Conflictos Sociales: Las tensiones sociales, particularmente en torno a la explotación de recursos naturales, han conducido a bloqueos y protestas que restringen la movilidad (Salazar, 2021).

Recursos Limitados: La escasez de recursos financieros a nivel local y nacional ha limitado la ejecución de proyectos necesarios para la rehabilitación de la infraestructura (Álvarez, 2019).

Desarrollo Urbano Desordenado: El crecimiento urbano sin planificación ha llevado a la ocupación de espacios destinados a vías, lo que complica aún más la situación (Rodríguez, 2020).

La historia de la malla vial de Riohacha es un testimonio de la evolución de la ciudad y su entorno, caracterizada por esfuerzos continuos para enfrentar desafíos y mejorar la conectividad y el bienestar de sus habitantes.

Marco Teórico

Pavimento Rígido

El pavimento rígido es un tipo de superficie de carretera que se caracteriza por estar compuesto principalmente de concreto. A diferencia del pavimento flexible, que suele estar hecho de asfalto y tiene una estructura más adaptable, el pavimento rígido tiene una rigidez alta y una capacidad de carga superior, lo que lo hace adecuado para soportar el tráfico pesado, unas de sus principales características son:

Material: Está hecho de concreto, que puede incluir aditivos para mejorar su durabilidad y resistencia.

Estructura: Generalmente, el pavimento rígido se coloca en losas de concreto que pueden variar en grosor. Estas losas son diseñadas para distribuir la carga del tráfico de manera eficiente.

Durabilidad: Tiene una vida útil prolongada y requiere menos mantenimiento en comparación con el pavimento flexible, aunque puede ser más costoso de instalar inicialmente.

Resistencia: Es capaz de soportar cargas pesadas y resistir deformaciones, lo que lo hace ideal para zonas con alto tráfico, como aeropuertos, puertos y áreas industriales.

Menor deformación: Debido a su rigidez, el pavimento rígido tiende a deformarse menos bajo carga, lo que ayuda a mantener una superficie más uniforme a lo largo del tiempo.

Elementos que comprenden un pavimento rígido:

Un pavimento rígido está compuesto por varios elementos que trabajan en conjunto para proporcionar una superficie duradera y resistente. Los principales componentes son:

Losas de Concreto: Son la parte principal del pavimento rígido. Se fabrican con una mezcla de cemento, agua, agregados (grava y arena) y, en ocasiones, aditivos que mejoran sus propiedades. Las losas pueden variar en grosor, generalmente entre 15 y 30 cm, dependiendo del diseño y las cargas esperadas.

Subrasante: La subrasante de una vía es la capa de suelo que se encuentra inmediatamente debajo de la capa de base o subbase en la estructura de un pavimento. Esta capa es fundamental para la estabilidad y el soporte de la infraestructura vial, ya que proporciona la base sobre la cual se construyen las capas superiores del pavimento. puede estar compuesta por diferentes tipos de suelos, como arcillas, limos, arenas o mezclas de estos. La calidad y tipo de material influyen en el comportamiento del pavimento, teniendo en cuenta lo anterior, es importante resaltar que la subrasante es la encargada de soportar la estructura, previene deformaciones y actúa como un vínculo entre las capas que conforman la estructura del pavimento.

Subbase granular: Se sitúa debajo de las losas de concreto y está compuesta por materiales granular (como grava o arena) que ayudan a distribuir las cargas y mejorar el drenaje. Esta capa proporciona soporte adicional y estabilidad al pavimento. Por otra parte, la subbase es una de las capas estructurales que se encuentra entre la subrasante (capa de suelo) y la base del pavimento. Su función principal es proporcionar soporte adicional y mejorar las características de carga del pavimento, así como facilitar el drenaje y la estabilidad de la estructura, a su vez está compuesta generalmente por materiales granulares, como grava, arena o mezclas de estos, que son seleccionados por su capacidad de soporte y drenaje.

Base granular: La base granular es un componente crítico en la estructura de pavimentos, desempeñando un papel fundamental en la durabilidad y el rendimiento de las carreteras. Su

funcionalidad va más allá de ser simplemente una capa intermedia; es un elemento clave que asegura la estabilidad y la seguridad del tráfico. A continuación, se argumenta la importancia de la base granular en el diseño y la construcción de pavimentos.

En primer lugar, la base granular proporciona un soporte estructural esencial. Al estar ubicada entre la capa de rodadura y la subbase, su función principal es distribuir las cargas del tráfico vehicular hacia las capas inferiores. Esta distribución adecuada de cargas es crucial para evitar deformaciones y fallas en el pavimento, lo que puede resultar en costosas reparaciones y un aumento en los riesgos de accidentes. Sin una base granular bien diseñada y construida, el pavimento es susceptible a agrietamientos y hundimientos, comprometiendo su integridad y seguridad.

Además, la base granular desempeña un papel vital en el drenaje del agua. La permeabilidad de los materiales granulares permite que el agua de lluvia y la escorrentía se drenen de manera eficiente, evitando la acumulación de agua en la superficie del pavimento. Esta característica es especialmente importante, ya que el agua estancada puede provocar daños significativos, como la erosión de las capas inferiores y la formación de baches. Un adecuado drenaje no solo prolonga la vida útil del pavimento, sino que también mejora la seguridad vial al reducir el riesgo de hidro-planeo y deslizamientos.

Otro aspecto relevante es la capacidad de la base granular para minimizar los asentamientos diferenciales. Al distribuir las cargas de manera uniforme, esta capa ayuda a prevenir asentamientos que pueden ocurrir en la subrasante, lo que resulta en una superficie de rodadura más uniforme y estable. Esto es esencial para garantizar una experiencia de conducción segura y cómoda, además de reducir el desgaste de los vehículos.

Finalmente, la base granular contribuye a la sostenibilidad del pavimento. Los materiales utilizados en la base, como grava y arena, son generalmente abundantes y económicos. Su uso eficiente puede reducir la necesidad de materiales más costosos y menos sostenibles, como el asfalto o el concreto, lo que se traduce en un menor impacto ambiental.

Juntas de construcción: Son espacios intencionados entre las losas de concreto que permiten la expansión y contracción del material debido a cambios de temperatura. Existen diferentes tipos de juntas, como juntas de contracción, juntas de expansión y juntas de construcción, que ayudan a prevenir la formación de grietas.

La función principal de las juntas en pavimentos rígido es permitir la expansión y contracción del concreto debido a cambios de temperatura y humedad. Estas juntas son esenciales para prevenir el agrietamiento y el deterioro del pavimento. A continuación, se detallan las funciones específicas de las juntas en pavimentos rígidos:

Control de deformaciones

Prevención de agrietamientos

Aislamiento se secciones

Durabilidad

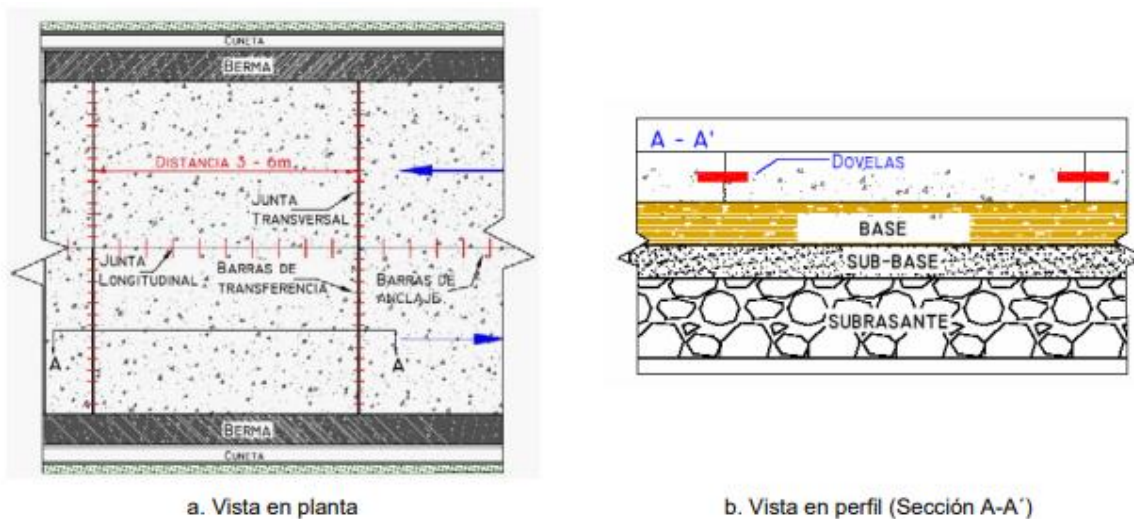
Drenaje: Aunque no es un componente estructural directo, un buen sistema de drenaje es esencial para el pavimento rígido. Ayuda a evitar la acumulación de agua en la superficie y debajo de las losas, lo que podría causar daños a la estructura.

Refuerzo en acero: Se incorpora acero de refuerzo (varillas o mallas) dentro de las losas de concreto para aumentar su resistencia a la tracción y reducir el riesgo de agrietamiento.

La utilización de acero en la construcción de pavimentos rígidos se ha convertido en una práctica esencial en la ingeniería civil moderna. Este recurso, que se integra en forma de mallas o varillas de refuerzo, no solo mejora la resistencia del concreto, sino que también optimiza la durabilidad y sostenibilidad de las infraestructuras viales. A continuación, se argumenta por qué el uso de acero en pavimentos rígidos es una decisión estratégica e imprescindible. A su vez, cabe resaltar su capacidad para controlar los agrietamientos en el pavimento. Las fluctuaciones de temperatura y la humedad pueden causar expansiones y contracciones en el concreto, lo que a menudo resulta en fisuras. El acero actúa como un sistema de control, limitando la propagación de estas grietas y, por ende, prolongando la vida útil del pavimento. Esto no solo reduce la necesidad de mantenimiento frecuente, sino que también asegura que las infraestructuras se mantengan en condiciones óptimas durante más tiempo, lo que es crucial para la seguridad de los usuarios.

Figura 2.

Losas de concreto simple



Nota. Losas de concreto simple. Fuente, manual para la inspección visual de pavimentos rígidos INVIAS, 2006

Pulimiento

El pulimiento en la carpeta de rodadura de una carretera observa como el proceso de desgaste y suavizado de la superficie del pavimento debido al tráfico vehicular. Esto ocurre cuando la fricción de los neumáticos de los vehículos provoca que la textura del asfalto o concreto se vuelva más lisa y menos rugosa. Este fenómeno puede tener varias implicaciones:

Reducción de la fricción: Una superficie pulida tiene menor adherencia, lo que puede aumentar el riesgo de deslizamientos, especialmente en condiciones de lluvia.

Aumento de la distancia de frenado: Los vehículos pueden necesitar más tiempo y distancia para detenerse, lo que afecta la seguridad vial.

Desgaste acelerado: El pulimiento puede llevar a un deterioro más rápido de la carpeta de rodadura, requiriendo reparaciones o mantenimiento más frecuentes.

Figura 3

Pulimiento en losa de concreto hidráulico



Nota. Pulimiento en losa de concreto hidráulico, Fuente propia. (2024)

Fracturamiento en bloque

El fracturamiento en bloque es una anomalía que compromete tanto la seguridad como la durabilidad de las infraestructuras viales, siendo su análisis crucial para asegurar una red de transporte eficiente y segura. Este tipo de deterioro se manifiesta a través de la formación de grietas que se distribuyen en secciones o bloques sobre la superficie de la carpeta de rodadura. Aunque a primera vista puede parecer un inconveniente menor, sus consecuencias son significativas y requieren atención inmediata (Huang et al., 2015).

Uno de los factores más relevantes que contribuyen al fracturamiento en bloque es la carga del tráfico. Los vehículos, especialmente aquellos de gran tonelaje, ejercen una presión considerable sobre el pavimento, generando tensiones que pueden inducir la formación de fracturas (Pavement Engineering, 2017). Esta situación se agrava en carreteras que no han sido diseñadas para soportar el volumen y el peso del tráfico actual. Ignorar este aspecto puede resultar en un deterioro acelerado de la infraestructura, lo que, a largo plazo, conlleva costos elevados en reparaciones y mantenimiento (González et al., 2019).

Adicionalmente, las condiciones climáticas también juegan un papel fundamental en el desarrollo de esta patología. Los cambios de temperatura, la humedad y los ciclos de congelación y descongelación impactan negativamente la integridad de los materiales utilizados en la construcción de las carreteras (ASCE, 2020). En regiones donde estos fenómenos son frecuentes, se hace imperativo considerar la utilización de materiales y técnicas constructivas que minimicen el riesgo de agrietamiento. La falta de atención a estos factores puede conducir a un aumento en la frecuencia de reparaciones, lo que resulta en un uso ineficiente de los recursos públicos (Kandhal & Parker, 2002).

Por último, es importante destacar que esta patología no solo afecta la integridad estructural de las carreteras, sino que también compromete la seguridad de los usuarios. Las grietas en la superficie pueden causar accidentes, ya que afectan la comodidad de conducción y pueden ocasionar daños a los vehículos (Shen et al., 2018). Esta situación es especialmente preocupante en condiciones climáticas adversas, donde la adherencia del pavimento se ve comprometida. Por lo tanto, abordar el problema del fracturamiento en bloque no es solo una cuestión de mantenimiento, sino una necesidad para garantizar la seguridad vial en su totalidad (Miller et al., 2022).

Figura 4.

Agrietamiento en bloque en losa de concreto hidráulico



Nota. Agrietamiento en bloque en losa de concreto hidráulico, Fuente propia.2024

Desportillamientos en juntas

El desportillamientos en juntas en vías, es un fenómeno que se refiere al desgaste y deterioro que ocurre en las uniones entre diferentes secciones de pavimento, ya sea asfalto o concreto. Este problema, aunque a menudo pasa desapercibido, tiene consecuencias

significativas para la seguridad vial y la durabilidad de la infraestructura. Comprender su naturaleza y sus implicaciones es crucial para abordar adecuadamente este desafío.

Por ello, esta afectación puede ser atribuido a varios factores, siendo el tráfico vehicular uno de los más determinantes. Las juntas están diseñadas para permitir la expansión y contracción del pavimento debido a cambios de temperatura y otros factores ambientales. Sin embargo, el constante paso de vehículos, especialmente aquellos de gran peso, puede causar un desgaste prematuro en estas zonas críticas. Este deterioro no solo afecta la superficie de la carretera, sino que también puede llevar a un deterioro estructural más profundo, lo que implica costos elevados en reparaciones y mantenimiento. Además, las condiciones climáticas juegan un papel fundamental en el desportillamientos.

El desportillamientos en juntas también tiene un impacto ambiental. Las reparaciones frecuentes y el uso de materiales de construcción pueden generar residuos y aumentar la huella de carbono asociada a la construcción y mantenimiento de carreteras. Por lo tanto, es fundamental adoptar un enfoque sostenible que contemple no solo la solución inmediata al problema, sino también su impacto a largo plazo en el medio ambiente.

Figura 5.

Desportillamientos en juntas en losa de concreto hidráulico



Nota. Desportillamientos en juntas en losa de concreto hidráulico, Fuente propia

Hundimiento

El hundimiento o asentamiento en losas de concreto en pavimentos se define como el desplazamiento vertical hacia abajo de una sección de la losa de pavimento, que puede resultar en una deformación o pérdida de nivel en la superficie de rodadura. Este fenómeno puede ser causado por diversos factores, tales como:

Asentamiento de la subbase: La compactación insuficiente o el deterioro del material de soporte debajo de la losa pueden provocar que esta se hunda.

Cargas excesivas: El tráfico vehicular, especialmente el de vehículos pesados, puede ejercer una presión que excede la capacidad de soporte del concreto, llevando a la formación de hundimientos.

Fallas en la construcción: Deficiencias en la mezcla de concreto, en el diseño de la losa o en la ejecución de la obra pueden resultar en una menor resistencia y durabilidad, facilitando el hundimiento.

Figura 6.



Hundimiento o asentamiento en losa de concreto hidráulico

Nota. Hundimiento o asentamiento en losa de concreto hidráulico, Fuente propia.2024

Parches

Este tipo de patología se refiere a las intervenciones de reparación que se realizan en áreas deterioradas del pavimento mediante la aplicación de materiales específicos. Esta práctica, aunque a menudo vista como una solución temporal, tiene un significado profundo en el contexto del mantenimiento vial y la seguridad en las carreteras. Argumentar sobre su relevancia nos ayuda a comprender mejor los desafíos que enfrenta la infraestructura de transporte y la importancia de una gestión adecuada. La existencia de parches en carreteras es un indicador del estado general de la infraestructura vial. Cuando se observan múltiples parches, puede reflejar un problema subyacente de diseño, construcción o mantenimiento. Esto sugiere que, más allá de la estética, se requiere un análisis más profundo para abordar las causas del deterioro. Ignorar esta patología puede llevar a un ciclo de reparaciones constantes, lo que a largo plazo resulta en un desgaste prematuro de la carretera y en un aumento de los costos de mantenimiento.

A su vez, la calidad de los parches aplicados tiene un impacto directo en la seguridad vial, los parches mal ejecutados o de baja calidad pueden crear irregularidades en la superficie, aumentando el riesgo de accidentes. Por lo tanto, la patología de los parches no solo se refiere a la técnica de reparación, sino también a la necesidad de utilizar materiales adecuados y seguir procedimientos correctos. La falta de atención a estos detalles puede comprometer la integridad de la carretera y poner en peligro a los usuarios.

Otro aspecto para considerar es el costo asociado a la patología de los parches. Aunque inicialmente pueden parecer una solución económica, si no se manejan adecuadamente, los parches pueden llevar a un aumento en el gasto público debido a la necesidad de reparaciones frecuentes. Invertir en una evaluación y reparación más exhaustiva puede resultar más beneficioso a largo plazo, evitando así el gasto recurrente en parches que no solucionan el problema de fondo. La patología de los parches también tiene implicaciones ambientales. La frecuente aplicación de parches implica el uso de materiales y recursos que, si no se gestionan adecuadamente, pueden contribuir a la generación de residuos. La sostenibilidad en la construcción y mantenimiento de carreteras debe ser una prioridad, lo que implica considerar no solo la efectividad de los parches, sino también su impacto ambiental.

Figura 7.

Parches en losa de concreto hidráulico, Fuente propia



Marco de referencia

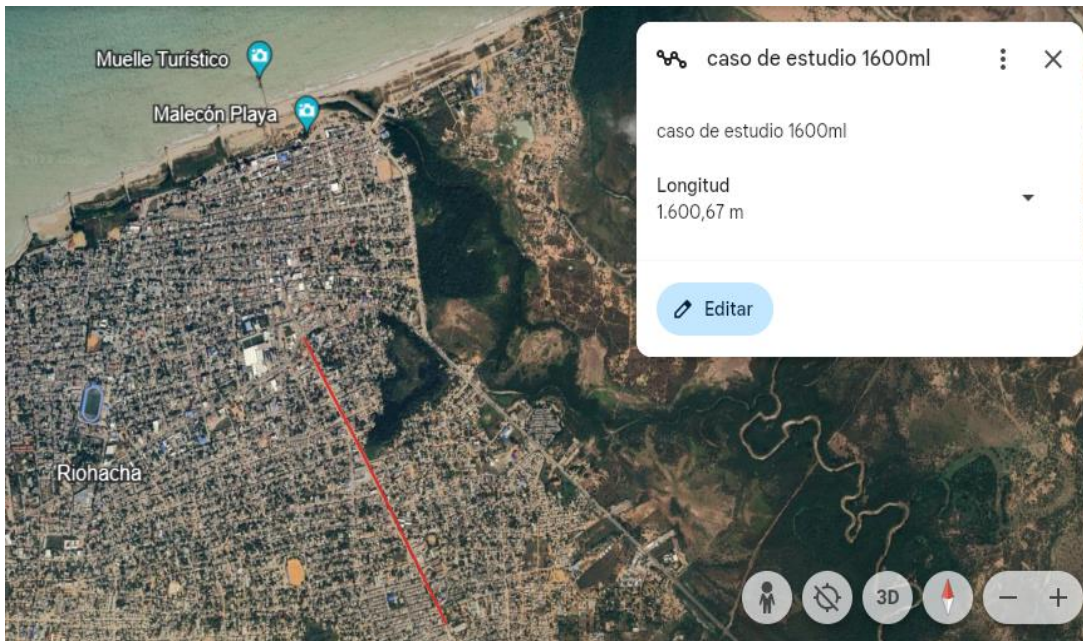
Marco geográfico

Localización del caso de estudio

El proyecto se ubica en la ciudad de Riohacha, departamento de La Guajira. La ciudad de Riohacha, está ubicada sobre la costa Caribe del departamento. Ocupa cerca de la cuarta parte del territorio departamental con una extensión de 491.383 ha de las cuales 133.980(27%) pertenecen a zonas de resguardos indígenas, 134.444(27%) al Parque Nacional Natural Sierra de Santa Marta y 4.784 (0,9%) al Santuario de Flora y Fauna de los Flamencos. (Alcaldía de Riohacha - La Guajira,2024)

Figura 8.

Ubicación específica del paciente



Nota. Ubicación del paciente, tomada de Google Earth, editado por fuente propia

Limites

Sus límites son: por el norte, el mar Caribe; por el oriente, con el municipio de Albania y el río Ranchería que lo separa del Municipio de Maicao y del Municipio de Manaure; al sur, con El Hato nuevo, Barrancas, Distracción, San Juan, y al occidente el Municipio de Dibulla.

(Alcaldía de Riohacha - La Guajira,2024)

La configuración de los límites del municipio de Riohacha, recuerda a la geometría de un trapecio recto en el que la base menor es su costa y el lado perpendicular es el tramo final del Río Ranchería. Su altitud sobre el nivel del mar varía desde el nivel del mar, hasta 3.800 m en el yacimiento del rio ranchería.

Figura 9. Mapa del Municipio de Riohacha, La Guajira.



NOTA. Mapa del Municipio de Riohacha, La Guajira (Colombia). Tomado de: Wikimedia Commons,, 2024, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Colombia_-_La_Guajira_-_Riohacha.svg

Datos del paciente o caso de estudio:

Longitud: 1600 ml

Calzada: Esta conformado por una doble calzada en dos sentidos con un ancho de 7 ml cada carril

Tipo de Pavimento: Está conformada por una carpeta de rodadura mediante concreto hidráulico

Coordenadas: **Inicio TPI** Este 1127727.575

Norte 1768669.226

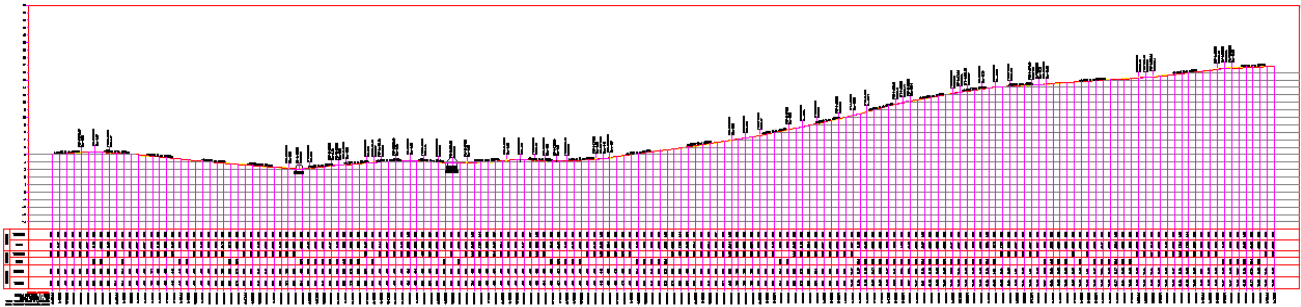
Fin TPI Este 1128632.925

Norte 1766180.156

Características del terreno: Presenta una topografía semi plana, con algunas variaciones en las elevaciones del terreno, y una pendiente suave, como se presenta en la siguiente imagen:

Figura 10.

Perfil longitudinal caso de estudio



Nota. Fuente propia

El presente proyecto donde se investiga la patología de una estructura en concreto mediante pavimento rígido se realiza con el fin de mejorar las condiciones de acceso, movilidad y transporte en los barrios de la zona sur del área urbana, Las Villas, Siete de Agosto, Entre Ríos, Buenos Aires, y demás barrios circundantes, en la zona sur de la cabecera municipal de Riohacha. Dicho pavimento, consta de losas de concreto hidráulico, que conforman la calzada, y bordillos que confinan la estructura del pavimento. Con un adecuado análisis y estudios, buscando la rehabilitación o adecuación urbanística de la zona del proyecto aportando a la comunidad del sector desarrollo comercial, mejoramiento de movilidad para una conexión integra, así mismo mejorando la seguridad para transeúntes y comerciantes de la zona, etc.

En el presente trabajo se realiza el estudio patológico correspondiente a la malla o estructura vial del paciente AVENIDA FRANCISCO EL HOMBRE CARRERA 7 CON CALLES 15 Y 46, comprendida en una longitud de 1.600 ml, para realizar el debido análisis de las posibles lesiones, se seccionará por medio de tramos a los cuales se realizará la investigación:

TRAMO 1: Entre calles 15 y 16 (K0+000 al K0+250)

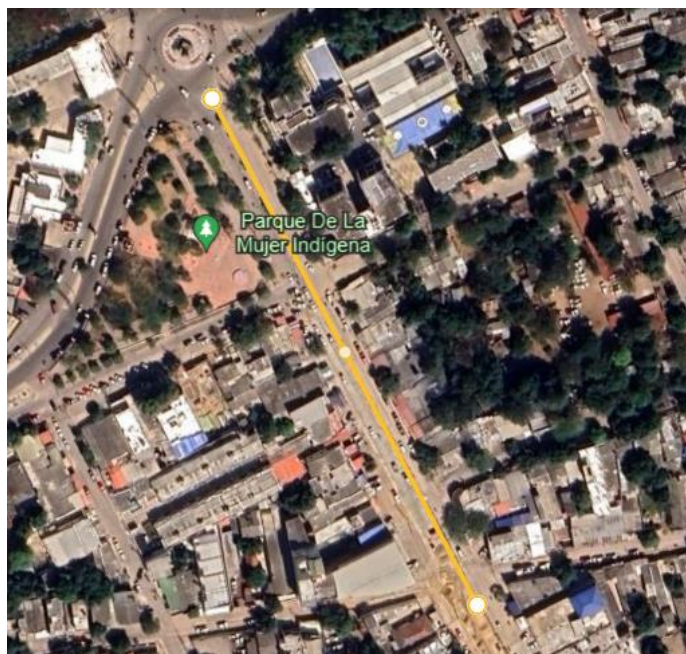
TRAMO 2: Entre calles 16 y 18 (K0+250 al K0+570)

TRAMO 3: Entre calles 18 y 24 (K0+570 al K1+120)

TRAMO 4: Entre calle 24 y 31 (K1+120 al K1+600)

En cuanto al desarrollo del presente caso de estudio, se contemplara la construcción de un análisis de las causas del comportamiento estructural presentado en las lesiones observadas en la estructura de la vía de pavimento rígido, el cual está comprendido en un trayecto que va desde el K0+000 al K1+600. Teniendo en cuenta consideraciones como sismicidad de la zona, nivel de tránsito, y ensayos de laboratorio, se implementaran conclusiones con el fin de definir las causas e implementar alternativas de intervención. Teniendo en cuenta lo relacionado anteriormente, se contemplan los siguientes tramos viales, con los cuales se desarrolla el siguiente estudio de estructuración del pavimento. El paciente se dividirá en los siguientes tramos:

Figura 11 Tramo 1 entre calles 15 y 16 (K0+000 al K0+250)



Nota. Localización del tramo 1, tomada de Google Earth, editado por fuente propia.

Figura 12.

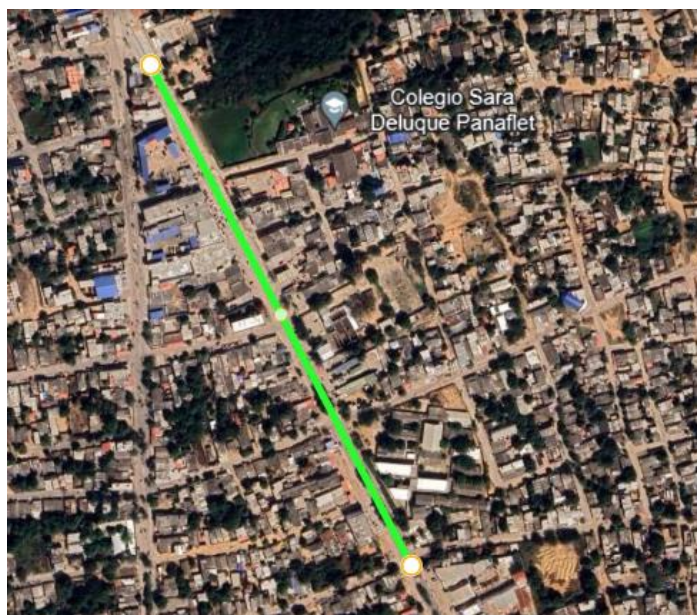
Tramo 2 entre calles 16 y 18 (K0+250 al K0+570)



Nota. localización del tramo 2, tomada de Google Earth, editado por fuente propia

Figura 13

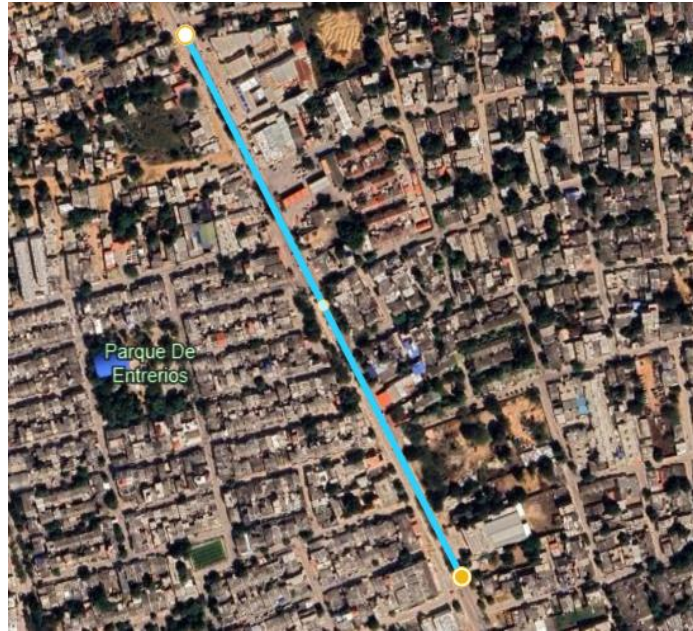
Tramo 3 entre calles 18 y 24 (K0+570 al K1+120)



Nota. localización del tramo 3, tomada de Google Earth, editado por fuente propia.

Figura 14

Tramo 4 entre calle 24 y 31 (K1+120 al K1+600)



Nota. localización del tramo 4, tomada de Google Earth, editado por fuente propia.

Metodología

Para la implementación de la metodología de desarrollo para el presente caso de estudio basada en la investigación de las patologías viales presentadas en la carpeta de rodadura (concreto rígido), se determinará el siguiente procedimiento.

Análisis de la inspección visual

Para el desarrollo de este procedimiento se debe ejecutar una inspección visual detallada del paciente caso de estudio, con ello, interpretar las posibles lesiones presentadas, tales como, grietas, hundimientos, parches, agrietamiento en bloque, pulimiento. Para ejecutar una auscultación detallada es preciso contar con fotografía donde se evidencien las características visuales de las lesiones, así como, el registro de las observaciones presentadas.

Toma de muestras

Para la implementación de esta etapa, es necesario realizar los ensayos pertinentes para definir las causas que causaron las lesiones a la carpeta de rodadura de la estructura de pavimento, una vez definidos los ensayos, es pertinente realizar el muestreo, estas deben contener un rotulado donde se identifique fácilmente la ubicación, fecha, tipo de muestra, y demás información que sea oportuna para posteriormente ser analizadas en el laboratorio. Con ello, determinar las propiedades físicas, químicas, biológicas y sustancias contaminantes proveniente de los materiales extraídos de la estructura de pavimento

Análisis comportamiento estructural

Con el fin de determinar el comportamiento estructural de la estructura de pavimento, es indispensable determinar la capacidad de carga del pavimento, deflexiones, análisis de

resistencia de carga vehicular y demás ensayos que sean necesarios para identificar las causas de las lesiones.

Análisis y evaluación de las causas

Una vez realizada las inspecciones pertinentes a paciente caso de estudio, se procede con la identificación de las patologías realizando el análisis correspondiente a las lesiones visualizadas, de esa manera evaluar las causas que llevaron a desarrollar el deterioro de la estructura del pavimento. Dentro de la evaluación es importante verificar factores como el diseño actual de la estructura de pavimento, procedimiento y construcción inicial del pavimento, calidad de los materiales de construcción, diseño con respecto al flujo vehicular, condiciones antrópicas y climáticas.

Informe y recomendaciones:

Con las evaluaciones realizadas, se procede a componer un informe descriptivo y visual con el fin de divulgar los resultados obtenidos en el estudio patológico de la estructura de la vía, de esa manera diseñar e implementar un plan de intervención y mantenimiento para mejorar o mitigar las patologías presentadas.

Descripción del paciente o caso de estudio

La Avenida Francisco El Hombre, una de las principales arterias de Riohacha, enfrenta diversas problemáticas que afectan tanto la movilidad como la calidad de vida de sus habitantes. A continuación, se detallan algunos de los principales problemas:

- Desgaste y Deterioro: la presencia de baches y hundimientos en la calzada es una manifestación clara de la falta de mantenimiento. Estos defectos no solo dificultan la circulación

de vehículos, sino que también generan un riesgo elevado de accidentes, especialmente para motociclistas y ciclistas. Del mismo modo se puede deducir que debido a la utilización de materiales de baja calidad en la construcción inicial ha contribuido al rápido deterioro de la vía, evidenciando varias lesiones en la estructura del pavimento, los cuales que requiere atención inmediata.

- Falta de Señalización Adecuada: La escasa y deteriorada señalización vertical y horizontal es una patología que afecta la seguridad vial. Sin señales claras, los conductores y peatones enfrentan dificultades para navegar, lo que puede llevar a accidentes y confusiones en la circulación. La deficiente iluminación en algunos tramos de la avenida no solo agrava la problemática de la señalización, sino que también crea un ambiente propicio para el delito, afectando la percepción de seguridad de los residentes.

- Congestión Vehicular Crónica: La falta de planificación urbana y la creciente cantidad de vehículos han llevado a una congestión constante en la avenida. Esta situación no solo provoca retrasos, sino que también contribuye a la contaminación del aire, afectando la salud pública y el bienestar de la comunidad.

- Impacto Social y Ambiental: La percepción de inseguridad derivada de la falta de vigilancia y la oscuridad en la vía afecta la salud mental de los residentes, generando ansiedad y un sentido de vulnerabilidad constante. La congestión vehicular contribuye a la contaminación del aire, lo que representa una patología ambiental que puede provocar problemas respiratorios y otras enfermedades en la población.

Siendo así que la avenida Francisco el Hombre, presenta múltiples patologías que requieren atención urgente. Abordar estas problemáticas no solo mejorará la infraestructura vial, sino que también impactará positivamente en la seguridad, la salud pública y la calidad de vida de los habitantes de Riohacha. Es fundamental implementar un plan integral que contemple la rehabilitación de la vía, la mejora de la señalización y el fomento de alternativas de transporte sostenible.

El paciente caso de estudio muestra un notable deterioro en su carpeta de rodadura, evidenciando signos claro de daño en su superficie, tales como pulimiento, agrietamiento en bloque, hundimientos, parches, desportillamientos en juntas. Esto posiblemente reflejado por una actividad constante del flujo vehicular, donde el tráfico reiterativo de cargas excesivas y el desgaste natural han provocado daños considerables.

El agrietamiento en bloque, hundimientos y parches, este tipo de lesiones representan una parte crucial del deterioro, además de evidenciarse áreas con un espesor de losa muy reducido, no acorde al nivel de tránsito actual. Estas imperfecciones presentan diferentes cambios físicos y estructurales y su posible origen se pueden atribuir a factores como variaciones en el comportamiento del suelo, nivel de humedad natural, temperaturas, no presencia de obras de drenaje y desgastes ocasionados por el nivel de tráfico y la falta de mantenimiento periódico y preventivo.

Analizando las patologías desde el comportamiento estructural, se puede evidenciar que la capa de rodadura a pesar de construirse en losas, estas no contienen dovelas transversales ni longitudinales, para transmitir entre ellas las diversas cargas en el transcurso de los vehículos, causa que posiblemente llevo a un deterioro prematuro en la capa de concreto hidráulico.

Adicional se evidencia que en la construcción de la capa de concreto hidráulico no se tuvieron

las condiciones técnicas para su implementación, ya que no se observan las recomendaciones de diseño presentadas en las normas INVIAS.

Inspección preliminar del caso de estudio

Con la finalidad de determinar las causas del deterioro del pavimento, se realizó la inspección preliminar principalmente a la capa de rodadura (concreto hidráulico). Durante esta fase se inspecciona la vía y se realiza el levantamiento de las áreas afectadas, definiendo las diversas causas patológicas que llevaron al origen de las lesiones, a continuación, se presentan unas imágenes donde se evidencian las lesiones más representativas:

Figura 15

Agrietamiento en bloque



Nota. Área afectada de 3.5m X 4.5m. fuente, propia. 2024

Figura 16

Agrietamiento en bloque



Nota. área afectada de 5.0 m X 4.5 m. fuente, propia. 2024

Figura 17

Agrietamiento en bloque



Nota. área afectada de 3.5 m X 4.5 m. Fuente, propia. 2024

Figura 18

Parches y desportillamientos



Nota. área afectada de 6 m X 6 m. Fuente, propia. 2024

Las demás imágenes de las lesiones que presenta el paciente o caso de estudio se pueden evidenciar el archivo de levantamiento de áreas afectadas, [Anexo 1](#).

Propuesta ensayos a realizar

Dada la relevancia del análisis estructural en el contexto actual, así como las anomalías detectadas en la resistencia y el espesor de la losa de pavimento rígido en el presente caso de estudio, se propone la realización de una serie de ensayos tanto destructivos como no destructivos. Estos ensayos tienen como objetivo identificar la causa principal de las deficiencias observadas y proporcionar un diagnóstico preciso que permita tomar decisiones informadas sobre la rehabilitación necesaria de la infraestructura vial

En el ámbito del diseño y comportamiento estructural, el análisis de lesiones se presenta como un componente esencial para garantizar la durabilidad y estabilidad de las edificaciones a largo plazo. Este estudio adquiere una relevancia particular en contextos donde la infraestructura vial interconecta comunidades de alta densidad, especialmente aquellas que han visto afectada su actividad económica por situaciones adversas, como la reciente pandemia y sus repercusiones en la movilidad y el transporte público informal.

Los barrios adyacentes a la estructura en cuestión, que experimentan una gran afluencia de transeúntes, enfrentan desafíos significativos. La paralización de muchas actividades económicas y el deterioro de las vías han impactado directamente la calidad de vida de sus habitantes, quienes, en su mayoría, pertenecen a grupos vulnerables. Por lo tanto, es fundamental asegurar que estas vías se encuentren en óptimas condiciones para permitir el tránsito seguro y eficiente de diversos tipos de vehículos, facilitando así el transporte de la comunidad.

Para abordar esta problemática, es crucial identificar las condiciones que han llevado a la vía a un estado de deterioro que justifique su rehabilitación. Esto implica no solo la restauración de su superficie, sino también el monitoreo y control de factores que podrían comprometer la infraestructura rehabilitada en el futuro. La sostenibilidad del proyecto de inversión dependerá de considerar parámetros específicos, tales como la capacidad portante del suelo existente, la gestión de la escorrentía y el comportamiento geotécnico y geológico de la zona. Estos elementos son clave para identificar puntos críticos y recopilar información precisa que permita una intervención adecuada.

Con el objetivo de proporcionar un diagnóstico lo más conciso posible, se llevarán a cabo los siguientes estudios de intervención mediante ensayos destructivos y no destructivos. Basado en ello, se busca determinar el estado actual del suelo y las condiciones de la capa de rodadura. En el presente informe, se fundamentan las siguientes normas de acuerdo con los ensayos a realizar:

Tabla 1.

Ensayos y norma legal vigente

ENSAYOS	NORMA LEGAL VIGENTE
Investigación de suelos y rocas para propósitos de ingeniería	INV – E – 101
Contenido de agua-humedad	INV – E – 122
Lavado por el tamiz 200	INV – E – 214
Determinación del límite líquido	INV – E – 125
Determinación del límite plástico e índice de plasticidad	INV – E – 126
CBR de laboratorio	INV – E – 148
Módulo resiliente de suelos y agregados (granulares o cohesivos)	INV – E – 156
Granulometría - Tamizado de tamaños mayores a 75 mm (N°200)	INV – E – 123
Resistencia a la compresión de cilindros y núcleos de concreto	NTC 673:2021
determinación del coeficiente de pulimento acelerado (cpa) de las partículas de agregado grueso	INV – E – 232-13
ensayo normal de penetración (spt) y muestreo de suelos con tubo partido	INV – E – 111-13

Nota. El objetivo de estos estudios es determinar el estado actual del suelo y las condiciones de la capa de rodadura.

Partiendo del hecho de que los estudios pertinentes para este caso de estudio son los de suelos y de ensayo destructivo (extracción de testigos y/o núcleos), se relaciona lo siguientes ensayos idóneos para un óptimo comportamiento de la estructura del pavimento:

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto: Se realiza para determinar la resistencia del concreto utilizado en la construcción del pavimento. Se extraen muestras de concreto y se someten a cargas de compresión en un laboratorio.

Ensayo de resistencia a la flexión: Este ensayo evalúa la capacidad del pavimento para soportar cargas aplicadas en su superficie. Se aplican cargas en el centro de una losa de pavimento y se mide la flexión que experimenta.

Ensayo de abrasión: Se realiza para evaluar la resistencia del pavimento a la abrasión causada por el tráfico vehicular. Se utiliza un equipo de ensayo específico que simula el desgaste causado por el roce continuo de los neumáticos.

Ensayo de compactación Proctor estándar: Este ensayo determina la densidad máxima alcanzable de un suelo bajo condiciones de compactación controladas. Proporciona información sobre la capacidad de soporte del suelo y su susceptibilidad a la compactación.

Ensayo de CBR (California Bearing Ratio): Se utiliza para evaluar la resistencia al corte del suelo y su capacidad para soportar cargas. Consiste en aplicar cargas a una muestra de suelo confinada en condiciones específicas y medir la deformación resultante

Ensayo de expansión libre (LDE) y ensayo de expansión por humedad (MDE): Estos ensayos se utilizan para evaluar la expansión potencial del suelo debido a cambios en la humedad. Es importante conocer la capacidad de expansión del suelo para evitar problemas de deformación en el pavimento a largo plazo.

Ensayo de permeabilidad: Se realiza para determinar la capacidad del suelo para permitir el paso del agua a través de él. La permeabilidad del suelo afecta la capacidad de drenaje del pavimento y puede influir en su durabilidad.

Ensayo de contenido de humedad: Este ensayo determina el porcentaje de humedad presente en una muestra de suelo. El contenido de humedad influye en las propiedades mecánicas del suelo y su capacidad de compactación.

Estos ensayos son fundamentales para garantizar la calidad, durabilidad del pavimento rígido, buenas prácticas de ejecución, así como caracterizar las propiedades del suelo, e identificar posibles problemas durante su construcción o uso, garantizando su durabilidad y rendimiento a lo largo del tiempo.

Metodología Para La Intervención Y Ejecución De Ensayos Para El Caso De Estudio

Exploración De Subsuelo Mediante Apiques

En la inspección y diagnóstico del proyecto se realizó una exploración a través de doce (12) apiques, ubicados estratégicamente en los cuatro tramos vial que conforman proyecto, en la Ilustración 7, se demuestra la ubicación de los apiques realizados, en los tramos del proyecto, con el fin de obtener un contexto espacial de los mismo.

Figura 19

Ubicación de los apiques en los tramos del proyecto



Nota. ubicación de la exploración realizada, en los tramos del proyecto mediante apiques.
Fuente. Google Earth

Figura 20

Ubicación de la exploración en la planta arquitectónica del proyecto

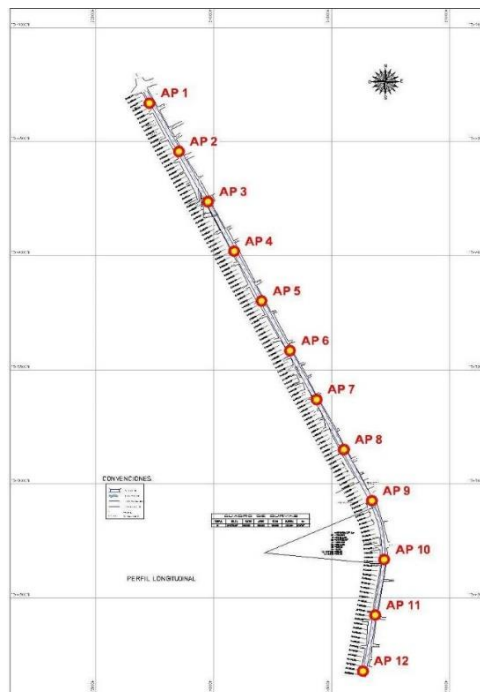


Tabla 2.

Localización geográfica de los apiques.

APIQUE	ABSCISA	COORDENADAS	
		ESTE	NORTE
1	K0+060	1127727.575	1768669.226
2	K0+210	1127852.254	1768456.479
3	K0+360	1127976.55	1768236.543
4	K0+510	1128086.863	1768020.124
5	K0+660	1128203.84	1767801.39
6	K0+810	1128324.338	1767583.628
7	K0+960	1128436.541	1767370.357
8	K1+110	1128552.166	1767150.496
9	K1+260	1128671.116	1766926.501
10	K1+410	1128723.487	1766668.966
11	K1+520	1128685.294	1766425.26
12	K1+600	1128632.925	1766180.156

Nota. se muestra la dirección en la que se realizó cada apique, así como sus coordenadas geográficas. Elaboración. Propia

Ensayos de Campo

En la investigación y diagnóstico del presente estudio se realiza la toma de doce 12 apiques los cuales oscilan en una profundidad de hasta 4.0 ml, con ello, determinar las características mecánicas de los suelos. Para la determinación del ensayo de CBR DE CAMPO

se realiza por medio del ensayo de Cono Dinámico, y se toman muestras del suelo existente, para realizarles ensayos de clasificación y C.B.R. de laboratorio.

Teniendo en cuenta, que la AVENIDA FRANCISCO EL HOMBRE, es una de las vías principales de la ciudad, se observa gran complejidad a la hora de realizar el ensayo de apiques, por ello, la forma de intervención para dichas tomas será la siguiente:

Se realizarán los ensayos pertinentes para tomas de muestras de suelos en los separadores vías, ya que estos proporcionan las mismas características de la vía, siendo así el punto idóneo sin afectar el tránsito de vehículos y transeúntes; en los puntos donde se evidencia que no hay berma o anden, se demarcara la zona implementando todos los protocolos de seguridad con ello tomar las muestras tanto de concreto como de suelos.

En las siguientes imágenes se divisan los puntos donde se toman los apiques:

Figura 21

Ubicación separadora para toma de apiques



Figura 22

Ubicación separadora para toma de apiques



Para la toma de extracción de testigos en concreto se realizará en zonas de poco aforo vehicular, tales como calles arterias de un solo sentido, se demarca en el recuadro rojo los posibles puntos de intervención:

Figura 23

ubicación toma de extracción de testigos en concreto



Figura 24

ubicación toma de extracción de testigos en concreto



Figura 25

Ubicación toma de extracción de testigos en concreto



Figura 26

ubicación toma de extracción de testigos en concreto



Posteriormente tomados todos los ensayos para el caso de estudio, se deberá reinstalar el material sobrante de los apiques con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo de accidentalidad, en

cuanto a los puntos de extracción de testigos de concreto, se fundirán los puntos de los elementos extraídos con mezcla de conceto preparada in situ.

Periodo De Ejecución

Para el desarrollo y entrega de los estudios a realizar se determina un periodo de 3 semanas a partir de la aprobación de la propuesta económica, en las cuales se realizarán la toma de los 12 apiques y los 32 testigos de concreto, con ello y la investigación realizada, realizar el informe de los resultados obtenidos incluyendo las conclusiones y validez del estudio.

Cronograma De Intervención

Se tendrá en cuenta el siguiente cronograma para la intervención y ejecución de los ensayos:

Tabla 3

cronograma de ejecución de actividades (ensayos)

CRONOGRAMA DE INTERNECION		SEMANAS DE INTERVENCION Y EJECUCION		
ITEM	ACTIVIDADES	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
1	Planteamiento de los objetivos y ejecucion del proyecto	■ ■		
2	Solicitud de permiso ante los antes pertinentes para la ejecucion	■ ■ ■ ■		
3	Toma de muestras (APIQUES) en los puntos determinados		■ ■ ■ ■ ■ ■	
4	Toma de muestras (testigos de concreto) en puntos determinados		■ ■ ■ ■ ■ ■	
5	Elaboracion de informe según los criterios y normas establecidas			■ ■ ■ ■
6	Envio de informe (archivos fotograficos, anexos)			■

Procedimiento Calculo PCI

El índice de condición del pavimento (PCI) representa una herramienta clave utilizada como metodología estándar en la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación. Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata.

Tabla 4.

Daños evaluados y unidad de medida para pavimentos rígidos.

No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parcheo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta

Fuente: Metodología PCI.

Tabla 5.

Rangos del PCI

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano, Anexo Técnico para Distritos de Conservación. Bogotá: El instituto, 2008.

Según la clasificación obtenida mediante el cálculo PCI existen varios tipos de intervención; a continuación, se describen cada una de ellas:

Mantenimiento rutinario: El mantenimiento rutinario en pavimentos rígidos es fundamental para conservar su funcionalidad y condición estructural. Al intervenir a tiempo con acciones correctivas como el sellado de juntas y reparación de desconchamientos, se limita la progresión de deterioros, lo cual tiene un efecto directo en la preservación de un PCI alto. Esto no solo prolonga la vida útil del pavimento, sino que también optimiza los costos de mantenimiento a largo plazo, asegurando infraestructuras más duraderas y eficientes.

Mantenimiento periódico: El mantenimiento periódico en pavimentos rígidos comprende intervenciones planificadas y programadas que se realizan en intervalos específicos, con el objetivo de restaurar y preservar la capacidad funcional del pavimento antes de que los deterioros menores evolucionen a fallas graves.

Rehabilitación: La rehabilitación es un proceso que implica intervenciones mayores para restaurar o mejorar las características funcionales y estructurales de un pavimento deteriorado. A diferencia del mantenimiento rutinario y periódico, la rehabilitación se aplica cuando los daños han avanzado significativamente y el PCI se encuentra en niveles críticos, generalmente por debajo de 50, indicando que el pavimento está en condición deficiente o muy pobre.

Reconstrucción: La reconstrucción es una intervención mayor que implica el retiro total o parcial del pavimento existente, incluidas sus capas de base y subrasante, para ser reemplazado por una nueva estructura. Este proceso se lleva a cabo cuando:

1. El pavimento ha fallado estructuralmente, con múltiples grietas severas, roturas y asentamientos.
2. La base o subrasante presentan deterioros graves que afectan el desempeño del pavimento.
3. Los costos de rehabilitación o mantenimiento resultan más altos que los de una reconstrucción.

La reconstrucción de un pavimento rígido es un proceso integral que garantiza la recuperación total del PCI, permitiendo restablecer la funcionalidad y prolongar su vida útil. Aunque representa una inversión significativa, la reconstrucción es la solución definitiva para pavimentos con PCI críticos y fallas estructurales severas. Al reiniciar el PCI a su valor máximo, este proceso asegura un pavimento eficiente, seguro y capaz de cumplir con las demandas del tránsito en el largo plazo.

Procedimiento

Se toma todo el tramo K0+000 a K0+700 a analizar, la norma ASTM D 6433 determina que para pavimentos rígidos se debe tomar 20 ± 8 losas para esta inspección se tomaron 28 de 3 ancho por 4 largo promedio.

Según los tramos evidenciados en el transcurso de la inspección visual como se demostraron en el contenido del presente trabajo se procedió a registrarlos de la siguiente manera:

Tabla 6.

Registro de fallas

TRAMO 1 Zona 1 - K0+000 al K0+100		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES	
		31	
		Cantidad	Severidad
		0	H
		1	M
		9	L
TOTAL	BAJA(L)	9	
	MEDIA(M)	1	
	ALTA(H)	0	
TRAMO 2 Zona 2 - K0+100 al K0+340		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES	
		24	
		Cantidad	Severidad
		15	H
		4	M
		1	L
TOTAL	BAJA(L)	1	
	MEDIA(M)	4	
	ALTA(H)	15	

TRAMO 3 Zona 3 - K0+340 al K0+400		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES			
				39	
		Cantidad		Severidad	
			6	H	
			9	M	
			0	L	
TOTAL	BAJA(L)	0			
	MEDIA(M)	9			
	ALTA(H)	6			
TRAMO 4 Zona 4 - K0+400 al K0+700		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES			
				30	
		Cantidad		Severidad	
			3	H	
			16	M	
			2	L	
TOTAL	BAJA(L)	2			
	MEDIA(M)	16			
	ALTA(H)	3			

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la densidad

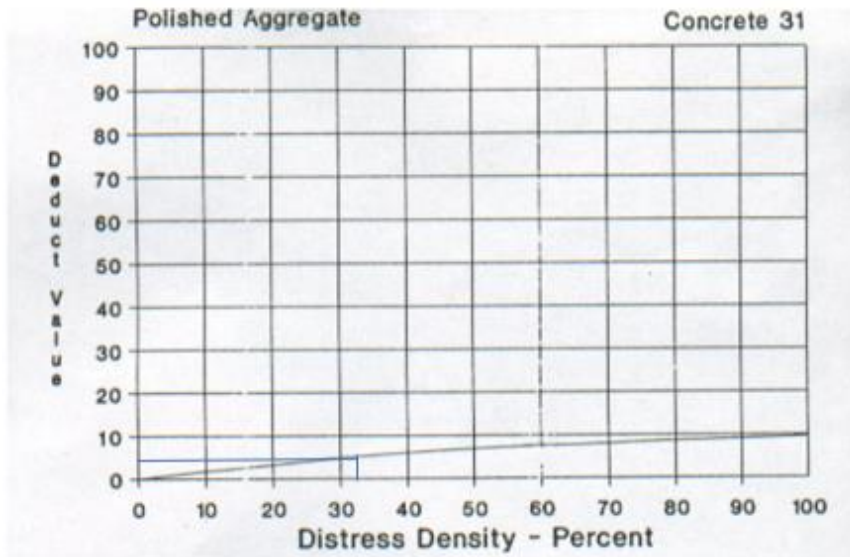
$$D = \frac{\text{CANTIDAD DE VECES QUE SE REPITE EL DAÑO}}{\text{\# DE LOSAS POR TRAMO}} * 100$$

Valor deducido

Se determina por las curvas para pavimentos de concreto

Figura 27

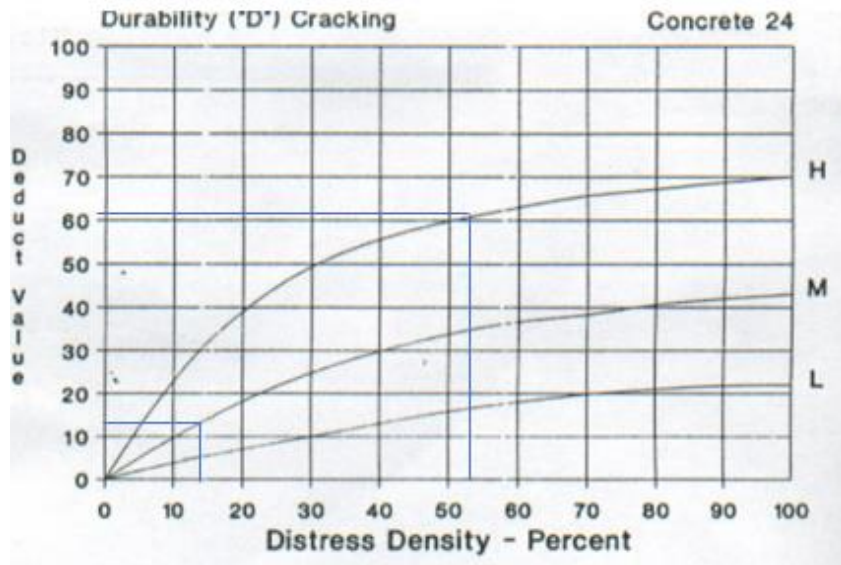
TRAMO 1. Curva para pavimento de concreto



Fuente: Metodología PCI

Figura 28

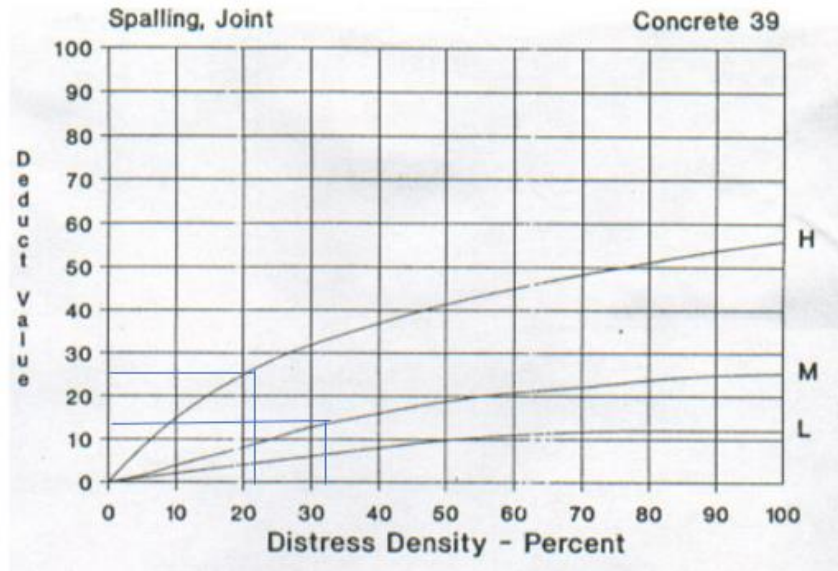
TRAMO 2. Curva para pavimento de concreto



Fuente: Metodología PCI.

Figura 29

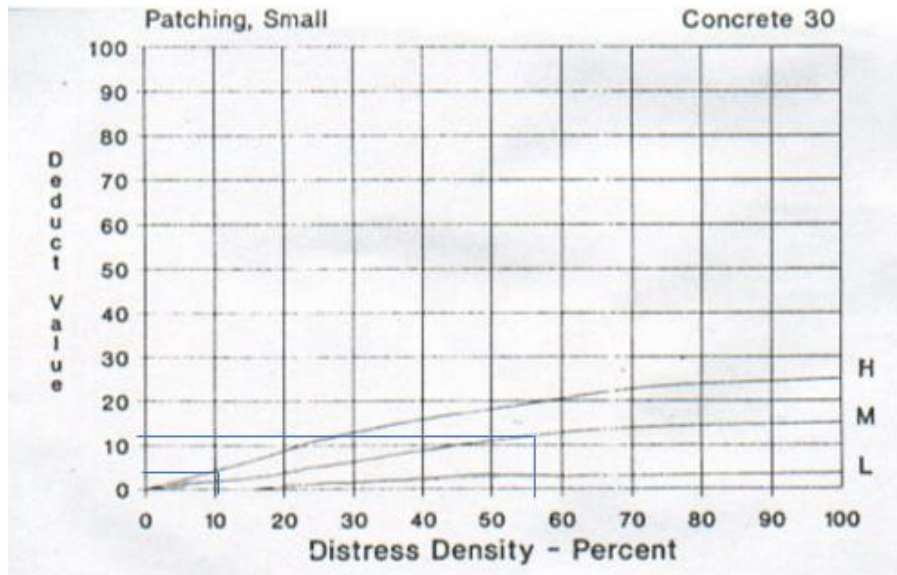
TRAMO 3. Curva para pavimento de concreto



Fuente: Metodología PCI.

Figura 30

TRAMO 4. Curva para pavimento de concreto



Fuente: Metodología PCI.

Tabla 7.

Valor deducido

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
TRAMO 1				
31	M	1	3,6	0
31	B	9	32,1	5
TRAMO 2				
24	H	15	53,6	60
24	M	4	14,3	13
24	L	1	3,6	0
TRAMO 3				
39	H	6	21,4	25
39	M	9	32,1	12
TRAMO 4				

30	H	3	10,7	4
30	M	16	57,1	11
30	L	2	7,1	0
VDT				130

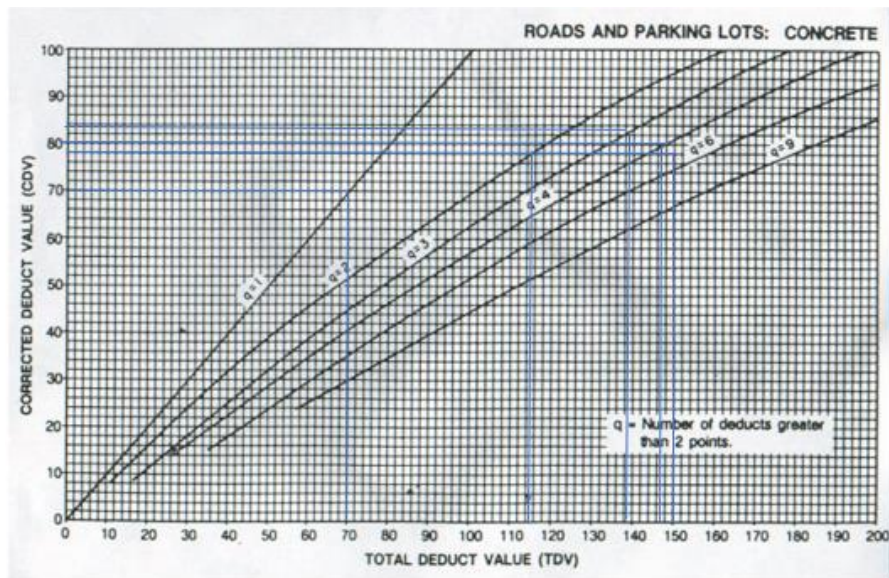
Fuente: Elaboración propia.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Numero de valores deducidos >2(q): 7

Valor deducido más alto HDV: 60

Numero de valores deducidos (mi): 5



Fuente: Metodología PCI.

Tabla 8

Valores deducidos

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	60	47,9	25,7	9,8	4,5	2	149,9	5	79

2	60	47,9	25,7	9,8	2	2	147,4	4	80
3	60	47,9	25,7	2	2	2	139,6	3	82
4	60	47,9	2	2	2	2	115,9	2	78
5	60	2	2	2	2	2	70	1	70

Fuente: Elaboración propia.

Calculo PCI:
$$PCI = 100 - MAX VDC$$

De esta manera se obtiene el índice de condición de pavimento que es **18**. Este valor indica que la vía está clasificada en “muy mala”, y de acuerdo con las recomendaciones este caso aplica para la **RECONSTRUCCIÓN**.

Presupuesto estimado

Tabla 9.

Presupuesto ensayos a realizar

OBJETO DEL CONTRATO:						
REALIZACION DE ENSAYOS DE CAMPO PARA EL ESTUDIO PATOLÓGICO VIAL DE LA AVENIDA FRANCISCO EL HOMBRE ENTRE LA CARRERA 7 CON CALLES 15 Y 46 DEL DISTRITO DE RIOHACHA, LA GUAJIRA, COLOMBIA						
%ReteGarantía 0%						
% Anticipo 5%						
% Admon 8%						
% Imprevisto 5%						
% Utilidad 5%						
VR CONTRATO						10,866,429
Grupo	Descripción	Cantidad	UND	Vr unitario	Vr unitario GR	Valor total
GRUPO	1 ENSAYO DE CAMPO Y LABORATORIO EXPORACION DE SUELOS DE LA VIA (INCLUYE INFORME)	6.00	UND		1,539,071.51	9,234,429
1.01	TRANSPORTE DE EQUIPO PARA TOMA DE APIQUES Y EQUIPO DE PENETRACION DINAMICA(DISTANCIA MENOR A 40KM)	0.50	UND	222,402.40	111,201.20	
1.02	EMPLAZAMIENTO DE EQUIPO TOMA DE APIQUES EN CADA PUNTO	1.00	UND	134,914.39	134,914.39	
1.03	REALIZACION DE APIQUE Y TOMA DE MUESTRA ALTERADA	1.00	UND	217,445.60	217,445.60	
1.04	EMPLAZAMIENTO DE EQUIPO DE PENETRACIÓN DINÁMICA	1.00	UND	111,106.70	111,106.70	
1.05	PENETRACIÓN MEDIANTE PENETRÓMETRO DINÁMICO INCLUYE EXTRACCION DE	1.00	UND	67,209.62	67,209.62	
1.06	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE UNA MUESTRA DE SUELO	1.00	UND	49,100.00	49,100.00	
1.07	ENSAYO PARA DETERMINAR LOS LÍMITES DE ATTERBERG (LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO)	0.50	UND	51,855.65	25,927.83	
1.08	ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MEDIANTE SECADO EN ESTUFA DE UNA MUESTRA DE SUELO.	0.50	UND	10,989.45	5,494.73	
1.09	ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (SECA Y HÚMEDA) DE UNA MUESTRA DE SUELO.	1.00	UND	20,407.81	20,407.81	
1.10	Ensayo C.B.R. (California Bearing Ratio) en laboratorio, INCLUYE ensayo Proctor	1.00	UND	372,287.63	372,287.63	
1.11	Granulometría - Lavado por el tamiz 75 mm (Nº200)	1.00	UND	49,100.00	49,100.00	
1.12	MODULO RESILIENTE (k) SUBRASANTE	0.33	UND	1,135,987.90	374,876.01	
GRUPO	2 ENSAYO DE EXTRACCION DE NUCLEOS EN PAVIMENTO RIGIDO (inclu	32.00	UND		51,000.00	1,632,000
2.01	ENSAYO DE NÚCLEOS EXTRAÍDOS - PREPARACIÓN DE NÚCLEOS Y ENSAYO DE COI	1.00	UND	51,000.00	51,000.00	


Ensayos de Laboratorio

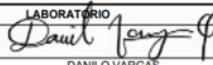
Se realiza el transporte de las muestras al laboratorio, en donde se les practicó los análisis correspondientes (Gradaciones, Humedades, Límites de Atterberg, Clasificaciones, y ensayo C.B.R.); a su vez, se realizan las pruebas de compactación para definir la densidad máxima y humedad óptima de los suelos al ser sometidos a determinada energía de compactación. De esta manera es posible estimar parámetros de resistencia, entre otras características del suelo para los cálculos y diseño del pavimento.

Resultado ensayo compresión de núcleos extraídos

Tabla 10.

Resultado ensayo compresión de especímenes extraídos

 Concrestercios Ingeniería especializada & consultoría		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO ASTM C 42, C 78, C 116, C 174 y C 676										Código: FEM-01-13 CR: 04343 Inf. N°: 1187068				
Observaciones: Los resultados corresponden exclusivamente a las muestras ensayadas. N=Normal B=Bajo																
Tramo	Cilindro No.	Localización	Fecha de toma	Fecha de ensayo	Lectura prensa (Kn)	Diametro muestra (Cm)	Long. De ensayo (cm)	Peso (g)	Densidad (Kg/m3)	Resistencia a la compresión obtenida mpa	Relacion (L- diametro)	Factor de correccion	Resistencia a la compresión corregida	Resistencia por diseño Mpa	(%)	OBS
1	1	K0+010	11/11/2024	15-11-2024	59.4	5.5	8.2	453	2391.5	18.7	1.51	0.96	17.6	21	83.8	
1	2	K0+060	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	11	672	3596	19.7	2.00	1.00	18.3	21	87.1	
1	3	K0+120	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	10.2	650	3475	18.9	1.85	0.96	19.2	21	91.4	
1	4	K0+135	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	9.8	636	3398	17.5	1.78	0.96	19.6	21	93.3	
1	5	K0+155	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.7	598	3189	17.7	1.58	0.96	17.5	21	83.3	
1	6	K0+200	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.3	588	3134	17.3	1.51	0.96	17.3	21	82.4	
1	7	K0+230	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.5	593	3161.5	18.1	1.55	0.96	19.2	21	91.4	
1	8	K0+250	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.2	591	3150.5	17.9	1.49	0.93	20.2	21	96.2	
2	9	K0+300	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	11	672	3596	19.7	2.00	1.00	18.3	21	87.1	
2	10	K0+350	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	10.2	650	3475	18.9	1.85	0.96	19.2	21	91.4	
2	11	K0+390	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	9.8	636	3398	17.5	1.78	0.96	19.6	21	93.3	
2	12	K0+440	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.7	598	3189	17.7	1.58	0.96	17.5	21	83.3	
2	13	K0+480	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.3	588	3134	17.3	1.51	0.96	17.3	21	82.4	
2	14	K0+501	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.5	593	3161.5	18.1	1.55	0.96	19.2	21	91.4	
2	15	K0+530	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.2	591	3150.5	17.9	1.49	0.93	20.2	21	96.2	
2	16	K0+560	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	11	672	3596	19.7	2.00	1.00	18.3	21	87.1	
3	17	K0+590	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	10.2	650	3475	18.9	1.85	0.96	19.2	21	91.4	
3	18	K0+680	11/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	9.8	636	3398	17.5	1.78	0.96	19.6	21	93.3	
3	19	K0+750	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.7	598	3189	17.7	1.58	0.96	17.5	21	83.3	
3	20	K0+815	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.3	588	3134	17.3	1.51	0.96	17.3	21	82.4	
3	21	K0+975	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.5	593	3161.5	18.1	1.55	0.96	19.2	21	91.4	
3	22	K1+025	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.2	591	3150.5	17.9	1.49	0.93	20.2	21	96.2	
3	23	K1+095	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	11	672	3596	19.7	2.00	1.00	18.3	21	87.1	
3	24	K1+120	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	10.2	650	3475	18.9	1.85	0.96	19.2	21	91.4	
4	25	K1+195	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	9.8	636	3398	17.5	1.78	0.96	19.6	21	93.3	
4	26	K1+276	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.7	598	3189	17.7	1.58	0.96	17.5	21	83.3	
4	27	K1+355	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.3	588	3134	17.3	1.51	0.96	17.3	21	82.4	
4	28	K1+399	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.5	593	3161.5	18.1	1.55	0.96	19.2	21	91.4	
4	29	K1+448	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.6	591	3150.5	17.9	1.56	0.93	20.2	21	96.2	
4	30	K1+501	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	8.9	601	3205.5	18.2	1.62	0.96	17.3	21	85.2	
4	31	K1+547	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	10.1	633	3361.5	18.7	1.84	0.96	18.7	21	89.0	
4	32	K1+600	12/11/2024	15-11-2024	3"	5.5	9.3	598	3189	19.3	1.69	0.96	19.4	21	92.4	

FIRMA:  DANILO VARGAS INGENIERO RESIDENTE DE LABORATORIO	RECIBIDO FIRMA: _____ FECHA: _____	Código: FEM-01-13 Inf N°: 1187068 Aprobado: _____ Pág. 1/1 2024-12-09
--	--	--

** FIN DE INFORME ** PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DE CONCRESTERCIOS LTDA.

Como resultado se evidencia que las resistencias obtenidas en el ensayo de compresión de núcleos de concreto mediante la aplicación de la norma ASTM C42, se encuentran por debajo de la resistencia de diseño inicial 21 Mpa como lo enuncia la NSR-10 la cual manifiesta un mínimo del 85% de la resistencia teórica del diseño. Siendo así, se obtienen valores entre el 83 % y el 96%, por ello, se debe determinar su validez con el diseñador estructural con el fin de que verifique estos resultados y se tomen alternativas de solución.

Determinación de lesiones y sintomatologías evidenciadas por tramos analizados


A continuación se relacionaran las lesiones presentadas en el pacientes, según el análisis se determinan que estas principalmente son de procedencia congénita ya que se derivan del procedimiento de construcción, sin embargo no podemos dejar a un lado que unos de los aspectos reflejado con gran importancia es el diseño con el cual se construyó la estructura del pavimento en concreto rígido, ya que la viabilidad del servicio cambio, por ello podría estar cambiando las cargas dinámicas proporcionadas al mismo, por las razones anteriormente manifestadas, determinamos las siguientes lesiones, se incluyen fichas de inspección.





Congénitas - contraídas:

Tramo 1 entre calles 15 y 16 (K0+000 al K0+250)

Encontramos PULIMIENTO, esta deficiencia es causada principalmente por el tránsito que produce el desgaste superficial de los agregados, especialmente cuando la







mezcla de concreto y/o agregado es de calidad deficiente y favorece la exposición de estos, el pulimento de los agregados puede ser considerado cuando un examen visual revela que la rugosidad sobre la superficie es muy reducida y se presenta una superficie suave al tacto.

 ESTUDIO PATOLÓGICO VIAL DE LA AVENIDA FRANCISCO EL HOMBRE ENTRE LA CARRERA 7 CON CALLES 15 Y 46 DEL DISTRITO DE RIOHACHA, LA GUAJIRA, COLOMBIA		FICHAS COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL		FRMT - 001	FICHA N° 1
				FECHA: 21-04-2024	
INFORMACION GENERAL DEL PACIENTE					
NOMBRE	CARRERA 7 ENTRE CALLES 15-46				
LOCALIZACION	RIOHACHA, LA GUAJIRA				
SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONCRETO HIDRAULICO				
TRAMO	1 entre calles 15 y 16 (K0+000 al K0+250)				
INFORMACION CAUSAS					
FISICAS		MECANICAS		QUIMICAS	
HUMEDAD ACCIDENTAL		GRIETAS		OXIDACION	
HUMEDAD POR FILTRACION		FISURAS		CORROSION	
HUMEDAD CAPILAR		FRACTURAS		CARBONATACION	
HUMEDAD POR CONDENSACION		DESPRENDIMIENTO		REACCION	
EROSION		PANDEO		ORGANISMOS	
SUCIEDAD	X	DEFORMACION		EFLORESCENCIA	
		EROSION			
BIOLOGICAS		DE CONTEXTO		CLASIFICACION	
PRESENCIA VEGETAL		DESASTRE NATURAL		LEVE	X
PRESENCIA ANIMAL		DESASTRE TECNOLÓGICO		MODERADA	
FLUIDOS MATERIAL				SEVERA	
DESCOMPUESTO				GRAVE	
DESCRIPCION					
<p>ESTA DEFICIENCIA ES CAUSADA PRINCIPALMENTE POR EL TRÁNSITO, QUE PRODUCE EL DESGASTE SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS, ESPECIALMENTE CUANDO LA MEZCLA DE CONCRETO Y/O AGREGADOS ES DE CALIDAD DEFICIENTE Y FAVORECE LA EXPOSICIÓN DE LOS MISMOS. EL PULIMENTO DE LOS AGREGADOS PUEDE SER CONSIDERADO CUANDO UN EXAMEN VISUAL REVELA QUE LA RUGOSIDAD SOBRE LA SUPERFICIE ES MUY REDUCIDA Y SE PRESENTA UNA SUPERFICIE SUAVE AL TACTO</p>					






Accidentales: Tramo 2 entre calles 16 y 18 (K0+250 al K0+570)

Se detecta un fracturamiento en bloque sobre las losas paralelo al eje del subsegmento de la vía, dividiendo las losas en dos planos.

 ESTUDIO PATOLÓGICO VIAL DE LA AVENIDA FRANCISCO EL HOMBRE ENTRE LA CARRERA 7 CON CALLES 15 Y 46 DEL DISTRITO DE RIOHACHA, LA GUAJIRA, COLOMBIA		FICHAS COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL		FRMIT - 001	FICHA N° 2
				FECHA: 21-04-2024	
INFORMACION GENERAL DEL PACIENTE					
NOMBRE	CARRERA 7 ENTRE CALLES 15-46				
LOCALIZACION	RIOHACHA, LA GUAJIRA				
SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONCRETO HIDRAULICO				
TRAMO	2, entre calles 16 y 18 (K0+250 al K0+570)				
INFORMACION CAUSAS					
FISICAS		MECANICAS		QUIMICAS	
HUMEDAD ACCIDENTAL		GRIETAS	X	OXIDACION	
HUMEDAD POR FILTRACION		FISURAS		CORROSION	
HUMEDAD CAPILAR		FRACTURAS	X	CARBONATACION	
HUMEDAD POR CONDENSACION		DESPRENDIMIEN	X	REACCION ORGANISMOS	
EROSION		PANDEO		EFLORECENCIA	
SUCIEDAD	X	DEFORMACION	X		
		EROSION			
BIOLOGICAS		DE CONTEXTO		CLASIFICACION	
PRESENCIA VEGETAL		DESASTRE NATURAL		LEVE	
PRESENCIA ANIMAL		DESASTRE TECNOLOGICO		MODERADA	
FLUIDOS MATERIAL				SEVERA	
DESCOMPUESTO				GRAVE	X
DESCRIPCION					
SE DETECTA UN FRACTURAMIENTO EN BLOQUE SOBRE LAS LOSAS PARALELO AL EJE DEL SUBSEGMENTO DE VÍA DIVIDIENDO LAS LOSAS EN DOS PLANOS, PUEDE PRESENTARSE ESTE TIPO DE DETERIOROS POR LA REPETICIÓN DE CARGAS PESADAS, PÉRDIDA DE SOPORTE DE LA FUNDACIÓN, TENSIONES GENERADAS POR EL GRADIENTE DE TEMPERATURA O RELACIÓN ANCHO-LARGO-EXCESIVA Y NO HAY PRESENCIA DE BOMBEO DE FINOS. PRESENTA UN NIVEL DE SEVERIDAD ALTO.					
					
					
					





Accidentales: Tramo 3 entre calles 18 y 24 (K0+570 al K1+120)

Se manifiestan desportillamientos en juntas, donde se presentan desintegración de las aristas de las juntas representada mediante a la perdida de trozos del pavimento rígido.

 ESTUDIO PATOLÓGICO VIAL DE LA AVENIDA FRANCISCO EL HOMBRE ENTRE LA CARRERA 7 CON CALLES 18 Y 46 DEL DISTRITO DE RIOHACHA, LA GUAJIRA, COLOMBIA		FICHAS COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL		FRMT - 001	FICHA N° 3
				FECHA: 21-04-2024	
INFORMACION GENERAL DEL PACIENTE					
NOMBRE	CARRERA 7 ENTRE CALLES 15-46				
LOCALIZACION	RIOHACHA, LA GUAJIRA				
SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONCRETO HIDRAULICO				
TRAMO	3, calles 18 y 24 (K0+570 al K1+120)				
INFORMACION CAUSAS					
FISICAS		MECANICAS		QUIMICAS	
HUMEDAD ACCIDENTAL		GRIETAS	X	OXIDACION	
HUMEDAD POR FILTRACION		FISURAS		CORROSION	
HUMEDAD CAPILAR		FRACTURAS	X	CARBONATACION	
HUMEDAD POR CONDENSACION		DESPRENDIMIENTOS	X	REACCION ORGANISMOS	
EROSION		PANDEO		EFLORISCENCIA	
SUCIEDAD	X	DEFORMACION	X		
		EROSION			
BIOLOGICAS		DE CONTEXTO		CLASIFICACION	
PRESENCIA VEGETAL		DESASTRE NATURAL		LEVE	
PRESENCIA ANIMAL		DESASTRE TECNOLÓGICO		MODERADA	
FLUIDOS				SEVERA	
MATERIAL DESCOMPUESTO				GRAVE	X
DESCRIPCION					
DESPORTILLAMIENTO DE JUNTAS DPL, DONDE SE PRESENTA DESINTEGRACIÓN DE LAS ARISTAS DE LAS JUNTAS, REPRESENTADA MEDIANTE LA PERDIDA DE TROZOS DEL PAVIMENTO. ESTAS SE PRESENTAN POR UNA MALA EJECUCIÓN A LA HORA DE PRODUCIR EL CONCRETO UTILIZADO COMO CAPA DE RODADURA, A SU VEZ, SE OBSERVA QUE LA JUNTA ENTRE LOSAS NO POSEE EL SELLO, POR ELLO, AL MOMENTO DE TRANSMISIÓN DE CARGAS ENTRE LOSAS SE PRODUCE LA LESIÓN LA CUAL PUEDE AFECTAR A MEDIANO PLAZO LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.					
					
					





Cognitivos: Tramo 4 entre calle 24 y 31 (K1+120 al K1+600)

Se presenta HUNDIMIENTO DE LOSAS y posterior agrietamiento, este tipo de falla se manifiesta principalmente por asentamientos producidos por erosiones en alguna de las pacas que constituyen la estructura del pavimento.

 ESTUDIO PATOLÓGICO VIAL DE LA AVENIDA FRANCISCO EL HOMBRE ENTRE LA CARRERA 7 CON CALLES 15 Y 46 DEL DISTRITO DE RIOHACHA, LA GUAJIRA, COLOMBIA		FICHAS COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL		FRMT - 001	FICHA N° 4
				FECHA: 21-04-2024	
INFORMACION GENERAL DEL PACIENTE					
NOMBRE	CARRERA 7 ENTRE CALLES 15-46				
LOCALIZACION	RIOHACHA, LA GUAJIRA				
SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONCRETO HIDRAULICO				
TRAMO	4, entre calle 24 y 31 (K1+120 al K1+600)				
INFORMACION CAUSAS					
FISICAS		MECANICAS		QUIMICAS	
HUMEDAD ACCIDENTAL		GRIETAS	X	OXIDACION	
HUMEDAD POR FILTRACION		FISURAS	X	CORROSION	
HUMEDAD CAPILAR		FRACTURAS	X	CARBONATACION	
HUMEDAD POR CONDENSACION		DESPRENDIMIEN	X	REACCION	
EROSION		PANDEO	X	ORGANISMOS	
SUCIEDAD		DEFORMACION	X	EFLORECENCIA	
		EROSION			
BIOLOGICAS		DE CONTEXTO		CLASIFICACION	
PRESENCIA VEGETAL		DESASTRE NATURAL		LEVE	
PRESENCIA ANIMAL		DESASTRE TECNOLÓGICO		MODERADA	
FLUIDOS				SEVERA	
MATERIAL DESCOMPUESTO				GRAVE	X
DESCRIPCION					
<p>HUNDIMIENTO DE LOSA HU Y POSTERIOR AGRIETAMIENTO, ESTE TIPO DE FALLA SE PRESENTA PRINCIPALMENTE POR ASENTAMIENTOS PRODUCIDOS POR CONSOLIDACIÓN EN LA CAPA DE BASE GRANULAR O EN LA SUBRASANTE, DEBIDO A QUE EL HUNDIMIENTO EN LOSAS PUEDE CONDUCIR AL AGRIETAMIENTO TOTAL DE LAS LOSAS AFECTADAS, SE DETERMINADA LA DEMOLICIÓN DE LA MISMA, MEJORAMIENTO DE LAS CAPAS GRANULARES, Y NUEVAMENTE FUNDIR ELEMENTO.</p>					
					
					

Cognitivos: Tramo 4 entre calle 24 y 31 (K1+120 al K1+600)

En este tramo se presenta la lesión patológica parches PCH, la cual se presenta debido a reparaciones realizadas por diversos factores de intervención, donde se ve afectada la capa de rodadura, este tipo de lesión se deriva o manifiesta por los malos procedimientos a la hora de realizar este tipo de reparaciones, que con el tiempo tienen a desprenderse generando fracturamiento en la losa y posteriormente baches.

 ESTUDIO PATOLÓGICO VIAL DE LA AVENIDA FRANCISCO EL HOMBRE ENTRE LA CARRERA 7 CON CALLES 15 Y 46 DEL DISTRITO DE BHOACHA, LA GUAJIRA, COLOMBIA		FICHAS COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL		FRMT - 001	FICHA N° 2																								
				FECHA: 21-04-2024																									
INFORMACION GENERAL DEL PACIENTE																													
NOMBRE	CARRERA 7 ENTRE CALLES 15-46																												
LOCALIZACION	BHOACHA, LA GUAJIRA																												
SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONCRETO HIDRAULICO																												
TRAMO	4, entre calle 24 y 31 (K1+120 al K1+600)																												
INFORMACION CAUSAS			 																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FISICAS</th> <th>MECANICAS</th> <th>QUIMICAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HUMEDAD ACCIDENTAL</td> <td>GRIZETAS</td> <td>OXIDACION</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD POR FILTRACION</td> <td>FISURAS</td> <td>X CORROSION</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD CAPILAR</td> <td>FRACTURAS</td> <td>X CARBONATACION</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD POR CONDENSACION</td> <td>DESPRENDIMEN</td> <td>REACCION ORGANISMOS</td> </tr> <tr> <td>EROSION</td> <td>PANDEO</td> <td>EFLORESCENCIA</td> </tr> <tr> <td>RUJEDAD</td> <td>DEFORMACION</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>EROSION</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						FISICAS	MECANICAS	QUIMICAS	HUMEDAD ACCIDENTAL	GRIZETAS	OXIDACION	HUMEDAD POR FILTRACION	FISURAS	X CORROSION	HUMEDAD CAPILAR	FRACTURAS	X CARBONATACION	HUMEDAD POR CONDENSACION	DESPRENDIMEN	REACCION ORGANISMOS	EROSION	PANDEO	EFLORESCENCIA	RUJEDAD	DEFORMACION			EROSION	
FISICAS	MECANICAS	QUIMICAS																											
HUMEDAD ACCIDENTAL	GRIZETAS	OXIDACION																											
HUMEDAD POR FILTRACION	FISURAS	X CORROSION																											
HUMEDAD CAPILAR	FRACTURAS	X CARBONATACION																											
HUMEDAD POR CONDENSACION	DESPRENDIMEN	REACCION ORGANISMOS																											
EROSION	PANDEO	EFLORESCENCIA																											
RUJEDAD	DEFORMACION																												
	EROSION																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>BIOLOGICAS</th> <th>DE CONTEXTO</th> <th>CLASIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRESENCIA VEGETAL</td> <td>DESASTRE NATURAL</td> <td>LEVE</td> </tr> <tr> <td>PRESENCIA ANIMAL</td> <td>DESASTRE TECNOLÓGICO</td> <td>MODERADA X</td> </tr> <tr> <td>FLUIDOS</td> <td></td> <td>SEVERA</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL DESCOMPUESTO</td> <td></td> <td>GRAVE</td> </tr> </tbody> </table>			BIOLOGICAS	DE CONTEXTO	CLASIFICACION	PRESENCIA VEGETAL	DESASTRE NATURAL	LEVE	PRESENCIA ANIMAL	DESASTRE TECNOLÓGICO	MODERADA X	FLUIDOS		SEVERA	MATERIAL DESCOMPUESTO		GRAVE												
BIOLOGICAS	DE CONTEXTO	CLASIFICACION																											
PRESENCIA VEGETAL	DESASTRE NATURAL	LEVE																											
PRESENCIA ANIMAL	DESASTRE TECNOLÓGICO	MODERADA X																											
FLUIDOS		SEVERA																											
MATERIAL DESCOMPUESTO		GRAVE																											
DESCRIPCION																													
<p>Este tipo de lesiones se presenta principalmente debido a reparaciones realizadas por diversos factores de intervención, donde se ve afectada la capa de rodadura</p>																													

Diagnóstico del estudio de caso

Se hace necesaria la intervención de la vía, ya que los barrios adyacentes a la estructura que son de gran fluencias ya que intercomunican a gran parte de la ciudad, estas comunidades que han sido afectadas por la pandemia debido actividad económica que se venía realizando ha sido paralizada por el cierre de muchos establecimientos y la dificultad de la movilidad del transporte público informal a esto se suma que invierno y así mismo cuentan con una gran población en condición de vulnerabilidad, y para lograr mejorar la calidad de vida de esta comunidad se hace necesario contar con vías en óptimas condiciones que puedan ser transitadas por cualquier tipo de vehículo para trasportar a la comunidad.

Se requiere determinar cuál fue la condición que llevó a la vía al nivel de deterioro tal que requiera rehabilitación, con ello es necesario controlar lo que pueda llegar a afectar la vía rehabilitada. Esto para garantizar la sostenibilidad del proyecto de inversión, teniendo en cuenta parámetros específicos de capacidad portante (resistencia del suelo existente) de la superficie subyacente, control de escorrentía o manejo de caudales, junto a comportamientos geotécnicos o geológicos de la zona. Estos parámetros caracterizan principalmente puntos críticos, y de esta manera contar con una información veraz para lograr una intervención correcta.

Con lo anterior relacionado, se implementa una ficha de diagnóstico donde se evidencian las principales anomalías presentadas ver anexo *

Vulnerabilidad Geotécnica Caso De Estudio

Descripción de la red de drenaje

En la zona predominan áreas de semi desérticas, se encuentra ubicado en el valle de estos suelos corresponden a abanicos aluviales de la falda de la Sierra Nevada en Santa Marta, con relieve plano, ligeramente inclinado y profundidad efectiva superficial, limitada por compactación del suelo y presencia de gravillas de origen ígneo. El drenaje externo es lento, el drenaje interno de medio a rápido y en general se consideran suelos naturalmente bien drenados.

Geología regional

El paciente caso de estudio, se encuentra situado en el departamento de La Guajira, donde se entrelazan las placas tectónicas del Caribe y Suramérica.

La región de Riohacha posee una geología rica y compleja que ha influido de manera determinante en su desarrollo económico, social y ambiental. Esta área, situada en el extremo norte de Colombia, está caracterizada por una diversidad de formaciones geológicas que abarcan desde sedimentos recientes hasta rocas del Precámbrico, configurando un mosaico geológico único en el país. Comprender y gestionar adecuadamente esta geología regional es esencial para garantizar un desarrollo sostenible que equilibre la explotación de recursos con la conservación ambiental. Riohacha y sus alrededores están situados en una región donde convergen varias unidades geológicas de importancia. Entre estas destacan las formaciones sedimentarias del Cretácico y Paleógeno, asociadas a recursos energéticos como carbón y gas natural, que han sido pilares del

desarrollo económico de La Guajira. Adicionalmente, en esta región se encuentran suelos ricos en minerales no metálicos como yeso, calizas y sal, que son fundamentales para las industrias de la construcción y química.

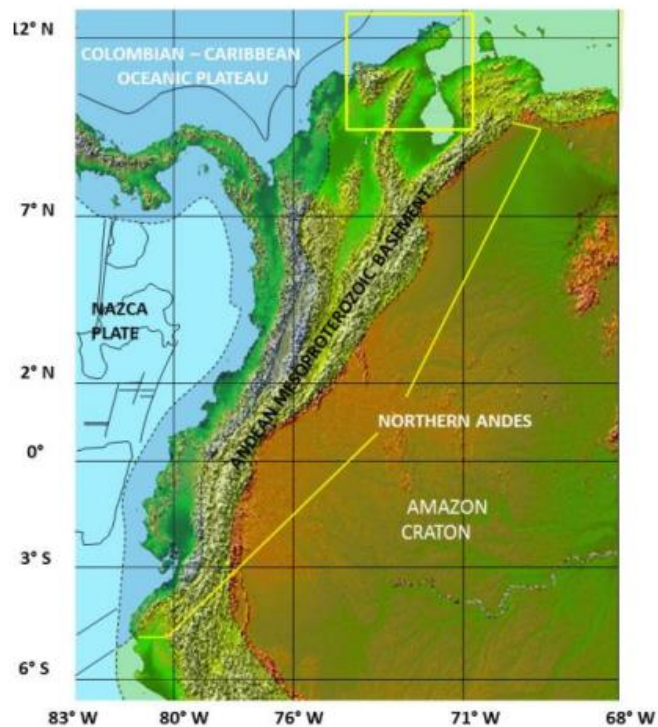
Sin embargo, la geología regional no solo aporta beneficios económicos, sino que también es clave en la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos. Las formaciones sedimentarias recientes actúan como acuíferos, esenciales en una región donde la escasez de agua superficial es un problema crítico. Por ello, la gestión adecuada de estos recursos geológicos es vital para el bienestar de las comunidades locales. La geología regional de Riohacha, más que un conjunto de recursos para ser explotados debe ser vista como un sistema interconectado que exige una gestión integral.

La implementación de estrategias de ordenamiento territorial basadas en el conocimiento geológico es esencial para garantizar un desarrollo sostenible. Esto incluye la planificación de actividades económicas que respeten la capacidad de carga del territorio, la protección de áreas estratégicas para la conservación hídrica y la restauración de zonas degradadas por actividades mineras.

Además, es fundamental fortalecer la investigación geológica en la región, promoviendo la colaboración entre el sector público, la academia y las comunidades locales. Esto permitirá una comprensión más profunda de los recursos y riesgos geológicos, facilitando la toma de decisiones informadas que beneficien tanto a las generaciones actuales como a las futuras.

Figura 31.

Localización geológica de la zona caso de estudio

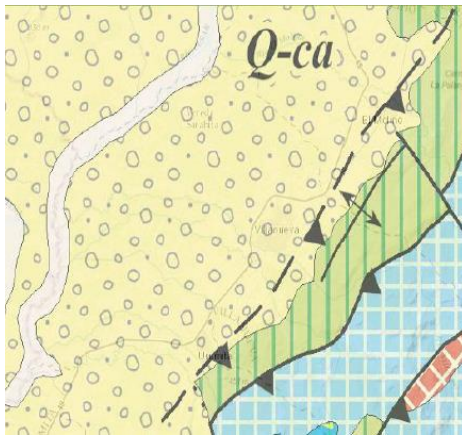


Fuente. www.capycua.com.co



Figura 32. mapa geológico departamento de la Guajira

fuelle, <https://www.researchgate.net>



La morfología corresponde al sector fronterizo del país con Venezuela y limítrofe con el Mar Caribe en el departamento de La Guajira, presenta las unidades hidrogeológicas que componen la zona, sectorizando el área de estudio de acuerdo a formaciones permeables como sedimentos no consolidados, sedimentos semiconsolidados, rocas consolidadas con permeabilidad primaria y rocas consolidadas con permeabilidad secundaria; y por otro lado las formaciones impermeables como rocas sedimentarias e ígneas y metamórficas. Depósitos aluviales (Q). En esta unidad se agrupan Terrazas, Llanuras, de Piedemonte y aluviones que han sido generados por la principal arteria fluviales de la región como son el río Ranchería y sus afluentes. Difieren en su posición topográfica de las zonas de acumulación de los abanicos y en los valles. De igual manera su granulometría es variable con predominio de material grueso sobre los finos.

Q-al: Depósitos y llanuras aluviales.
Q1-e: De Dunas.

	Q1-t: Terrazas aluviales.
--	---------------------------

Origen Y Evolución Del Basamento

Riohacha, capital del departamento de La Guajira, se asienta sobre un basamento geotécnico complejo, resultado de procesos geológicos y geomorfológicos que abarcan millones de años. Este territorio, ubicado en la región nororiental del país, forma parte de la Península de La Guajira, una zona rica en diversidad geológica influenciada por las dinámicas tectónicas, climáticas y sedimentarias que han moldeado su suelo y subsuelo.

Origen geológico

El basamento geotécnico de Riohacha tiene su origen en el Cretácico tardío, cuando la interacción de las placas tectónicas del Caribe y suramericana generó importantes procesos de subducción, colisión y acreción. Esta actividad dio lugar a la formación de terrenos ígneos, metamórficos y sedimentarios que constituyen la base de la península.

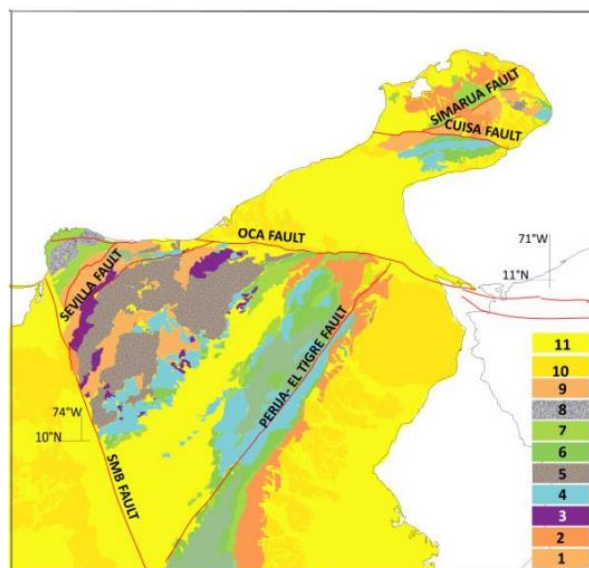
Durante este período, el área estuvo influenciada por el levantamiento de la Cordillera de los Andes y por la actividad volcánica asociada, que dejó un registro de materiales consolidados en la región.

En el Paleógeno y Neógeno, la acumulación de sedimentos marinos y continentales comenzó a dominar la zona debido a la incursión de ambientes costeros, lagunares y fluviales. Esto generó capas de depósitos sedimentarios que constituyen una parte importante del basamento actual, caracterizadas por areniscas, limolitas, arcillolitas y depósitos aluviales.

Por otro lado, la proximidad al mar Caribe introduce desafíos adicionales, como la corrosión de materiales debido a la salinidad y el riesgo de inundaciones en áreas bajas durante eventos extremos.

Figura 33.

Mapa de fallas geológicas sobre la plataforma Caribe colombiana



Geomorfología

Entre las herramientas importantes de la temática geomorfología aplicada a la ingeniería geotécnica se tiene la Morfometría, que trata los aspectos cuantitativos de las geoformas o elementos, medidas, dimensiones y valores, para la caracterización de las formas de los terrenos por su génesis y parámetros morfométricos, de los cuales se consideran por su importancia ingenieril: la inclinación de la ladera, la longitud de la ladera y la forma de estas.

La Inclinación de la ladera, parámetro fundamental en los análisis de estabilidad de los terrenos, corresponde al ángulo de inclinación que forma una ladera o terreno respecto a

un plano horizontal imaginario. Los índices de inclinación de la pendiente de las laderas se presentan en la Tabla 10

Tabla 11.

Clasificación de las pendientes

PARÁMETRO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO	INCLINACIÓN (GRADOS)
Inclinación de la pendiente	Plana	Menor de 1
	Suave	1 – 5
	Moderada	5 – 10
	Inclinada	10 – 15
	Abrupta	15 – 30
	Escarpada	30 – 45
	Muy escarpada	> 45

Fuente propia

En el caso de los tramos del proyecto se encuentran pendientes de planas a suaves, en algunos casos muy puntuales se encuentran pendientes moderadas como inclinación máxima.

Toda la zona del municipio se presenta una unidad de geoforma irregular que obedece a procesos de suelos transpuestos por eventos muy antiguos, que presentan características morfométricas como condiciones de pendiente plana a suaves, con longitudes amplias de varios kilómetros. También se localizan la unidad de geoforma de origen antrópico de tipo de suelos explanados de relleno Geoformas resultantes de la conformación y adecuación de los terrenos para el desarrollo urbanístico (viviendas, vías, etc.); presenta como características morfométricas: inclinación de suave a plana.

El tramo del proyecto se encuentra localizado en unidades geomorfológicas de tipo valles aluviales, sin embargo, se asemeja a zonas urbanas. Las pendientes normalmente son heredadas de la natural del suelo, los drenajes en la mayoría de los casos se calcan. En la superficie del suelo adquiere mayor resistencia a la erosión por la presencia de coberturas como edificaciones, en las calles son las superficies desnudas que son erosionales. La siguiente ilustración presenta la localización del proyecto en el mapa de unidades geomorfológicas. En concordancia con los depósitos encontrados por la exploración del suelo, por medio de apiques realizados en la zona del proyecto.

Sismicidad

Riohacha, La Guajira, se encuentra en una región geológicamente activa que, aunque no presenta una alta incidencia sísmica como otras zonas del país, no está exenta de

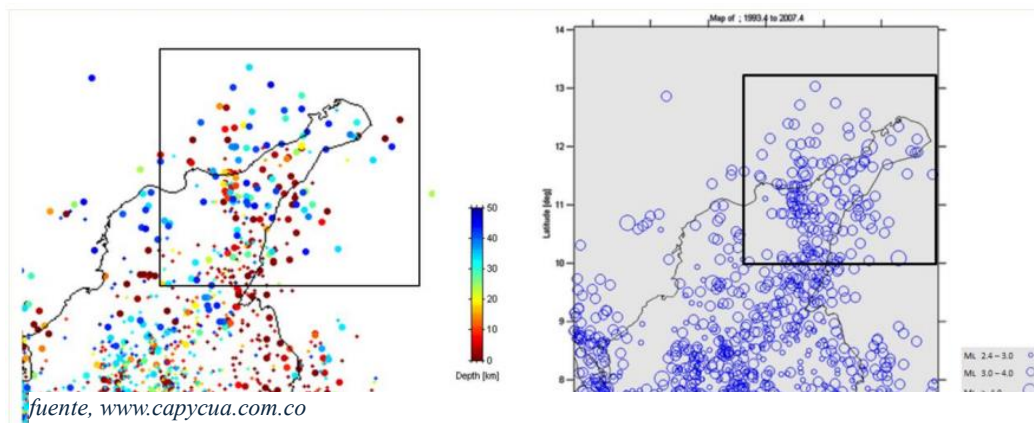
riesgos. La sismicidad en esta región se deriva de la interacción de las placas tectónicas del Caribe y Suramérica, así como de fallas locales. Este fenómeno, aunque de baja frecuencia en comparación con regiones como el Eje Cafetero o el suroccidente colombiano, debe considerarse en los estudios de riesgo para garantizar un desarrollo urbano seguro y sostenible. La Guajira se ubica en el margen nororiental del país, donde la Placa del Caribe se desplaza hacia el este respecto a la Placa Suramericana. Esta interacción tectónica genera esfuerzos y deformaciones que se manifiestan en fallas activas, como la Falla de Oca, que cruza el sur de La Guajira, y la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, que también influye indirectamente en la región. Aunque los eventos sísmicos en La Guajira suelen ser de menor magnitud, existe un potencial latente de movimientos sísmicos debido a la dinámica regional y al reajuste geológico constante.

Históricamente, La Guajira no ha sido epicentro de terremotos devastadores, pero se han registrado movimientos telúricos de magnitudes moderadas que generan alarma y preocupación. La mayor parte de los sismos percibidos en Riohacha son consecuencia de la actividad de fallas regionales y del ajuste tectónico en el Caribe. Sin embargo, esta baja frecuencia sísmica no debe interpretarse como ausencia de riesgo, ya que incluso sismos de baja a mediana magnitud pueden generar daños significativos en zonas con infraestructura vulnerable. Uno de los principales desafíos que enfrenta Riohacha es la vulnerabilidad de su infraestructura, construida en su mayoría sin criterios antisísmicos estrictos. Los suelos aluviales y arenosos característicos de la región pueden amplificar las ondas sísmicas, aumentando el riesgo de daños a edificaciones. Además, la escasa planificación urbana y el crecimiento desordenado de la ciudad incrementan la exposición al riesgo.

Aunque Riohacha y La Guajira no se consideran zonas de alta sismicidad en Colombia, el riesgo sísmico no debe subestimarse debido a la presencia de fallas activas y a la dinámica tectónica regional. La combinación de infraestructura vulnerable y falta de conciencia sobre el riesgo podría aumentar las consecuencias de un evento sísmico en el futuro. Es imperativo que las autoridades locales, en conjunto con la comunidad y los expertos, adopten políticas de prevención y mitigación que garanticen la resiliencia de la ciudad frente a posibles sismos, asegurando así un desarrollo sostenible y seguro.

Figura 34.

Sismicidad registrada por la Red Sismológica Nacional de Colombia



Matriz de vulnerabilidad

SISMOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	SUELOS	ESTRUCTURA Y LESIONES	MATERIALES Y ANALISIS DE CAUSAS	CALIFICACION	COLOR
<p>HISTÓRICAMENTE PARA LA REGIÓN ORIENTAL DE LA PLATAFORMA CARIBE COLOMBIANA ES RELEVANTE EL SISMO DEL 22 DE MAYO DE 1934 QUE AFECTÓ AL MASO SUELO DE SIMÓN BOLÍVAR Y PRODUJO LA DESTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE SANTA MARTA. LOS EFECTOS DE ESTE SISMO EN SANTA MARTA ESTÁN AMPLIAMENTE DOCUMENTADOS. Y SEÑALAN QUE SANTA MARTA LA CUAL TENIA EN ESA ÉPOCA APROXIMADAMENTE 4500 HABITANTES, SUFRIÓ DAÑOS MATERIALES CUANTIOSOS PARA LA ÉPOCA DE JUHOLA EN LA RUINA. EL SISMO EN ESTA CIUDAD PRODUJO LA DESTRUCCIÓN DE MÁS DE 100 CASAS Y LAS CINCO IGLESIAS QUE TENIA EN SE TIEMPO INCLUYENDO ENTRE ESTAS A LA CATEDRAL (BERMÚDEZ, 1997; VILORIA DE LA HOZ, 2000). ESTE SISMO HA SERVIDO DE REFERENCIA PARA INDICAR EL ALCANCE DE LA AMENAZA SÍSMICA QUE PUEDE TENER LA FALLA OCA (PARIS ET AL., 2000). SIN EMBARGO, PARA SANTA MARTA NO SE HA CONSIDERADO A LA FALLA OCA COMO LA PRINCIPAL CAUSA DE LA AMENAZA SÍSMICA PARA LA CIUDAD, SINO A LA FALLA SANTA MARTA - BUCHARANGA (HERNÁNDEZ, 2001), A PESAR DE QUE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, ESTABLECIÓ QUE LA FALLA DE OCA CONTRIBUYE CON CERCA DEL 70% DE LA AMENAZA SÍSMICA PARA LA CIUDAD.</p>	<p>TODA LA ZONA DEL MUNICIPIO SE PRESENTA UNA UNIDAD DE GEOFORMA DENUDACIONAL QUE OBEDECE A PROCESOS DE SUELOS TRANSPUESTOS POR EVENTOS MUY ANTIGUOS, QUE PRESENTAN CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS COMO CONDICIONES DE PENDIENTE PLANA A SUAVES, CON LONGITUDES AMPLIAS DE VARIOS KILÓMETROS. TAMBIÉN SE LOCALIZAN LA UNIDAD DE GEOFORMA DE ORIGEN ANTRÓPICO DE TIPO DE SUELOS EVPLANADOS DE RELLENO GEOMORFAS RESULTANTES DE LA CONFORMACIÓN Y ADECUACIÓN DE LOS TERRENOS PARA EL DESARROLLO URBANÍSTICO (VIVIENDAS, VÍAS, ETC.). PRESENTA COMO CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS: INCLINACIÓN DE SUAVE A PLANA.</p>	<p>LA ZONA DEL PROYECTO PRESENTA UNA TOPOGRAFÍA SEMIPLANA, CON ALGUNAS VARIACIONES EN LAS ELEVACIONES DEL TERRENO, Y UNA PENDIENTE SUAVE, CON TENDENCIA A DISMINUIR EL NIVEL HACIA EL NORTE O AL MAR CARIBE. SE DEBE TENER EN CUENTA LAS PENDIENTES DEL TERRENO PARA DEFINIR LAS DE LA CALZADA DEL PAVIMENTO. LOS SUELOS ENCONTRADOS CORRESPONDEN ARENAS LIMOSAS (SM) COLOR AMARILLO A ROJIZO, NO PLÁSTICO A MUY POCO PLÁSTICA, DE COMPACTACIÓN MEDIA A DENSE. POR TANTO PODRÍA CONSIDERARSE QUE ES UN TRAMO HOMOGÉNEO, CON VARIABILIDAD BAJA, TENIENDO EN CUENTA QUE SE CONSIDERA UN MATERIAL TÍPICO EN TODA LA ZONA EXPLORADA, SIMILAR EN LAS DIFERENTES CALLES DEL PROYECTO, EN EL TRAMO DEL PROYECTO DE ACUERDO A LA CLASIFICACIÓN G.2.3.1 PARA LAS EXCAVACIONES DEL TÍTULO 05 DE LAS NORMAS PAS 2000, EL SUELO (SM) Y (SC) DEL SITIO CLASIFICA COMO TIPO 4, QUE CORRESPONDE A SUELOS GRANULAR ARENA O GRAVA, EN TERRENO PLANO O EN PENDIENTE SIN PRESENCIA DE ACUÍFEROS CONFINADOS O LIBRES. DEBE TENERSE EN CUENTA QUE EXISTE PRESENCIA DE PIEDRAS DE MEDIANO TAMAÑO RIO RANCHERÍA.</p> <p>TIPO DE SUELO: (SM) ARENA FINA LIMOSA</p>	<p>EL OBJETO DE ESTUDIO O PACIENTE ESTA COMPRENDIDO POR UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO UBICADO EN LA CARRERA 7 ENTRE CALLES 15 Y 46, LAS PRINCIPALES LESIONES DEL PRESENTE TPI SON UBICADAS MEDIANTE TRAMOS EN DONDE ENCONTRAMOS LO SIGUIENTE: TRAMO 1 TIPO DE LESION, DESGASTE SUPERFICIAL. TRAMO 2 TIPO DE LESION, FRACTURAMIENTO EN BLOQUE. TRAMO 3 TIPO DE LESION, DESPORTILLAMIENTO EN JUNTAS. TRAMO 4 TIPO DE LESION, HUNDIMIENTO DE LOSAS</p>	<p>LA CONSTITUCIÓN DE LA MALLA VIAL, ESTA COMPUESTA POR UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO EN UNA CAPA DE SUB-BASE GRANULAR Y UNA CAPA DE CONCRETO HIDRÁULICO CUMPLIENDO LA FUNCIÓN DE CARPETA DE RODADURA, CONFORMADO POR UNA SUBRASANTE A PARTIR DEL TERRENO NATURAL.</p>	B3	
			<p>TRAMO 1 TIPO DE LESION, DESGASTE SUPERFICIAL</p>	B3		
			<p>TRAMO 2 TIPO DE LESION, FRACTURAMIENTO EN BLOQUE</p>	B1		
			<p>TRAMO 3 TIPO DE LESION, DESPORTILLAMIENTO EN JUNTAS</p>	B2		
			<p>TRAMO 4 TIPO DE LESION, HUNDIMIENTO DE LOSAS</p>	B2		

ETAPAS DE VULNERABILIDAD		
Probabilidad de ocurrencia	Definición	Categoría
Frecuente	Significativa probabilidad de ocurrencia	A
Moderado	Mediana probabilidad de ocurrencia	B
Remota	Baja probabilidad de ocurrencia	C
Extremadamente remota	Difícil que ocurra	D

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	
Categoría	Riesgo
1	Muy alto
2	Alto
3	Medio
4	Bajo

CALIFICACION	
CALIFICACIÓN PROMEDIA	B2
COLOR	
RIESGO QUE NECESITAN MITIGACION: PLANES DE ACTUACION DE CORRECTIVOS	

MATRIZ DE VULNERABILIDAD					
PROBABILIDAD	SEVERIDAD				
	1	2	3	4	5
Frecuente	5	4	3	2	1
Posible	4	3	2	1	1
Ocasional	3	2	1	1	1
Remota	2	1	1	1	1
Improbable	1	1	1	1	1

→ Riesgos que necesitan MITIGACIÓN: Planes de actuación correctivos
 → Riesgos que necesitan INVESTIGACIÓN: Planes de actuación preventivos.
 → Riesgos que necesitan MONITORIZACIÓN: Planes de actuación defectivos.

ANÁLISIS DEL RIESGO: SEGÚN LA DENOMINACIÓN DE NUESTRO CASO DE ESTUDIO Y LA APLICACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE RIESGO, SE DETERMINA MEDIANTE LA MATRIZ DE VULNERABILIDAD, LAS LESIONES DEFINEN UN TPI EVALUADO EN UN RANGO PROMEDIO DE B2

Análisis De Visitas

Las visitas realizadas al sitio permiten recopilar información de los aspectos más importantes del sitio, desde el punto de vista geológico Geotécnico. se puede evidenciar que en las calles se encuentran depósitos de tipo antrópicos de rellenos heterogéneos, con materiales de diversos orígenes como escombros, suelos granulares, en algunos casos basuras y hasta materiales con alto contenido de materia orgánica, estos materiales tienen diversos grados de compactación. Para propósitos ingenieriles estos materiales pueden tener un comportamiento poco predecible, pues su compacidad es variable, su disposición se ha realizado de manera desorganizada con posibles vacíos.

Alternativa De Intervención Caso De Estudio

Para intervenir en la causa primaria de una vía con patología de la construcción, es imprescindible realizar un análisis detallado de la infraestructura y determinar qué factores están contribuyendo a su deterioro. Algunas posibles causas de patología en una vía pueden incluir una mala compactación del suelo, la presencia de filtraciones de agua, la falta de mantenimiento adecuado, entre otras.

Una vez identificadas las causas principales, se pueden implementar las siguientes intervenciones:

Alternativa De Intervención 1

Reparación de grietas y baches: Es importante reparar las fisuras y hendiduras presentes en la superficie de la vía para evitar su deterioro y prevenir accidentes.

Mejora de la impermeabilización: Si se detecta que la vía tiene filtraciones de agua, es necesario llevar a cabo trabajos de impermeabilización para evitar daños continuos en la infraestructura.

Reforzamiento de la base y subbase: En caso de que la vía presente problemas de compactación del suelo, se debe reforzar la base y subbase para garantizar la estabilidad de la vía y prevenir futuros problemas de hundimiento.

Mejora en el drenaje: La presencia de agua estancada en la vía puede provocar daños en la estructura, por lo que es importante mejorar el sistema de drenaje para evitar acumulaciones de agua.

Programa de mantenimiento preventivo: Implementar un programa de mantenimiento regular que incluya inspecciones periódicas, limpieza y reparación de daños menores, contribuirá a prolongar la vida útil de la vía y prevenir la aparición de nuevas patologías.

En resumen, para intervenir en la causa primaria de una vía con patología de la construcción, se requiere identificar las causas principales, implementar medidas correctivas específicas y llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo para garantizar la durabilidad y seguridad de la infraestructura.

La alternativa de solución es la construcción de pavimento rígido de una longitud de 1.6km con un ancho de 7ml con dos carriles, confinada con sardineles en ambos extremos.

Se integra la localización y replanteo, instalación de cerca perimetral, la demolición de obras existentes (de requerirse), conformación de la calzada, extensión y compactación de material seleccionado, instalación de sardineles y construcción de placas.

En cuanto a la conformación de la calzada existente, se debe verificar la capacidad portante y módulo de reacción de la subrasante, que deberá ser objeto de una conformación previa para uniformar la superficie. Esta conformación se logra con escarificado, extensión, conformación y compactación del material que cumple con las características idóneas para cumplir con las especificaciones INVIAS. La extensión y compactación de material seleccionado contempla la selección, transporte, disposición, conformación y compactación mecánica de la base granular de acuerdo con los planos de comportamiento topográfico y al diseño de pavimento. La construcción de las placas en concreto hidráulico consiste en la

elaboración, transporte, colocación, y vibrado, sellado de juntas, óptimo acabado, curado, y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de acuerdo con los lineamientos, cotas, secciones, y espesores indicados según los niveles de tránsito estudiados para el presente paciente. Contemplando la instalación de concreto el cual se construirá en los sitios predispuestos, cumpliendo con las dimensiones, alineamientos y demás especificaciones técnicas dispuestas en la norma INVIAS.

Propuesta de intervención por zonas

Figura 35

Zona 1 - K0+000 al K0+100 (Pulimiento PU)



Nota. Este tramo corresponde a afectaciones en pavimento rígido provocadas por el desgaste prematuro de la vía que consiste en la desintegración superficial del pavimento por pérdida de algún agregado, debido a falencias en el sistema constructivo, en la calidad de los agregados y efectos de carácter climático o demás; como posible medida de intervención se encuentra realizar el tratamiento superficial sin afectar la estructura del

pavimento y enfocándonos en la corrección de la capa de rodadura mediante un cepillado y la sustitución del espesor parcial de las losas que los requieran.

Figura 36

Zona 2 - K0+100 al K0+340 (Grieta en bloque GB)



Nota. Este tramo corresponde a afectaciones en pavimento rígido provocadas por la fracturación múltiple, puede ser causada por múltiples cargas, falencias en el diseño estructural y las condiciones del suelo deficientes; como posible medida de intervención debido a la alta severidad por fractura en diversas partes se encuentra realizar la reparación completa de la estructura del pavimento en las losas afectadas, generando un especial tratamiento a las juntas, para que no se afecten, cuenten con el mismo espesor y adherencia requerida.

Figura 38



Zona 3 - K0+340 al K0+400 (Levantamiento localizado LET) Descascaramiento o desportillamientos en juntas

Nota. Este tramo corresponde a afectaciones en pavimento rígido provocado por debilitamiento y desintegración de los bordes de la junta debido posiblemente a defectos constructivos, mala calidad del material, mal procedimiento de corte de la junta, lo cual genera falla ante el tránsito de vehículos; como posible medida de intervención se encuentra realizar el tratamiento superficial sin afectar la estructura del pavimento y enfocándonos en la corrección de la capa de rodadura mediante un cepillado y la sustitución del espesor parcial de la zona afectada delimitando el límite de reparación, adicional complementando con un proceso de sellado de juntas.

Figura 39

Zona 4 - K0+400 al K0+700 (Parches PCHA)



Nota. Este tramo corresponde a afectaciones en pavimento rígido y flexible provocado por el deficiente proceso constructivo, adicionalmente a que tiene una connotación debido a que se pueden presentar por reparaciones realizadas sobre el pavimento antiguo y no se da el tratamiento de adhesión requerido, o por ineficiencia en dovelas o barras de amarre; como posible medida de intervención reparar la estructura del pavimento sobre la franja que corresponda, adicionalmente con aumento de refuerzo y sellado de juntas.

Según lo dispuesto anteriormente, se presenta el presupuesto de intervención de la alternativa 1.

Tabla 12

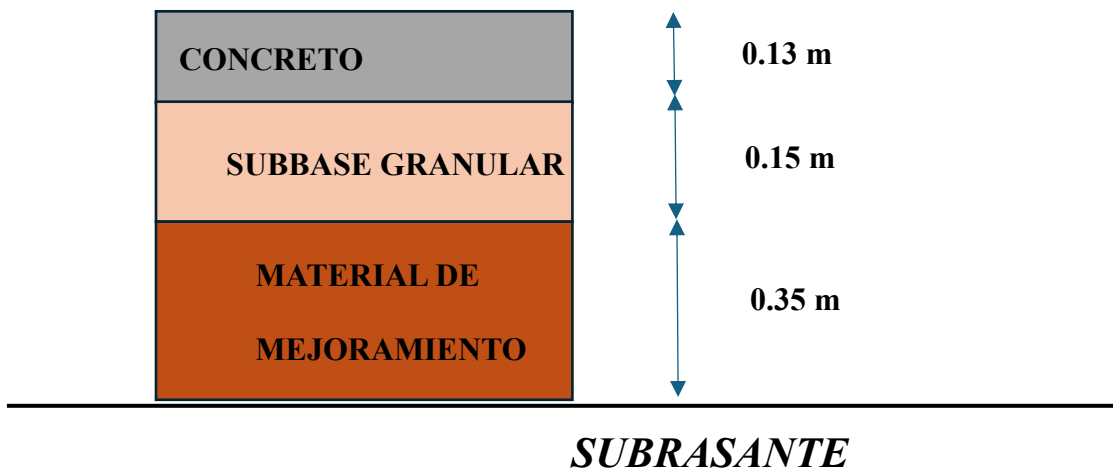
Presupuesto de intervención de la alternativa 1.

PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1 REPARACION E INTERVENCION DE LOSAS						
Grupo	Descripcion	Cantidad	UND	Vr unitario	Vr unitario GR	Valor total
GRUPO	1 PRELIMINARES	1.00	GB		1,087,924,752.00	1,087,924,752
1.01	DEMOLICION PAVIMENTO LOSAS EXISTENTE PARA INTERVENCION	1,638.00	M3	271,961.00	445,472,118.00	
1.02	EXCAVACION MECANICA INCLUYE CARGUE Y RETIRO EXTERNO	6,804.00	M3	40,689.00	276,847,956.00	
1.03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR	71,820.00	M3 X KM	1,878.00	134,877,960.00	
1.04	TRANSPORTE DE CONCRETO	56,106.00	M3 X KM	2,653.00	148,849,218.00	
1.05	DISPOSICION FINAL ESCOMBROS	4,320.00	M3	10,450.00	45,144,000.00	
1.06	CONSTRUCCION DE JUNTAS DE DILATACION MEDIANTE MAQUINA CORTADORA INCLUYE INSUMOS	8,163.00	ML	4,500.00	36,733,500.00	
GRUPO	2 REPARACION DE LOSA POR DESGASTE PREMATURO	64.00	UND		4,778,488.80	305,823,283
2.01	CEPILLADO MECANICO PARA SUPERFICIE DE CONCRETO	7.20	M2	197,321.00	1,420,711.20	
2.02	SUSTITUCION PARCIAL DE LA SUPERFICIE	7.20	M2	288,068.00	2,074,089.60	
2.03	APLICACION DE SELLANTE MEDIANTE	7.20	M2	178,290.00	1,283,688.00	
GRUPO	3 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO EN CONCRETO (INTERVENCION DE LOSAS)	1.00	GB		1,937,102,417.46	1,937,102,417
3.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO	3,218.13	M3	43,300.00	139,345,029.00	
3.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE BASE GRANULAR	1,380.24	M3	154,856.00	213,738,445.44	
3.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONCRETO INCLUYE TEXTURIZADO	1,255.32	M3	943,791.00	1,184,759,718.12	
3.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL NT 1800	9,201.60	M2	12,790.00	117,688,464.00	
3.05	SELLO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION INCLUYE CORDON Y SELLANTE	8,828.10	ML	12,839.00	113,343,975.90	
3.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACERO PARA PASADORES, DOVELAS EN PUNTOS DONDE SE REQUIEREN	13,401.00	KG	8,921.00	119,550,321.00	
3.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE MATERIALES PARA CURADO	9,201.60	M2	5,290.00	48,676,464.00	
GRUPO	4 SEÑALIZACION VIAL HORIZONTAL Y VERTICAL	1.00	GB		737,863,920.00	737,863,920
3.01	LINEA DE DEMARCAACION VIAL CON PINTURA ACRILICA INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACION	32,706.00	ML	5,980.00	195,581,880.00	
3.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TACHES REFLECTIVOS	4,842.00	UND	19,380.00	93,837,960.00	
3.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACION VERTICAL SEGUN NORMA INVIAS	720.00	UND	622,839.00	448,444,080.00	
	COSTOS DIRECTOS					4,068,714,373
	ADMINISTRACION				20%	813,742,875
	IMPREVISTOS				15%	610,307,156
	UTILIDAD				5%	203,435,719
	IVA				19%	38,652,787
	TOTAL COSTO OBRA					8,989,824,406

Alternativa De Intervención 2

Como segunda alternativa se plantea la intervención total de la vía mediante una estructura compuesta por subbase granular, base granular y carpeta de rodadura en concreto hidráulico. Partiendo de los parámetros fundamentales resaltados en **MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VIAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO**, teniendo en cuenta el desarrollo de obras complementarias tales como, obras de drenaje, plan de mantenimientos, etc. en esta ocasión se contemplará el siguiente diseño de estructura:

- Relleno en material de mejoramiento espesor 0.30m
- Relleno en Subbase granular espesor 0.15m
- Losa en concreto MR 4,3 mpa espesor 0.13m



En esta alternativa se recomienda el cambio de las redes de acueducto y alcantarillado tanto de la red matriz como de las domiciliarias, así como la construcción de sardineles, andenes y el mejoramiento de las redes de iluminación a lo largo de todo el proyecto de estudio.

Tabla 13

Presupuesto de intervención de la alternativa 2.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
I. COMPONENTE PAVIMENTOS					
1	ACTIVIDADES PRELIMINARES				
1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2	23240.000	\$ 5,869.00	\$ 136,395,560
SUBTOTAL					\$ 136,395,560
2	ADECUACION DE TERRENO				
2.1	DEMOLICIÓN DE BORDILLOS EN CONCRETO REFORZADO. (INCLUYE RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE)	ML	5570.140	\$ 7,887.52	\$ 43,934,585
2.2	DEMOLICIÓN DE ANDEN (INCLUYE PLANTILLA Y/O ACABADOS Y RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE) DE 10 CMS	M2	4396.840	\$ 15,057.99	\$ 66,207,576
2.3	DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO	M2	24349.170	\$ 14,911.60	\$ 363,085,038
2.4	CORTE DE TERRENO CON MOTONIVELADORA EN MATERIAL SIN CLASIFICAR, CARGUE MECANICO Y RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE (ESCOMBRO)	M3	18815.3	\$ 43,995.3	\$ 827,785,755
2.5	SUB-BASE GRANULAR CLASE A TIPO INVIAS	M3	4648.0	\$ 216,879.4	\$ 1,008,055,443
2.6	MATERIAL RELLENO SELECCIONADO	M3	621.0	\$ 179,440	\$ 111,431,892
SUBTOTAL					\$ 2,420,500,290
3	PAVIMENTO				
3.1	PLACA DE PAVIMENTO EN CONCRETO e=0.25 mt MR=4.2 Mpa, INCLUYE CURADO CON ANTISOL Y ACABADO TEXTURIZADO	M2	23240.00	\$ 200,822.04	\$ 4,667,104,211
3.2	JUNTA EN CORDON DE POLIURETANO CON SELLO DE SILICONA O SELLADOR AUTONIVELANTE	ML	14370.86	\$ 13,866.42	\$ 199,272,373
3.3	DILATACION SOBRE PAVIMENTO	ML	14370.86	\$ 2,271.13	\$ 32,638,112
SUBTOTAL					\$ 4,899,014,696
4	ACERO DE REFUERZO				
4.1	ACERO DE TRANSFERENCIA D=1/2" CORRUGADO	KG	2328.15	\$ 8,184.15	\$ 19,053,925
4.2	ACERO LISO DE TRANSFERENCIA D=11/8" LISO	KG	42877.96	\$ 8,214.86	\$ 352,236,585
4.3	CANASTILLA SOPORTE DOVELAS EN ACERO DE Ø3/18" ALAMBRON	ML	21248.00	\$ 21,983.00	\$ 467,094,784
SUBTOTAL					\$ 838,385,294
5	ANDENES Y SARDINEL				
5.1	BORDILLO PERIMETRAL CONFINAMIENTO DE ANDEN EN CONCRETO 3000 PSI (0.15X0.35)	ML	2992.46	\$ 70,509.73	\$ 210,997,556

5.2	BORDILLO PREFABRICADO EN CONCRETO TIPO A-80 SEGUN DISEÑO (SUMINISTRO E INSTALACIÓN. INCLUYE SELLADO DE JUNTA EN MORTERO 1:4 Y SOLADO EN CONCRETO 2000 PSI E=0.05 M)	ML	2577.68	\$ 64,241.26	\$ 165,593,403
5.3	PISO EN LOSETA GRIS	M2	3277.17	\$ 89,559.83	\$ 293,502,794
5.4	RAMPA ACCESO ANDEN ISLA. A= 2.30 M2	M2	161.00	\$ 92,953.13	\$ 14,965,453
SUBTOTAL					\$ 685,059,206
6	ACTIVIDADES ELECTRICAS Y LUMINARIAS				
6.1	LUMINARIA LED SOLAR DE 80W, SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN.	UND	150.00	\$ 2,576,932.19	\$ 386,539,829
6.2	POSTE METÁLICO 9M INCLUYE BRAZO DOBLE 1M/LADO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN	UND	75.00	\$ 2,158,448.56	\$ 161,883,642
6.3	BASE EN CONCRETO 3000 PSI PARA POSTE METÁLICO	UND	75.00	\$ 205,410.77	\$ 15,405,808
SUBTOTAL					\$ 563,829,278
7	MOBILIARIO URBANO				
7.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLARDOS M 63 ALTO/ HIERRO	UND	35.00	\$ 197,057.99	\$ 6,897,030
7.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TIERRA NEGRA (Incluye Transporte)	M3	66.40	\$ 115,222.30	\$ 7,650,761
7.3	INSTALACION DE ARBOL OLIVO NEGRO Y H= MINIMO DE 1.50 MTS medidos desde el cuello del árbol	UND	120.00	\$ 57,304.02	\$ 6,876,482
7.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CANECAS EN ACERO INOXIDABLE PARA BASURAS SOBRE ANDENES. INCLUYE BASE EN CONCRETO DE 0.80x0.80 mts	UND	35.00	\$ 930,224.18	\$ 32,557,846
SUBTOTAL					\$ 53,982,119

8	SEÑALIZACION				
8.1	SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO TIPO INVIAS	UND	25.00	\$ 480,197	\$ 12,004,917
8.2	DEMARCAION LINEAL	ML	3320.00	\$ 4,364	\$ 14,488,132
8.3	PINTURA TERMOPLASTICA (E=2.3MM. INCLUYE SUMINISTRO Y APLICACIÓN CON EQUIPO. INCLUYE MICROESFERAS)	M2	94.50	\$ 46,354	\$ 4,380,420
SUBTOTAL					\$ 30,873,468
SUBTOTAL COSTO DIRECTO PAVIMENTOS					\$ 12,628,039,911

II. COMPONENTE ALCANTARILLADO

II.1 CONSTRUCCION DE OBRA CIVIL

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
9	PRELIMINARES				
9.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	ML	2336.89	\$ 3,358.00	\$ 7,847,276.62
9.2	DEMOLICIÓN DE REGISTRO DOMICILIARIO DE ALCANTARILLADO (0,50x0,50x0,50 m), INCLUYE RETIRO	UND	508.00	\$ 35,018.00	\$ 17,789,144.00
9.3	DEMOLICION DE POZOS EXISTENTES EN CONCRETO O LADRILLO. INCLUYE RETIRO	ML	197.87	\$ 74,637.91	\$ 14,768,678.14

SUBTOTAL					\$ 40,405,099
10	MOVIMIENTOS				
10.1	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN H (0- 2M) SIN ENTIBADO	M3	2438.40	\$ 22,858.00	\$ 55,736,947.20
10.2	EXCAVACIÓN MANUAL Y/O MECANICA COMÚN COLECTOR DOMICILIARIAS H (0 - 2M).	M3	10491.21	\$ 18,679.00	\$ 195,965,236.87
10.3	EXCAVACIÓN MECANICA EN MATERIAL COMÚN COLECTOR DOMICILIARIAS H (2-4M). INCLUYE MAQUINARIA Y ENTIBADO LÁMINA METÁLICA ASTM A36 (APTO DE 1-5 M) CAL 19 mm Y DOS PERFIL METÁLICO W8" x 17	M3	759.34	\$ 48,123.00	\$ 36,541,534.27
10.4	RELLENO CONFORMADO Y VIBROCOMPACTADO EN CAPAS DE 0,10 M CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	M3	3726.57	\$ 72,902.00	\$ 271,674,366.93
10.5	RELLENO CONFORMADO Y VIBROCOMPACTADO EN CAPA DE 0,10 M CON MATERIAL SELECCIONADO DEL SITIO. INCLUYE ACARREO EN SITIO	M3	8695.33	\$ 28,403.00	\$ 246,973,422.34
10.6	RETIRO Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE Y/O ESCOMBRO	M3	4993.61	\$ 28,033.00	\$ 139,985,965.01
SUBTOTAL					\$ 946,877,473

11	INSTALACION DE REDES DE ALCANTARILLADO				
11.1	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC ALCANTARILLADO SANITARIO 6" (160mm), ACORDE A LA RESOLUCIÓN 1127 DE 2007 MAVDT	ML	3048.00	\$ 16,852.00	\$ 51,364,896.00
11.2	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC ALCANTARILLADO SANITARIO 8" (200mm), ACORDE A LA RESOLUCIÓN 1127 DE 2007 MAVDT (MANIJAS)	ML	1692.13	\$ 21,931.00	\$ 37,110,103.03
11.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE KIT SILLA YEE 8x6"	UND	508.00	\$ 231,343.00	\$ 117,522,244.00
11.4	CAMA DE ARENA PARA TUBERÍA E= 0,15 M	M3	1152.60	\$ 57,710.00	\$ 66,516,571.97
11.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE CAMARA DE CAIDA DE 200 MM PARA TUBERIA DE ENTRADA DE D≤300 MM	UND	8.00	\$ 588,205.00	\$ 4,705,640.00
11.6	MANEJO ELEVADOS DE VOLÚMENES DE AGUA RESIDUALES, INCLUYE (2) OPERARIOS, DOS (2) MOTOBOMBAS ELECTROSUMERGIBLE DE 6" Y MANGUERA O TUBERIA DE IMPULSIÓN EN 6" Y LONGITUD DE 80 M PARA DESCARGA EN POZO MAS CERCANO DURANTE JORNALES DIURNO Y NOCTURNO POR DÍA.	DIA	20.00	\$ 1,270,758.00	\$ 25,415,160.00
11.7	SUMINISTRO DE DOS (2) BALONES DE OBTURACIÓN DE 8" A 16" CON SUS ACOPLÉS E INSTRUMENTOS	UND	1.00	\$ 6,898,440.00	\$ 6,898,440.00
SUBTOTAL					\$ 309,533,055

12	OBRA CIVIL COMPLEMENTARIA				
-----------	----------------------------------	--	--	--	--

12.1	BASE EN CONCRETO REFORZADO DE 28 MPa BARRA Ø5/8" @ 15 CM DE Ø=2 M E= 0.20 M INCLUYE CAÑUELA EN CONCRETO DE 2000 PSI Y EMBOQUILLADO, PARA POZO DE INSPECCIÓN H<3 DE Ø=1.2 M INTERNO Y Ø=1.6 M EXTERNO	UND	30.00	\$ 1,314,791.00	\$ 39,443,730.00
12.2	CUERPO EN CONCRETO REFORZADO DE 28 MPa BARRA Ø5/8" @ 15 CM PARA POZO DE INSPECCIÓN H<3 E= 0.20 M Ø=1.2M INTERNO Y Ø=1.6M EXTERNO, INCLUYE PELDAÑO BARRA Ø3/4 CADA 30 CM. DIÁMETRO DE LA TUBERÍA CONECTADA DE 200 A 500 MM	ML	36.41	\$ 1,196,105.00	\$ 43,550,183.05
12.3	CORONA REFORZADA EN CONCRETO DE 28 MPa BARRA 5/8" @ 10 CM DE Ø=1.6 M E=0.2 M PARA POZO DE INSPECCIÓN H<3, INCLUYE TAPA Y ARO	UND	30.00	\$ 1,335,292.00	\$ 40,058,760.00
12.4	SOLADO DE LIMPIEZA PARA BASE DE POZOS 1500PSI e=0,05	M2	333.27	\$ 27,362.00	\$ 9,118,907.04
12.5	IMPERMEABILIZACION DE PAREDES INTERNAS DE POZOS	ML	72.82	\$ 125,837.00	\$ 9,163,450.34
12.6	EMPALME DE TUBERIA A POZO EXISTENTE, INCLUYE DEMOLICION Y EMBOQUILLADO	UND	38.00	\$ 103,347.00	\$ 3,927,186.00
12.7	CAJA DE INSPECCIÓN EN CONCRETO DE 3000 PSI (0,4mx0,4mx0,4m Int.) E=0,1 M, INCLUYE TAPA REFORZADA CON VARRILLA DE 1/2" @ 10 CM E=0.08 M, ANGULOS DE 1X1/2" AI Y CAÑUELA. (DOMICILIARIAS)	UND	508.00	\$ 202,728.00	\$ 102,985,824.00
SUBTOTAL					\$ 248,248,040
SUBTOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES ALCANTARILLADO					\$ 1,545,063,667

III. COMPONENTE ACUEDUCTO					
III.1 CONSTRUCCION DE OBRA CIVIL					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
14	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
14.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	ML	1165.40	\$ 3,358.00	\$ 3,913,413.20
14.2	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN COLECTOR DOMICILIARIAS H (0 - 2M) SIN ENTIBADO, PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y UBICACIÓN DE TUBERÍA EXISTENTE	M3	1101.30	\$ 22,858.00	\$ 25,173,583.97
14.3	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN COLECTOR DOMICILIARIAS H (0 - 2M) SIN ENTIBADO PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y UBICACIÓN DE TUBERÍA EXISTENTE	M3	471.99	\$ 18,679.00	\$ 8,816,245.17
14.4	RELLENO CONFORMADO Y VIBROCOMPACTADO EN CAPA DE 0,10 M CON MATERIAL SELECCIONADO DEL SITIO	M3	1168.94	\$ 15,894.00	\$ 18,579,070.92

14.5	RELLENO CONFORMADO Y VIBROCOMPACTADO EN CAPAS DE 0,10 M CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	M3	292.23	\$ 67,671.00	\$ 19,775,769.29
14.6	RETIRO Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE, ESCOMBRO Y/O PELIGROSO RESULTANTES DE LA EXCAVACIÓN, HASTA 5 KM.	M3	112.12	\$ 12,994.00	\$ 1,456,885.10
SUBTOTAL					\$ 77,714,968
15	INSTALACION DE TUBERIA RED DE ACUEDUCTO				
15.1	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 3" PRESIÓN MINIMA DE TRABAJO 200 PSI	ML	1165.40	\$ 4,040.00	\$ 4,708,216.00
15.2	CAMA DE ARENA PARA TUBERIAS e = 0,10m	M3	104.89	\$ 54,751.00	\$ 5,742,613.39
SUBTOTAL					\$ 10,450,829
16	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS				
16.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO HD EXTREMO LISO PARA PVC 3" 90° SEGÚN DISEÑO	UND	6.00	\$ 166,605.00	\$ 999,630.00
16.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CRUZ HD EXTREMO LISO PARA PVC 3x3"	UND	1.00	\$ 289,647.00	\$ 289,647.00
16.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TAPÓN HD 3" EXTREMO LISO PARA PVC	UND	2.00	\$ 124,237.00	\$ 248,474.00
16.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TEE EXTREMO LISO HD PARA PVC 3X3"	UND	8.00	\$ 262,277.00	\$ 2,098,216.00
16.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN UNIÓN UNIVERSAL HD 3"	UND	31.00	\$ 174,207.00	\$ 5,400,417.00
16.6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN UNIÓN UNIVERSAL HD 4"	UND	2.00	\$ 190,867.00	\$ 381,734.00
16.7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN VÁLVULA COMPUERTA ELÁSTICA EXTREMO LISO PARA PVC (VNA) DE 3"	UND	55.00	\$ 720,427.00	\$ 39,623,485.00
16.8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TAPA VALVULA TIPO CHOROTE (TRAFICO PESADO), INCLUYE TUBERÍA PVC 6" SANITARIA, ANILLO DE FIJACIÓN EN CONCRETO DE 3000 PSI DIM 0,5M x 0,5M e= 0.10 M	UND	55.00	\$ 815,822.00	\$ 44,870,210.00
16.9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLLARÍN DE DERIVACIÓN 3"X1/2" PVC	UND	118.00	\$ 64,450.00	\$ 7,605,100.00
17.0	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA (TRAMO CORTO HASTA 3M DE LONGITUD) D=1/2" (20 MM) SOBRE TUBERÍA MADRE HASTA D=6"). INCLUYE: TUBERÍA PEAD DE 20MM RDE 9 L=3 M Y TENDIDO, (ADAPTADOR HEMBRA DE 1/2", ADAPTADOR MACHO 1/2", UNIÓN DE 20MM), EXCAVACIÓN, RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO Y RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE. (NO INCLUYE KIT DE CAJILLA, MEDIDOR DE VELOCIDAD CHORRO UNICO DN 1/2" R 100 O SUPERIOR, COLLARÍN DE DERIVACIÓN) CON PAVIMENTO.	UND	364.00	\$ 48,660.00	\$ 17,712,240.00

17.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA CON EL METODO DE PIPE BURSTING (TRAMO LARGO HASTA 6M DE LONGITUD) D=1/2" (20 MM) SOBRE TUBERÍA MADRE HASTA D=6"). INCLUYE: TUBERÍA PEAD DE 20MM RDE 9 L=6 M Y TENDIDO, (ADAPTADOR HEMBRA DE 1/2", ADAPTADOR MACHO 1/2", UNIÓN DE 20MM), EXCAVACIÓN, RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO Y RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE. (NO INCLUYE KIT DE CAJILLA, MEDIDOR DE VELOCIDAD CHORRO UNICO DN 1/2" R 100 O SUPERIOR, COLLARÍN DE DERIVACIÓN) CON PAVIMENTO	UND	345.00	\$ 754,951.00	\$ 260,458,095.00
17.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA CON EL METODO DE PIPE BURSTING (TRAMO LARGO HASTA 6-10 M DE LONGITUD) D=1/2" (20 MM) SOBRE TUBERÍA MADRE HASTA D=6"). INCLUYE: TUBERÍA PEAD DE 20MM RDE 9 L=6-10 M Y TENDIDO, (ADAPTADOR HEMBRA DE 1/2", ADAPTADOR MACHO 1/2", UNIÓN DE 20MM), EXCAVACIÓN, RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO Y RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE. (NO INCLUYE KIT DE CAJILLA, MEDIDOR DE VELOCIDAD CHORRO UNICO DN 1/2" R 100 O SUPERIOR, COLLARÍN DE DERIVACIÓN) CON PAVIMENTO	UND	13.00	\$ 1,201,290.00	\$ 15,616,770.00
17.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA (TRAMO CORTO HASTA 3M DE LONGITUD) D=1/2" (20 MM) SOBRE TUBERÍA MADRE HASTA D=8"). INCLUYE: TUBERÍA PEAD DE 20MM RDE 9 L=3 M Y TENDIDO, (ADAPTADOR HEMBRA DE 1/2", ADAPTADOR MACHO 1/2", UNIÓN DE 20MM)	UND	30.00	\$ 48,701.00	\$ 1,461,030.00
17.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA (TRAMO LARGO HASTA 6M DE LONGITUD) D=1/2" (20 MM) SOBRE TUBERÍA MADRE HASTA D=8"). INCLUYE: TUBERÍA PEAD DE 20MM RDE 9 L=6 M Y TENDIDO, (ADAPTADOR HEMBRA DE 1/2", ADAPTADOR MACHO 1/2".	UND	36.00	\$ 78,392.00	\$ 2,822,112.00
17.5	DESHABILITACIÓN DE TUBERÍA DE ASBESTO CEMENTO EN NODOS CON INTERSECCIONES DE TRES TUBERÍAS; INCLUYE: SUB-BASE, CORTE DE TUBERIA.	UND	15.00	\$ 731,798.00	\$ 10,976,970.00
17.6	DESHABILITACIÓN DE TUBERÍA DE ASBESTO CEMENTO EN NODOS CON INTERSECCIONES DE CUATRO TUBERÍAS; INCLUYE: CORTE, DEMOLICIÓN Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO, SUB-BASE, CORTE DE TUBERÍA.	UND	23.00	\$ 948,712.00	\$ 21,820,376.00
SUBTOTAL					432,384,506.00
SUBTOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES ACUEDUCTO					\$ 520,550,303

SUBTOTAL COSTO DIRECTO OBRA CIVIL		\$ 14,693,653,881
ADMINISTRACION	0.251482168	\$ 2,940,745,424
IMPREVISTO	1.0%	\$ 116,936,539
UTILIDAD	5.0%	\$ 584,682,694
TOTAL, A.I.U	31.1%	\$ 3,642,364,657
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS		\$ 17,336,018,538

Plan De Mantenimiento Paciente o Caso De Estudio


El mantenimiento consiste principalmente en la conservación de los elementos que comprenden las estructuras ya sean edificaciones, vial, puentes u obras especiales, este plan de mantenimiento se realiza con el fin de garantizar su correcta funcionalidad cumpliendo con todos los estándares de calidad, esta conservación incluye pruebas, ensayos, servicios, ajustes, inspecciones periódicas o rutinarias, reconstrucciones y reparaciones.

Los mantenimientos se pueden clasificar en los siguientes:

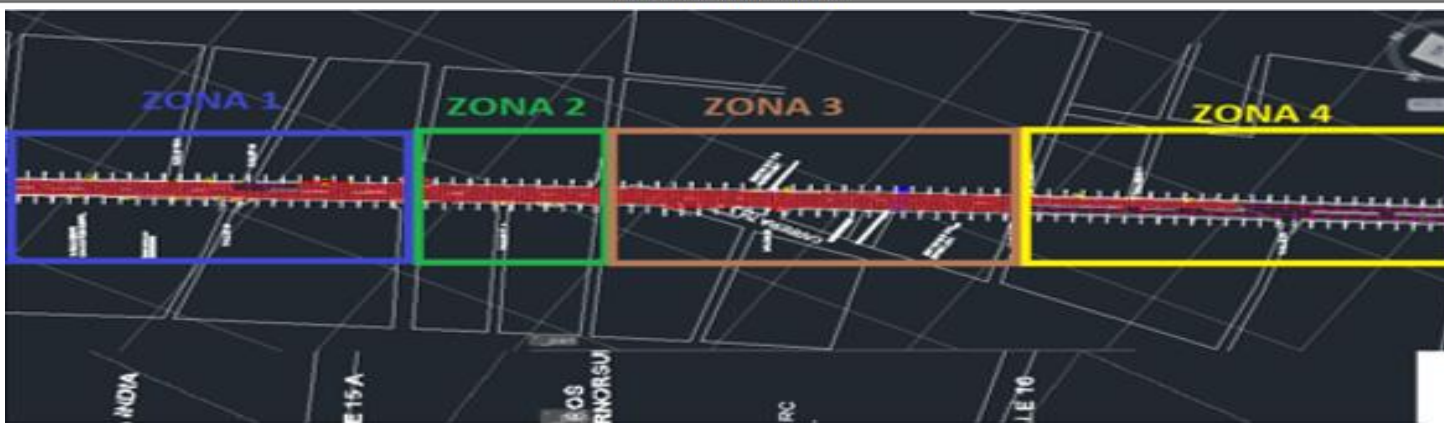
- Correctivo
 - planificado
 - No planificado
- Preventivo
- Predictivo
- Programado

A continuación, se relaciona la metodología mediante ficha técnica del plan de mantenimiento del paciente o caso de estudio **avenida Francisco el hombre entre la carrera 7 con calles 15 y 46 del distrito de Riohacha, La Guajira, Colombia:**

Ficha de mantenimiento preventivo

	ESTUDIO PATOLÓGICO VIAL DE LA AVENIDA FRANCISCO EL HOMBRE ENTRE LA CARRERA 7 CON CALLES 15 Y 46 DEL DISTRITO DE RIOHACHA, LA GUAJIRA, COLOMBIA	FICHA PLAN DE MANTENIMIENTO MALLA VIAL	FRMT - 001	FICHA N° 1
			FECHA: 31-03-2024	

LOCALIZACION DEL PACIENTE



DESCRIPCION: El paciente de estudio, esta comprendido por 1600ml, con el fin de implementar un plan de mantenimiento, se sectoriza por zonas según las lesiones presentadas así: 1, Zona 0 - K0+000 al K0+100 (Pulimento PU), Zona 1 - K0+100 al K0+340 (Grieta en bloque GB), Zona 2 - K0+340 al K0+400 (Levantamiento localizado LET), Zona 3 - K0+400 al K0+700 (Parches PCHA), Zona 4 - K0+700 al K1+600 (Grietas longitudinales GL).

ZONA 1 ZONA 0 PULIMENTO (PU)	descripcion	Tipo de mantenimiento	mantenimiento rutinario
	<p>Esta deficiencia es causada principalmente por el tránsito, que produce el desgaste superficial de los agregados, especialmente cuando la mezcla de concreto y/o agregados es de calidad deficiente y favorece la exposición de los mismos</p> <p>tipo de intervencion</p> <p>con el fin de generar una textura adecuada para adherencia, se puede texturizar mediante una maquina autopropulsada que cuenta con discos diamantados, realizando cortes en el concreto, estas ranuras oscilan en ancho de 2 a 3.75mm; en profundidad entre 1 a 2.5mm</p>	<p>reparacion y/o intervencion de losa</p> 	<p>para mitigar el efecto de la lesion, se debe realizar limpieza periodica semanal, con ello, evitar la acumulacion de particulas que ayuden al desgaste prematuro de la capa de rodadura</p>
ZONA 2 ZONA 1 GRIETA EN BLOQUE (GB)	descripcion	Tipo de mantenimiento	mantenimiento preventivo
	<p>se observa una afectacion en todo el area de la losa, posiblemente debido a una mala ejecucion a la hora del mezclado del concreto, lo que lleva a generar un agritamiento en bloque, a su vez cabe la posibilidad que no se tenga un adecuado diseño de losa segun los niveles de transitos presentado en la via</p> <p>tipo de intervencion</p> <p>demoler las losas afectadas, posteriormente revisar el estado del estrato del suelo (toma de densidad), de encontrarse optima, perforar e instalar pasadores de carga mediante anclaje epoxico, luego realizar la fundicion (MORTERO ESTRUCTURAL) y acabado de la nueva losa, curar la losa</p>	<p>demolicion de losa, e instalacion de pasadores de carga</p> 	<p>una vez se realice la fundicion de la nueva losa y se deje curar el concreto, se debera implementar limpiezas de la capa de rodadura semanalmente</p> 

ZONA 2 LEVANTAMIENTO LOCALIZADO (LET)	descripcion	Tipo de mantenimiento	mantenimiento preventivo
	<p>Lesion provocada por debilitamiento y desintegración de los bordes de la junta debido posiblemente a defectos constructivos, mala calidad del material, mal procedimiento de corte de la junta, lo cual genera falla ante el tránsito de vehículos</p> <p>tipo de intervencion</p> <p>se deben realizar corte rectangulares en las zonas afectadas, este corte no puede superar 1/3 de el espesor de losa, luego demoler la seccion, limpiar la superficie y adicionar una capa de adherente epoxico, colocar el hormigon de reparacion inmediatamente despues de aplicar el puente de adherencia</p>	<p>reparacion superficial de la losa</p> 	<p>una vez realizado el proceso de intervencion, se deben generar juntas de construccion con su respectivo sellado, implementar mantenimiento de limpieza y resello de junta, periodicamente con el fin de evitar cualquier tipo de lesion a futuro</p>  

ZONA 3 PARCHES (PCHA)	descripcion	Tipo de mantenimiento	mantenimiento preventivo
	<p>corresponde a afectaciones en pavimento rigido y flexible provocado por el deficiente proceso constructivo, adicionalmente a que tiene una connotación debido a que se pueden presentar por reparaciones realizadas sobre el pavimento antiguo y no se da el tratamiento de adhesión requerido, o por ineficiencia en dovelas o barras de amarre</p> <p>tipo de intervencion</p> <p>corte del area afectada, en lo posible la losa completa, con el fin de verificar el estado de la estructura, revisar si se encuentran las dovelas de transmision, de no evidenciarlas iniciar procedimiento de instalacion, nivelacion de rasante y posteriormente fundir la losa con el hormigon de diseño previsto, por ultimo realizar curado y sellado de juntas con cordón de expansion y sellante epoxico</p>	<p>corte, retiro y construccion de la capa de rodadura</p> 	<p>como se evidencia en las imágenes al ser una zona donde se generan fuertes vientos, los que provocan que material de polucion o contaminantes lleguen a la via, se requiere limpieza de la cara de contacto de la via periodicamente</p> 

Referencias bibliográficas

Alvarez, J. (2019). *Análisis del desarrollo urbano en La Guajira*. Bogotá: Editorial Universitaria.

Bermúdez, L. (2018). *Geografía de La Guajira: Desafíos y oportunidades*. Barranquilla: Ediciones Regionales.

Cárdenas, S. (2017). *Impacto del clima en la infraestructura vial de la región*. Riohacha: Universidad de La Guajira.

Castañeda, R. (2015). *Historia de la infraestructura en Colombia*. Medellín: Fondo Editorial.

García, M. (2020). *Impacto del deterioro de la infraestructura en el desarrollo regional*. Cartagena: Universidad de Cartagena.

López, A. (2020). *Mantenimiento de infraestructuras en entornos difíciles*. Santa Marta: Editorial del Caribe.

Martínez, F. (2018). *Políticas de infraestructura en Colombia: Un enfoque regional*. Bogotá: Editorial Planeta.

Pérez, T. (2019). *Movilidad y desarrollo en La Guajira: Retos actuales*. Riohacha: Fundación La Guajira.

Rodríguez, P. (2021). *Sostenibilidad e infraestructura en la región costera*. Barranquilla: Ediciones del Atlántico.

ASCE. (2020). *The Role of Climate Change on Pavement Performance*. American Society of Civil Engineers.

González, M., Pérez, L., & Rodríguez, C. (2019). Impacto de las cargas de tráfico en la durabilidad de pavimentos. *Revista de Ingeniería Civil*, 45(2), 123-135.

Huang, B., Zhang, Y., & Lee, J. (2015). *Pavement Analysis and Design*. New York: McGraw-Hill.

Kandhal, P. S., & Parker, F. (2002). Pavement Maintenance and Rehabilitation: A Study of Long-Term Performance. *Journal of Transportation Engineering*, 128(6), 550-559.

Miller, J., Smith, A., & Jones, R. (2022). Safety Implications of Pavement Distresses. *Transportation Research Record*, 2676(3), 45-53.

Shen, H., Wu, Z., & Liu, J. (2018). Evaluation of Pavement Surface Distresses and Their Effects on Traffic Safety. *International Journal of Pavement Engineering*, 19(4), 304-312.

Navarro, S. J. (2008). *Manual PCII*. Recuperado de <https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/manual-pci1.pdf>