

EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, MEDIANTE LA
METODOLOGÍA PCI DE LA CARRERA 8 ENTRE CALLES 2 HASTA LA CALLE
21 DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL TOLIMA.

BLADIMIR BARRAGÁN RAMÍREZ
CÓDIGO: 20324802
CC:93131621

HERNÁN RICARDO BOTACHE MÁSMELA
CÓDIGO: 20920095
CC: 93135550

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
GIRARDOT CUNDINAMARCA
2021

EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, MEDIANTE LA
METODOLOGÍA PCI DE LA CARRERA 8 ENTRE CALLES 2 HASTA LA CALLE
21 DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL TOLIMA

BLADIMIR BARRAGÁN RAMÍREZ
CÓDIGO: 20324802
CC:93131621

HERNÁN RICARDO BOTACHE MÁSMELA
CÓDIGO: 20920095
CC: 93135550

Trabajo de monografía presentado como requisito para optar al Título de Ingeniero
Civil

Asesora
MARÍA PAULA SALAZAR SUSUNAGA
Ingeniera Civil

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
GIRARDOT CUNDINAMARCA
2021

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Jurado

Girardot, 05 de noviembre de 2021

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado principalmente a Dios y a la virgen María, seguidamente a mi familia que día a día me entregan su apoyo en todos los momentos difíciles de mi vida, a mis maestros que me ayudaron a terminar la monografía, a todos ellos GRACIAS desde lo más profundo de mi corazón.

Bladimir Barragán Ramírez

El presente proyecto va dedicado inicialmente a Dios y la virgen, mi familia, por quien día a día se esfuerzan por darme lo mejor, le doy gracias a mis grandes mentores, mi padre Hernán Botache (QEPD) Que estuvo presente apoyándome en la formación para ser un profesional integro, y a mi madre Socorro Másmela Góngora quien siempre ha estado ahí incentivándome a salir adelante pese a las dificultades que se puedan presentar.

Hernán Ricardo Botache Másmela

AGRADECIMIENTOS

Agradecer por el importante apoyo por parte de la Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena Girardot que se ha esmerado por formar profesionales íntegros con un alto sentido de pertenencia por la región y también al docente Ingeniera María Paula Salazar Susunaga por su gran labor en el apoyo y colaboración en todas y cada una de las etapas de nuestra monografía factor importante para nuestra carrera profesional.

Bladimir Barragán Ramírez

Primero que todo quiero agradecer a Dios, y a mis padres Hernán Botache (Q.E.P.D), y a mi Madre Socorro Másmela Góngora, quien me ha guiado en el desarrollo del presente proyecto para lograr a un buen término, de igual manera se le da agradecimientos a los ingenieros civiles María Paula Salazar Susunaga por servir de tutor en la presente monografía EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, MEDIANTE LA METODOLOGÍA PCI DE LA CARRERA 8 ENTRE CALLES 2 HASTA LA 21 DEL MUNICIPIO DEL ESPINAL TOLIMA, aportando sus conocimientos como ingeniera civil, siendo una pieza clave para el desarrollo del mismo, ayudando a llevar a buen término dicho proyecto.

A las directivas de la Universidad Piloto de Colombia seccional del alto magdalena sede Girardot Cundinamarca, quienes están pendientes de nuestro proceso de formación aportada por los docentes, de igual manera se le da un cordial agradecimiento a la Decana de la facultad de Ingeniería civil Ing. Lorena Echavez quien ha velado por el bienestar del alumno caracterizándose por ser una persona seria y responsable en sus actividades y deberes para con sus alumnos.

Hernán Ricardo Botache Másmela

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTOS	6
RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	16
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	18
3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCOS DE REFERENCIA	20
4.1 MARCO DE ANTECEDENTES	20
4.2 MARCO TEÓRICO	21
4.3 MARCO CONCEPTUAL	38
5. MARCO CONTEXTUAL	40
5.1 MARCO GEOGRÁFICO	40
5.2 MARCO INSTITUCIONAL	43
5.3 MARCO HISTÓRICO	44
6. DISEÑO METODOLÓGICO	45

6.1 FASE I: RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	45
6.1.1 Aforo vehicular	45
6.2 FASE II. INVENTARIO DE DAÑOS	46
6.3 FASE III CÁLCULO DEL ÍNDICE PCI	47
6.4 FASE IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
7.1 ANÁLISIS DE PCI PARA LA VÍA DE LA CARRERA 8 ENTRE CALLES 2 Y 2152	
8. CONCLUSIONES	57
9. RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Rangos de clasificación del PCI.	26
Tabla 2. Formato de índice de condición del pavimento.	27
Tabla 3. Resumen global de los cálculos arrojados del PCI.++	53
Tabla 4. Abscisa K1-000 a la K1-100.	62
Tabla 5. Abscisa K1-100 a la K1-200.	63
Tabla 6. Abscisa K1-200 a la K1-300.	64
Tabla 7. Abscisa K1-300 a la K1-400.	65
Tabla 8. Abscisa K1-400 a la K1-500.	66
Tabla 9. Abscisa K1-500 a la K1-600.	67
Tabla 10. Abscisa K1-600 a la K1-700.	68
Tabla 11. Abscisa K1-700 a la K1-800.	69
Tabla 12. Abscisa K1-800 a la K1-900.	70
Tabla 13. Abscisa K1-900 a la K2-000.	71
Tabla 14. Abscisa K2-000 a la K2-100.	72
Tabla 15. Abscisa K2-100 a la K2-200.	73
Tabla 16. Abscisa K2-200 a la K2-300.	74
Tabla 17. Abscisa K2-300 a la K2-400.	75
Tabla 18. Abscisa K2-400 a la K2-500.	76
Tabla 19. Abscisa K2-500 a la K2-600.	77
Tabla 20. Abscisa K2-600 a la K2-700.	78

Tabla 21. Abscisa K2-700 a la K2-800. 79

Tabla 22. Abscisa K2-800 a la K2-900. 80

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Imagen de un pavimento rígido	22
Figura 2. Elementos de un pavimento	23
Figura 3. Horia Varlan 2011.	23
Figura 4. Falla grietas de esquina, Mancilla 2010.	28
Figura 5. Falla por bombeo, Varela 2002.	29
Figura 6. Fallas de grietas en bloque.	29
Figura 7. Daño por grieta en pozo o sumidero.	30
Figura 8. Separación de juntas.	31
Figura 9. Deterioro sello de juntas.	32
Figura 10. Falla por descacaramiento	33
Figura 11. Patología tipo bache.	34
Figura 12. Falla pulimento.	35
Figura 13. Escalonamiento de juntas.	35
Figura 14. Parcheo.	36
Figura 15. Falla por hundimiento y asentamiento.	37
Figura 16. Localización del departamento del Tolima.	41
Figura 17. Mapa del Tolima.	42
Figura 18. Punto de aforo, carrera 8 con calle 11.	46
Figura 19. Aforo vehicular.	61
Figura 20. Falla de grieta en pozo y sumidero	82

Figura 21. Falla perdida de agregados	82
Figura 22. Falla deterioro de junta	83
Figura 23. Falla grieta de esquina	83
Figura 24. Falla grieta longitudinal y trasversal	84
Figura 26. Falla por descascaramiento	85
Figura 27. Falla por bache	85
Figura 28. Falla por pulimento	86
Figura 29. Falla por hundimiento	86
Figura 30. Falla por parcheo.	87

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Tráfico de la vía de estudio en un lapso de 12 horas.	49
Gráfica 2. Trafico por hora vehículos livianos.	50
Grafica 3 Trafico por horas camiones	51
Gráfica 4. Trafico por hora Maquinaria agrícola.	51
Gráfica 5. Porcentaje de daño en la vía de estudio.	55
Gráfica 6. Total, daños por tramo (PCI).	56
Grafica 7. Tramo más afectado, Cra. 8 entre calla 5 y 6	56
Gráfica 8. Plano de curvas para determinar el CDV.	81

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Resultados de aforo y cálculos PCI.	61
Anexo B. Registro fotográfico de las fallas encontradas en la vía de estudio	82

RESUMEN

En el siguiente trabajo se presenta un estudio sobre las fallas en las losas del pavimento rígido de la carrera 8 entre calles 2 y 21 del municipio de El Espinal Tolima, para esta investigación se utilizó la metodología PCI en sus siglas en inglés (Pavement Condition Index), la cual se base en una valoración funcional que permite definir el estado funcional de la estructura. Esta metodología se aplica con el fin de adquirir información de las patologías presentes en las vías y los diferentes pavimentos rígidos seleccionados, generando un diagnóstico para su mantenimiento y recuperación.

Posterior a lo anterior con esta información, se da ubicación mediante planos de localización de las vías de estudio, para así detallar áreas a tratar y descripción de las mismas. Este estudio da inicio con la recolección de información empleando formatos de inspección de campo, datos que son necesarios para la aplicación del método PCI donde se evidencio por medio de una inspección visual y cuantitativa los daños, la severidad, el número de losas afectadas. Finalmente, con los datos recolectados en campo se calcula la densidad de las fallas y se determina el índice de PCI que nos dice cuál es el estado de la vía.

La vía de estudio es de gran importancia en el municipio ya que atraviesa la ciudad de extremo a extremo, conectándola y haciéndola más eficiente. Después del estudio se determinó que la vía está en un estado regular, algunos de los sectores requieren reparación o mantenimiento preventivo, mientras que unos de los tramos tienen reparaciones recientes.

Palabras clave: Evaluación funcional de pavimentos, pavimentos Rígidos, Método PCI.

INTRODUCCIÓN

El municipio de El Espinal Tolima ha venido construyendo vías y haciendo mejoramiento a los pavimentos con el fin de darle mayor y mejor movilidad a sus habitantes. El municipio cuenta con grandes ventajas para la construcción de pavimentos, una de ellas es que cuenta con fuentes importantes de material granular de buena calidad útiles para la construcción de pavimentos, lo que minimiza el costo de ejecución de este tipo de obras.

Cabe resaltar que los pavimentos son estructuras que se encargan de facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades y que mientras estos presenten un buen estado y una buena condición para las personas va a hacer más fácil la conexión con diferentes servicios básicos.

La malla vial de la ciudad a través de los años se ha venido deteriorando, debido a factores como, alto tráfico, cambios climáticos y exigencias en la construcción de obras de redes y alcantarillado que son realizados posterior a la construcción de las vías. Por esto se desea implementar la metodología PCI para conocer el estado de los pavimentos.

La metodología PCI es la que nos facilita conocer el estado de un pavimento donde establece los tipos de daño que tiene una vía a través de una inspección visual y cálculos pertinentes. Como objetivo la metodología nos arroja una calificación de 0 a 100 donde 0 es un pavimento fallado y 100 un pavimento en excelente estado.

El objetivo de este trabajo es realizar la evaluación del estado de una de las vías principales del municipio, por medio de la metodología PCI, para lograr conocer el estado de la misma y saber si requiere mantenimiento preventivo o una intervención de mayor profundidad.

La vía de estudio es la carrera 8 entre calles 2 y 21 en el municipio de Espinal-Tolima, esta vía es importante porque conecta toda la ciudad de oriente a occidente y viceversa por ser una vía en doble sentido y a su vez conecta todo el comercio ferretero y comercio en general. Este pavimento tiene un estado funcional regular teniendo un PCI promedio de 61 lo que nos dice que necesita de un mantenimiento urgente para minimizar su deterioro y así aumentar el periodo de su vida útil.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la vida útil de un pavimento, existen diversos factores que causan daños directos a su estructura como: el tránsito, la variación del clima, reparaciones externas entre otras, que aceleran el desgaste y minimizan el periodo de la vida útil. En el caso de la carrera 8 en el municipio del Espinal-Tolima es notorio la mala administración por parte de los entes gubernamentales, ya que es una vía sin mantenimiento periódico y afectada por trabajos de red de alcantarillados y red de gas domiciliario en los que se procede a hacer demoliciones en la capa de rodadura afectando las losas y haciendo parcheo de mala calidad que lo único que hace es acelerar la pérdida de funcionalidad dañando la estructura.

Es de vital importancia para el municipio conocer el estado de sus vías y con esto generar herramientas que faciliten el mantenimiento para que los pavimentos se encuentren en el mejor estado posible. Lo anterior puesto que del buen estado de las vías dependen el desarrollo productivo y económico de la población ya que gracias a la malla vial la comunidad tiene acceso a servicios como salud educación recreación entre otros.

En el presente trabajo se realizará el estudio de la condición actual del pavimento de la carrera 8 desde la carrera 2 hasta la calle 21 en el municipio del Espinal mediante la metodología PCI. La carrera 8 atraviesa todo el municipio razón por la cual es una vía indispensable para la ciudad, y se debe garantizar su correcto funcionamiento para una eficiente movilidad.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el estado funcional actual del pavimento de concreto hidráulico de la carrera 8 entre calle 2 hasta la calle 21 en el Espinal Tolima?

2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La carrera 8 de El Espinal Tolima es una vía que pasa por los barrios San Rafael, Centro, Santa Margarita María y Fátima, logrando comunicar una población aproximada a las 1.672 habitantes, lo que genera que sea una de las vías principales, es necesario para el desarrollo de la localidad evaluar y conocer el estado actual del pavimento.

La dificultad en el tránsito vehicular en la zona urbana del municipio del Espinal Tolima genera una alta congestión vial, afectando los tiempos de viaje de la población y los costos de movilización y operación de los vehículos, tener vías en mal estado afecta el paisaje urbano del sector deteriorando la imagen favorable del municipio de El Espinal Tolima. Es necesario que el municipio disponga de un buen estado de las vías y así mismo se conserve en las mejores condiciones.

Este estudio está expuesto para ser posible y así contribuir de una manera muy importante para identificar y evaluar los daños del pavimento de concreto hidráulico entre la carrera 8 entre calles 2 y 21 del municipio de El Espinal Tolima según la metodología PCI.

La metodología PCI es una técnica ampliamente utilizada para realizar la evaluación funcional de los pavimentos teniendo en cuenta fallas como: baches fisuras, hundimientos, escalonamientos, etc... determinando una calificación de cero a cien siendo 100 un estado excelente y cero un estado deplorable. Para aplicar este método es necesario realizar mediciones, registros fotográficos y un análisis estadístico basado en áreas aferentes y porcentajes de afectación.

3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado funcional del pavimento de concreto hidráulico de la carrera 8 entre calles 2 hasta la calle 21 del municipio de El Espinal Tolima mediante la metodología PCI

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Identificar el estado de la red vial de la carrera 8 entre calles 2 hasta la calle 21 del municipio de el Espinal Tolima.
- ❖ Establecer las posibles causas del deterioro de la vía.
- ❖ Definir el índice de condición mediante el método PCI.

4. MARCOS DE REFERENCIA

4.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Los pavimentos rígidos han sido de gran utilidad en las vías ya que presentan una movilidad sostenible con unos mantenimientos de bajo costo, esto fue demostrado con la construcción de la vía “Y asturiana”, localizada en España fue construida en Hormigón armado y que entro en servicio en 1976, lleva más de 40 años de servicio y se encuentra en buen estado, (Instituto español del cemento y sus aplicaciones ICDA, 2017).

En 1830 se da el inicio de la construcción del pavimento rígido y se originó en los Estados Unidos de América debido a la necesidad que se tenía de un transporte masivo seguido a esto, ya en 1905 se comienza a utilizar el concreto como material para construcción de las carreteras dando espacios a proyectos de obras importantes para la historia estatal de las carreteras. (Ibáñez, 2020)

La palabra Portland con la cual conocemos el cemento actualmente viene de dos personajes de la historia que fueron los que inventaron este tipo de cemento hidráulico artificial el cual fue fabricado con la combustión conjunta de caliza y carbón fue patentado para su utilización y comercialización estos personajes fueron James Parker y Joseph Aspdin. (oficemen 2017).

Monografías de referencia

Para la realización de esta monografía nos hemos basado en estos tres autores para tener una referencia teórica y práctica que nos permiten tener una visión un poco más clara sobre la elaboración de nuestra investigación sobre la aplicación del método PCI, están son Monografía elaborada por Flores y Forigua año 2019, Monografía elaborada por Sierra y Rivas 2016, Trabajo de grado Cardoso y Sandino 2020.

La monografía de los autores Flores y Forigua 2019 se basó en la evaluación de daños en pavimento de concreto hidráulico mediante la metodología PCI para el municipio de Tocaima – Cundinamarca, de esta investigación y deduce que sus vías de tránsito terrestre se encuentran en un alto grado de deterioro para lo cual esta investigación recomienda realizar trabajos urgentes de reparación y mantenimiento para recuperar esta vía y así estar al nivel del desarrollo económico de la región.

Para el siguiente trabajo de grado sus autores basaron su investigación en la aplicación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y

mantenimiento de la vía al llano en el tramo PR 00+000 – PR 01+020, para interés de nuestro estudio enfocamos los datos relevantes sobre la metodología PCI, tema principal de nuestra investigación, el cual pudimos evidenciar que ese tramo de estudio arrojó un PCI de 89 que lo denota en un tramo con excelentes condiciones de funcionalidad y por lo cual no requiere ningún tipo de intervenciones de reparación ni de mantenimiento.

En la siguiente monografía cuyos autores son Cardozo y Sandino 2020 enfocaron su estudio sobre la Evaluación funcional de la vía en concreto desde la calle 3 con carrera 21 hasta el inicio de la vía Nariño de Girardot – Cundinamarca, aplicando el método PCI para la cual determinaron un valor de PCI de 21 valor que indica que la vía se encuentra en muy mal estado por encontrarse en el rango de (25-10) muy malo, se determinó un porcentaje de daño del 85%, lo que resume que la vía debe ser cambiada en su totalidad.

4.2 MARCO TEÓRICO

Para la evaluación de los daños ocasionados a la carrera 8 entre calle 2 a la calle 21 del municipio de El Espinal tema central de este estudio, es importante tener una fundamentación teórica bastante completa para tener una visión más clara a esta problemática para lo cual se desarrollará unos conceptos teóricos y unas terminologías en lo seguido de este estudio.

Pavimentos y tipos de pavimentos.

Son todas aquellas capas de materiales granulares seleccionados con unas características físicas específicas que conforman una estructura vial cuyo objetivo principal es disipar las cargas producidas por el tránsito y así proteger la subrasante, este pavimento debe de contener una capa de rodadura en un estado eficiente que permita un tránsito seguro tanto de personas como de vehículos, esta definición de pavimentos incluye ciclo vías, pasajes peatonales, parqueaderos, aceras, pistas etc. Salas (2012)

Para la ingeniería civil se define también como una estructura vial de comunicación terrestre conformadas por varias capas de material que su función principal es la de permitir el tránsito de vehículos y personas.

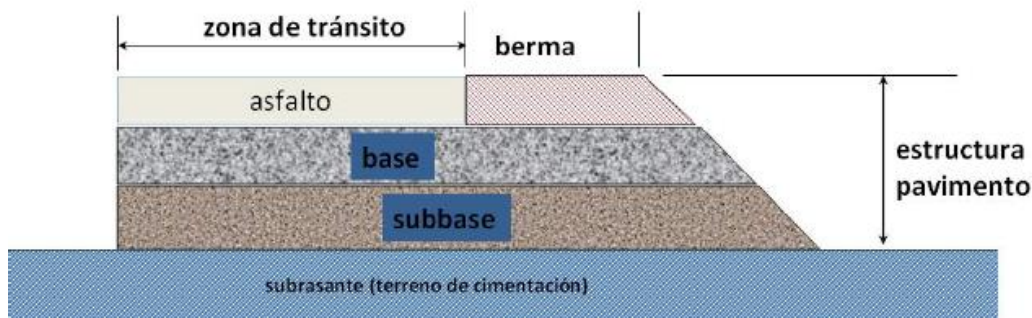
Para la construcción de pavimentos se requiere de unos materiales que cumplan con unas propiedades físicas adecuadas que proporcionen una mayor capacidad de soporte estos materiales rocosos deben de ser bien compactados para lograr su máxima resistencia y poder servir a la circulación.

Los pavimentos se dividen en varios tipos:

Pavimento rígido.

Este pavimento rígido o también llamado pavimento hidráulico poseen una resistencia considerable a la flexión en comparación al pavimento asfáltico, el pavimento rígido está conformado por losas con unas dimensiones específicas de diseño que en ocasiones contiene acero de refuerzo, estos pavimentos tienen un periodo de vida útil que varía entre los 20 y 40 años su proceso de mantenimiento es mínimo y por lo regular solo se efectúa en sus juntas, estos pavimentos además de soportar los esfuerzos de compresión y flexión se ven seriamente afectados por los esfuerzos que deben resistir a causa de la expansión y contracción debido a los cambios de temperatura y a las condiciones climáticas. La figura 1 nos representa un pavimento Rígido.

Figura 1. Imagen de un pavimento rígido

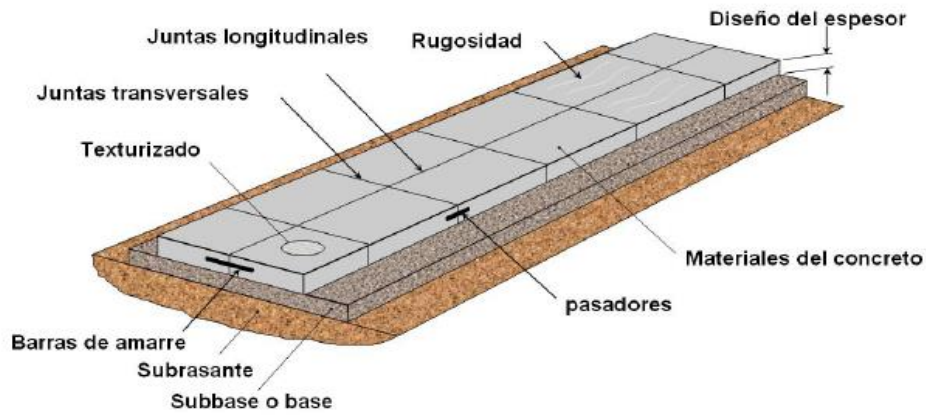


Fuente: Ingeniero Mario Becerra salas

Elementos que conforman un pavimento rígido

Según el Ingeniero Mario Becerra Salas (2012) los pavimentos de concreto rígido son los que más se ajustan a las necesidades del país. La utilización de refuerzos metálicos embebidos en su mezcla de concreto hace que se presenten mayores ventajas a lo largo de la funcionalidad del pavimento, estos elementos metálicos ayudan a minimizar la fisura producida por los esfuerzos de flexión que son ocasionadas por las cargas del tránsito, su mayor utilización es en aquellos sitios donde se concentran esfuerzos como lo son parqueaderos industriales, paraderos de buses, pavimentos previos a peajes, zonas de almacenamiento. A continuación, en la figura 2 se ilustra el esquema de los elementos de un pavimento.

Figura 2. Elementos de un pavimento



Fuente: American Concrete Pavement Association (ACPA).

Pavimento flexible

Denominamos pavimentos flexibles a aquellos que cuya estructura total se deflecta o se flexiona en función a las cargas que transitan sobre él, en Colombia su uso más relevante es en las vías principales de transporte terrestre.

Pavimento flexible.

Figura 3. Horia Varlan 2011.



Estos tipos de pavimentos se conforman de una carpeta bituminosa que se encuentra apoyada generalmente sobre dos capas de material granulométrico no rígidas, denominadas base y sub-base (Montejo 2002).

En general las capas de base y sub-base de un pavimento flexible, tienen funciones importantes una de ellas es netamente económica; en efecto, el espesor que se requiere para que el nivel de esfuerzos sea menor o igual que su propia resistencia, las capas suelen ser en forma descendente en lo referente a su capacidad de carga, la capa superficial o capa de rodadura es la que posee mayor capacidad de carga de todas por lo tanto es la que posee mayores materiales de calidad, la capa que tiene la menor capacidad de carga es la base y sub-base que utiliza menor calidad a lo cual es frecuentemente más barata.(Montejo 2002)

Sub-rasante

Es la capa o suelo de una carretera que soporta toda la estructura de un pavimento, esta capa puede ser formada en corte o relleno y al estar compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en el plan de diseño. (Kauffman Altamirano, 2007)

El espesor de un concreto rígido está en función a la calidad de la sub-rasante, esta debe de cumplir con unas especificaciones de resistencia, inmunidad a la expansión, contracción por causa de la humedad, por lo cual el diseño de un pavimento va ajustado a la carga de diseño por eje versus a la capacidad de la sub-rasante. (Kauffman Altamirano, 2007)

Sub base

Es la capa de la estructura del pavimento que su función principal es la de soportar, transmitir y repartir uniformemente las cargas que se le aplican a la capa de rodadura del pavimento, de manera que la sub-rasante absorba las variaciones inherentes a este suelo que puede ocasionar daño a la sub-base, a la vez la sub-base estabiliza los cambios de elasticidad y volumen que sean dañinos para el pavimento.

Esta capa también tiene como función el drenaje y control de ascensión capilar de agua, dado así una protección al pavimento. (Kauffman Altamarino, 2007)

Superficie de rodadura

La capa de rodadura es la que está directamente en contacto con las cargas producidas por el rodaje del tránsito y está elaborada en concreto hidráulico, esta capa superior está expuesta también a los factores ambientales y cambios climáticos, debido a su rigidez y a su alto módulo de elasticidad, basa su capacidad potente en la losa de concreto. (Kauffman Altamarino, 2007)

Tipos de pavimento rígido

Concreto hidráulico simple

Este tipo de concreto no posee armaduras de hierro embebidos en la losa de concreto y sus longitudes entre juntas, es relativamente pequeño en promedio de 2,50 a 4,50 mts, entre las juntas pueden o no contar con dispositivo de anclaje para la transferencia de esfuerzos (dovelas).

Concreto hidráulico reforzado

Esta capa de concreto contiene acero de refuerzo en su interior que permite mantener y controlar las grietas por efecto de la contracción y así mantener la losa de concreto completa (Kauffman Altamarino, 2007)

Concreto hidráulico continuo

Este tipo de concreto contiene una armadura de refuerzo en toda su longitud y no contiene juntas transversales, excepto juntas de construcción, el acero de refuerzo la parte transversal es opcional para este caso, este acero de refuerzo longitudinal permite mantener un espaciamiento adecuado entre grietas o fisuras y que todas estas se conservan cerradas. (Rivas 2016, pág. 24)

Patologías sobre un pavimento en concreto hidráulico

Cuando hablamos de patologías del concreto nos referimos al estudio sistemático de las enfermedades o a los “defectos o daños” que puede sufrir el concreto, entendiendo sus causas, sus consecuencias y remedios, en conclusión, la patología la definimos como la parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas y diagnostico al deterioro que padecen las estructuras de concreto. (Rivva 2006)

Las estructuras de concreto durante su vida útil pueden sufrir daños importantes que alteran su estructura interna y funcionalidad, estos daños son adquiridos a lo largo de su vida útil y los síntomas que indican que esto se está produciendo son las fisuras, grietas, pérdida de masa, hinchamientos u otros. Para determinar las causas del deterioro se hace necesario un estudio que indique los factores externos a los que está sometido este pavimento.

Cuando nos referimos a la durabilidad de los concretos, es decir a su "variación en el tiempo sin modificaciones esenciales en su comportamiento", es definida por el (ACI comité 201 del American Concrete Institute) como la virtud del concreto para resistir todas aquellas acciones que produce la acción de interperismo, también a los frecuentes ataques químicos, elementos abrasivos u otros tipos de deterioro, hay algunos investigadores que dicen que es aquella propiedad que tiene el concreto endurecido que define la capacidad que logra tener para contrarrestar los ataques que el medio ambiente produce como lo es la corrosión, las radiaciones, las altas y bajas temperaturas y cualquier otro proceso natural que cause deterioro. (Riva 2006)

La gran mayoría de las estructuras de concreto ya sea simple o con refuerzo están siempre expuestas a los factores ambientales y aparte de esto a los esfuerzos mecánicos del servicio y eventualmente a ataques biológicos o químicos es por esta razón que se hace indispensable profundizar en todos estos eventos para obtener un buen diseño, es importante una buena mezcla del concreto y utilizar buenos métodos de protección y curado. (Sánchez de Guzmán 2006).

Daños del pavimento.

Para establecer estos rangos de daño en el pavimento rígido se basa en una inspección visual sobre la superficie de la capa de rodadura, esto permite sacar un inventario de daños los cuales se clasifican con unos rangos de severidad y cantidades que mediante una investigación se recolectan las fallas en campo, estas corresponden a un inventario total en base a las causas y daños con relación a las cargas y efectos del clima, en la siguiente ilustración se determinan los rangos de clasificación del PCI.

Tabla 1. Rangos de clasificación del PCI.

85-100	Excelente
71-85	Muy Bueno
56-70	Bueno
41-55	Regular

26-40	Pobre
11.-25	Muy pobre
0-10	Fallado

En la aplicación del método PCI procedimiento de evaluación y condición del pavimento está dividida en 3 partes, la primera es la realización de un trabajo de campo para identificar los daños clasificando en rangos de severidad, clase y extensión, dichos daños se registran en un formato que a continuación se muestra en la ilustración. (Rivas, 2016)

Índice de condición del pavimento

La siguiente ilustración es el formato que tomaremos para la recolección de los datos de las fallas del pavimento

Tabla 2. Formato de índice de condición del pavimento.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO			
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)			
INSPECCIONADA POR		FECHA			
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.		
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.		
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.		
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.		
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.		
6	Depresión.	16	Desplazamiento.		
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.		
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long y transversal.				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Valor deducido

Fuente: (Vázquez 2002 pág. 3)

Fallas principales del pavimento rígido

Grieta lineal

En la siguiente ilustración se ve una grieta lineal presentes como fisuras longitudinales o transversales con respecto al eje de la vía o pavimento, esto se presenta por fatiga por tanto el espesor de la losa es insuficiente y la separación de las juntas es excesiva, otras causas que afectan el concreto es la pérdida de soporte derivado de la erosión y asentamientos diferentes (Sandino y Cardoso 2020, Pag.26)

Grietas de esquina

En la siguiente ilustración se aprecia una falla de esquina que se identifica como una fisura presente en la junta o el borde que delimita la losa, esta falla se extiende verticalmente en el espeso de la losa, esto es causado por la continua acción de cargas pesadas (fatiga de hormigón y una combinación de la acción dren ante que ocasionan debilidad y a la vez erosión del apoyo de la losa. (Sandino y Cardozo, 2020, pág. 25) La figura muestra una grieta de esquina.

Figura 4. Falla grietas de esquina, Mancilla 2010.



Falla por bombeo

En la siguiente ilustración se aprecia una falla por bombeo, la cual es originada por reflexión de la losa en concreto a causa de las cargas que transmiten, por consiguiente, cuando se da una carga esta pasa por la junta entre losas, en agua es forzada bajo la losa de adelante y luego hacia la losa de atrás, en la acción causa erosión y esto permite que se remuevan partículas granulares en el suelo, dando como resultado la pérdida de soporte del suelo. (Sandino y Cardozo, 2020, pág. 26) La figura 5 muestra una falla por bombeo.

Figura 5. Falla por bombeo, Varela 2002.



Grietas en bloque o fracturación múltiple

En la ilustración se evidencia un daño para grietas, tanto longitudinales como transversales formando bloques en toda la losa, a este grupo de fallas también comprende las grietas en “Y”, estas se presentan en la mayoría de tipos de pavimento rígido, pero se evidencia con mayor intensidad en losas de concreto simple y placas de concreto reforzado. (Buitrago y Suarez, 2018, Pág. 45), La grafica 6 muestra una grieta en bloque.

Figura 6. Fallas de grietas en bloque.



Fuente. (Buitrago y Suarez pág. 45)

Este tipo de fallas casi siempre se considera con severidad alta por su fracturación múltiple, estas pueden ser causadas por las continuas cargas pesadas y un equivocado diseño estructural, el transito continuo hacen que las flexiones de las losas aceleren la subdivisión en bloques más pequeños, permitiendo que sus juntas se desportillen. (Buitrago y Suarez, 2018, Pag.46) La grafica 7 muestra en pozo u sumidero.

Grietas en pozos y sumideros

Esta falla se presenta como una clasificación independiente, esto debido a que sus grietas están directamente asociadas en función del pozo o sumidero, este tipo de daño los encontramos en todos los tipos de pavimentos rígidos. (Buitrago y Suarez, 2018, Pag.47) en la figura 7 nos muestra un pozo o sumidero

Figura 7. Daño por grieta en pozo o sumidero.



Fuente. Buitrago y Suarez 2018 pág. 46.

Este tipo de falla las podemos clasificar con los siguientes datos:

- ❖ Baja: Grieta selladas con aberturas menores a 3mm.
 - ❖ Media: Abertura de grietas entre (3-10mm)
 - ❖ Alta: abertura mayor a 10 mm y que presentan escalonamiento mayor a 6mm.
- (Buitrago y Suarez, 2018, Pag.4

Daños en juntas

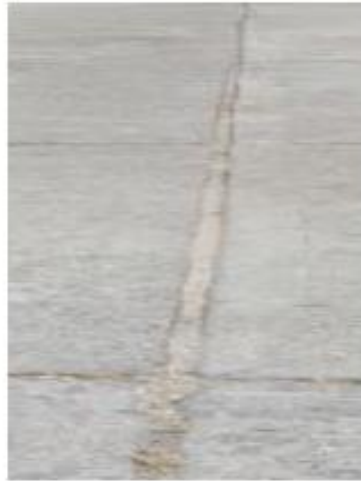
Separación de juntas longitudinales

Este daño se presenta en juntas longitudinales y corresponde a una abertura entre ellas, esta abertura tiene unas especificaciones para su nivel de severidad, tomando como referencia la abertura extra a la abertura normal. La grafica 8 nos muestra una falla de separación de juntas.

- ❖ Baja: Abertura menor a 3mm.
- ❖ Media: Abertura entre 3 y 25mm.

❖ Alta: Abertura mayor a 22mm.

Figura 8. Separación de juntas.



Fuente. Buitrago y Suarez, 2018, Pág. 49

En esta figura nos representa una separación de juntas longitudinales

Deterioro del sello de las juntas

Este tipo de daño se presenta cuando hay desprendimiento o rompimiento parcial o total del sello de juntas, tanto longitudinal como transversal, este daño permite la entrada de materiales incomprensibles y también la infiltración del agua de su superficie, una acción que es negativa para la construcción del pavimento de concreto simple y en losas de concreto hidráulico. (Buitrago y Suarez, 2018, Pág. 50) La grafica 9 nos muestra una falla de deterioro de sello de juntas.

Figura 9. Deterioro sello de juntas.



Fuente. Buitrago y Suarez2018 pág. 50

Clasificación de fallas de sello de juntas

Baja: Que la longitud con la falla sea menor al 5% de la longitud de la junta y que no exista riesgo de entrada de agua o de otros materiales incompresibles.

Media: Que la longitud con la falla este entre el 5% y el 25% de la longitud de la junta y el restante del sello este en condición regular.

Alta: Que la longitud con la falla sea mayor al 25% de la longitud de la junta, y que la falla permita la entrada del agua y materiales incompresibles.

Descascaramiento

Este tipo de falla se presenta por la rotura de la superficie de la placa hasta una profundidad de 5 a 15mm, esto debido al desprendimiento de pequeños pedazos de concreto. (Buitrago y Suarez, 2018, Pág. 56) La grafica numero 10 nos muestra una falla por descascaramiento.

Figura 10. Falla por descascaramiento



Fuente. Buitrago y Suarez pág. 56.

Para esta falla se toma en cuenta para la severidad, el nivel de profundidad causado por la pérdida de material superficial.

- ❖ Baja: Pérdida de material de la superficie a una profundidad menor a 5mm.
- ❖ Media: Pérdida de material de la superficie a una profundidad entre 5 y 15mm.
- ❖ Alta: Pérdida del material de la superficie a una profundidad mayor a 15mm.

Este descascaramiento puede ser causado por un exceso en el acabado del concreto fresco, produciendo la exudación del mortero Y agua, dando lugar a que la superficie del concreto resulte débil en función a la retracción.

Las fisuras capilares pueden ser causadas por acción del tránsito, iniciando un descascaramiento de la capa superior (superficie) del pavimento, generando un levantamiento del material superficial que se aumenta progresivamente tanto en la profundidad como en el área. (Buitrago y Suarez, 2018, Pág. 57)

Baches

Este daño se presenta cuando se desintegran áreas de la losa de concreto formando una cavidad con bordes irregulares que en ocasiones pueden dejar expuesto la capa de base. La grafica 11 nos muestra una falla por bache.

Figura 3. Patología tipo bache.



Para determinar su severidad se clasifican de la siguiente forma:

- ❖ Baja: Profundidad del bache menor que 25mm.
- ❖ Media: Profundidad del bache entre 25 y 50mm.
- ❖ Alta: Profundidad del bache mayor a 50mm.

Pulimento

En la siguiente ilustración se evidencia la falla por pulimento de la superficie del pavimento, esta se da por la carencia o perdida de la textura superficial indispensable para que exista una fricción propicia entre el pavimento y las ruedas de un vehículo. La grafica 12 nos muestra una falla por pulimento.

Figura 12. Falla pulimento.



Fuente. Buitrago y Suarez, 2018, Pág. 62.

Este tipo de falla no posee niveles de severidad y para ser tenido en cuenta el pulimento debe ser alto.

Escalonamiento de juntas longitudinales y transversales

Este tipo de falla es provocado por el continuo paso del tránsito y se determina por un desnivel en la junta de la placa con respecto a otra placa vecina. Su nivel de severidad está dado de la siguiente forma. La grafica 13 nos muestra una falla por escalonamiento de juntas.

Figura 13. Escalonamiento de juntas.



Fuente. Buitrago y Suarez 2018

- ❖ Baja: Desnivel menor a 5mm.
- ❖ Media: Desnivel entre 5 y 10mm.
- ❖ Alta: Desnivel mayor a 10mm.

Este tipo de falla del escalonamiento puede ser por:

- ❖ Erosión de la capa base en los límites de la junta o grieta.
- ❖ Por asentamiento diferencial de la capa de base o sub-rasante.
- ❖ Por baja capacidad portante de la sub-rasante
- ❖ Por la deficiencia el traspaso de los esfuerzos entre placas o pedazos de placas.

Parcheo

Los parches son áreas donde un pavimento original es removido y reemplazado con un material igual o diferente con el objeto de ser reparado o por mantenimiento de servicios públicos, estas placas o losas de concreto que son sometidas a estos parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, estos parches cuando su ejecución es diferente tienden a dar origen a nuevas fallas, para su nivel de severidad se define lo siguiente:

- ❖ Baja: El parche está en buena condición y se desempeña satisfactoriamente.
- ❖ Media: El parche evidencia daño de severidad baja o media y deficiencia en los bordes.
- ❖ Alta: El parche está muy deteriorado y evidencia daño de severidad alta.

Varela (2002). La figura siguiente muestra una falla por parcheo.

Figura 14. Parcheo.



Fuente. Buitrago y Suarez 2018 pág. 67

Hundimiento y asentamientos.

Esta falla se presenta por depresión o descenso de la capa de pavimento en un área determinada, esta falla puede estar ligada a agrietamiento significativo debido al asentamiento de la placa. (Buitrago y Suarez, 2018, Pag.70)

En la figura siguiente se evidencia falla por hundimiento y asentamiento.

Figura 15. Falla por hundimiento y asentamiento.



Fuente. Buitrago y Suárez pág. 70

Para determinar el nivel de severidad según su incidencia en la comodidad de manejo, estos niveles se asignan con base a la observación de vehículos circulando y se define así:

- ❖ Baja: Profundidad menor a 20mm, ocasiona baja vibración al automóvil y no le genera incomodidad al conductor.
- ❖ Media: Profundidad entre 20 y 40mm, ocasiona vibración mayor al automóvil y produce incomodidad al conductor.
- ❖ Alta: profundidad mayor a 40mm, ocasiona una vibración excesiva y produce incomodidad al conductor, siendo necesario disminuir la velocidad para garantizar la seguridad en esa vía.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

CALZADA: zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. (artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002)

CAMIÓN: vehículo automotor que por su tamaño y destinación se usa para transportar carga. (artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002)

CAMIÓN TRACTOR: vehículo automotor destinado a arrastrar uno o varios semirremolques o remolques, equipado con acople adecuado para tal fin. (artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002)

CARRETERA: vía cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. (artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002)

CARRIL: parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos. (artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002)

EJE SIMPLE: Ensamble de dos o cuatro llantas unidas entre sí por una línea de rotación. (DNP, 2017)

EJE TÁNDEM: Eje conformado por dos líneas de rotación, dotado de una suspensión que permita la compensación de cargas y cuya separación se encuentra entre 1.00 y 1.60 metros. (DNP, 2017)

EJE TRÍDEM: Eje conformado por tres líneas de rotación dotado de una suspensión que permita la compensación de carga y cuya separación entre las líneas de rotación extremas se encuentra entre 2.00 y 3.20 metros. (DNP, 2017)

JUNTAS: Son parte importante de los pavimentos rígidos y se realizan con el fin de controlar los esfuerzos que se presentan en el Concreto como consecuencia de los movimientos de contracción y de dilatación de material y a los cambios de temperatura y humedad. (DNP, 2017)

PAVIMENTO RÍGIDO: Es el conformado por una losa de concreto sobre una base o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada. (DNP, 2017)

PCI: El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. (VARELA I. E., 2002).

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO: cantidad de vehículos que transitan a través de un corredor vial a lo largo de un día. (DNP, 2017)

SUB-RASANTE: suelo natural o antrópico que soporta las cargas transmitidas a través de las capas superiores de la estructura de pavimento. (DNP, 2017)

SUB - BASE: capa principal de la estructura de pavimento ubicada entre la sub-rasante y la capa de rodadura. Tiene como propósito distribuir las fuerzas generadas por las cargas a través de la sub-rasante. (DNP, 2017)

TRAFICO: volumen de vehículos, peatones, o productos que pasan por un punto específico durante un periodo determinado. (Ley 769 del 2002 Art.2)

TRANSITO: es la movilización de personas, animales o vehículos por una vía pública o privada abierta al público. (Ley 769 del 2002 Art.2)

VÍA: Zona de uso público o privado, abierta al público, destinada al tránsito de vehículos, personas y animales. (Ley 769 del 2002 Art.2)

5. MARCO CONTEXTUAL

5.1 MARCO GEOGRÁFICO

En tiempos precolombinos los pijaos eran los pobladores de esta región desde la cordillera central de los andes entre los nevados del Huila, del Quindío y del Tolima en el valle alto del río Magdalena y el valle alto de río Cauca. Su linaje se remonta a 6000 a.c.

La fundación del municipio del Espinal ocurre el 3 de abril de 1754, otorgándose la calificación de fundadores a los señores Antonio Vásquez Forero y Juan Manuel Moya, propietarios de la hacienda Llano Grande. Cuatro años más tarde dones Pascual Aldana y Andagoya, fundo una pequeña población a orillas del río Coello a la que dio el nombre de Upito que paso a ser cabecera de Llano Grande del Espinal en el año 1776.

En 1781 los vecinos del Caserío de Upito, debido a la distancia que los separaba del Llano grande del Espinal, le solicitaron a don Antonio Caballero y Góngora, IX virrey del nuevo reino de Granada la creación de su parroquia a la cual accedió decretando la construcción de la nueva iglesia en el sitio denominado EL Espinal, este hecho se determinó el traslado de Upito a él Espinal el 3 de abril 1783.

El sacerdote Francisco Alvares del Pino fue el primer párroco de la Iglesia de El Espinal a partir de 3 de abril 1783, cargo que desempeñó hasta el 1 de abril 1808. El Espinal fue capital de cantón y del departamento del centro hasta la expedición del decreto del 27 de octubre de 1880, en que se trasladó la capital al Guamo.

El sacerdote Fray Nicolás Guarín de la Zerda y Quintana estuvo rigiendo los destinos parroquiales hasta 1848. A este sacerdote se le atribuye la elaboración de los planos y la construcción del templo. El Espinal fue sitio de empalme con los ferrocarriles que viajaban de Bogotá a Girardot – Neiva – Ibagué, circunstancia que hacía de la ciudad un centro de distribución para el transporte, ya que desde esa época disponía de una amplia red de vías de comunicación aérea, terrestre, que la comunicaban con cualquier sitio o ciudad del país.

La ciudad del Espinal es la segunda ciudad más importante del departamento del Tolima ya que se encuentra situado en la zona centro-sur.

Figura 16. Localización del departamento del Tolima.



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi **IGAC** - Diccionario Geográfico **Gobernación** del Departamento del Tolima.

El municipio de El Espinal se encuentra localizado en la zona centro- sur del departamento del Tolima, a 153 km de Bogotá con dirección sur-occidente, y a 57,6km de Ibagué capital departamental, es el segundo municipio más poblado del departamento del Tolima y es conocida como la capital arrocera del centro del país ubicándose en su casco urbano también recibe otros nombres Tierra del bunde capital del san pedro.

Lema: Espinal tierra del Bunde, la tambora, lechona el tamal y la alegría.

Figura 17. Mapa del Tolima.



Latitud Norte 03°08' y longitud 74°52' Oeste del meridiano de Greenwich.

Límites del municipio de El Espinal

Al norte: Con los municipios de Coello y Flandes, al Oriente con el municipio de Suárez, al Occidente Con guamo y san Luis y al Sur con el municipio del guamo.

Climatología y temperatura

En El Espinal Tolima, los veranos son cortos, tórridos, bochornosos y mayormente nublados y los inviernos son cortos, calientes, opresivos, mojados y nublados, durante el trascurso del año, la temperatura generalmente varia de 23°C a 36°C Y rara vez baja a menos dev22°C O sube a más de 39°C

Tropical monzónico

Altura:323 m.s.n.m

Pluviosidad

El Espinal Tolima tiene unas precipitaciones significativas la mayoría de los meses, con una estación seca corta. Este clima es considerado AM según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura aquí es un promedio de 25.4°C. La precipitación aproximada es de 1467mm

5.2 MARCO INSTITUCIONAL

La Universidad Piloto de Colombia es una universidad privada y autónoma colombiana, fundada el 14 de septiembre 1962 y con un reconocimiento del ministerio de educación Nacional, sujeta a inspección y vigilancia por medio de la ley 1740 de 2014 y la ley 30 1992 el ministerio Nacional de educación de Colombia.

Hace 58 años, un grupo de entusiastas y dedicados a estudiantes de la facultad de Arquitectura de una universidad de Bogotá inconformes con los procesos educativos y en desacuerdo con las políticas de formación académica del sistema universitario convencional colombiano, y en un acto de rebeldía, decidieron y proclamaron un movimiento de renovación estudiantil para crear una institución que diera respuesta a la juventud de un país con necesidad de grandes cambios en sus estructuras.

Impulsados dichos estudiantes por un entusiasmo juvenil y universitario de los años 60, con una visión, acertada y futurista, de absoluta confianza en su propio valer y apoyados por una fe inquebrantable sobre el éxito que habría de traerles el devenir de los años, se propusieron entonces fundar una universidad.

Un grupo de senadores de la república, entre los cuales se puede resaltar y destacar a los doctores Alfonso palacio ruda Y Raúl Vásquez Vélez decidieron participar en la magnífica idea y facilitar a los estudiantes y padres de familia el salón elíptico del capitolio nacional, para que allí reunidos se aprobaran los estatutos del 14 de septiembre de 1962 y le dieran origen a la universidad, la cual se denominó “corporación universidad piloto de Colombia.

Los estudiantes invitaron a distinguidos profesionales para encargarnos de las respectivas cátedras y con el correr de los años terminaron su preparación académica y profesional y obtuvieron su respectivo título de la universidad que

había fundado, el 27 de mayo de 1970 en la academia colombiana de la lengua, se graduó la primera promoción de la universidad piloto de Colombia.

Ese hecho fue un caso excepcional en la historia de la universidad piloto de Colombia de ninguna manera extraño los procedimientos empleados por el hombre en su afán de construir y obtener y perfeccionar sus conocimientos.

5.3 MARCO HISTÓRICO

El municipio del Espinal en su mapa político está ubicado en el departamento del Tolima, aproximadamente posee una población de aproximadamente 58,494 habitantes en los que aproximadamente en los que 70 % de personas adultas, los niños poseen un gran índice de escolaridad dedicándose a actividades económicas como la agricultura, ganadería entre otras actividades por ser una zona rural posee pocas actividades por que la población desempleada es alta y muchos de ellos han emigrado a desarrollar otras actividades del casco urbano del municipio del Espinal Tolima, la falta de vías pavimentadas a través de la historia ha hecho una buena calidad de vida a sus habitantes y cuenta con infraestructuras como: hospitales, colegios de primarias y de secundarias, escuelas, universidades públicas y privadas, contamos con un seminario mayor la providencia allí se forman los sacerdotes de la diócesis del Espinal Tolima y otras instituciones formales y no formales también se cuenta con academias de automovilismo, con zona industrial de empresas de molinos para la agricultura.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 FASE I: RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para poder conocer la importancia de la vía y la cantidad de usuarios que la transitan es necesario realizar un aforo vial, para esto se realizara el conteo de los vehículos que transitan de 6 am a 6 pm en un día convencional. Con el resultado de la anterior actividad se podrá determinar el tránsito de la vía concluir cual es la carga actual.

Dentro de la recolección de la información también se localizará la vía mediante herramientas de georreferenciación y se determinará unos datos como altitud, coordenadas de inicio y finalización, longitud, ancho entre otras.

Se determinará el perfil vial típico de la vía teniendo en cuenta los andenes, ancho de calzada y separador.

6.1.1 Aforo vehicular. El día 27 de agosto del 2021 se realizó un aforo vehicular para determinar la cantidad de vehículos que transitan por hora sobre la carrera 8 entre con calle 11 esquina del municipio de El Espinal y así evaluar el volumen del tránsito de la vía.

Se ejecutó debido a la problemática que actualmente se evidencia con el deterioro de la vía causado por el flujo vehicular y otros factores externos que ha disminuido la vida útil del pavimento.

El municipio de El Espinal es la segunda ciudad más importante del departamento del Tolima, cuenta con alto nivel de sitios turísticos, eso hace que el flujo vehicular aumente y se evidencien dichos deterioros.

El método PCI es un método que evalúa los daños que presenta la vía por medio de inspección visual y determinando cálculos, se estableció la vía de la carrera 8 con calle 11 para realizar el aforo por ser un punto importante por su alto flujo vehicular ya que es una zona central del municipio y así determinar el TPD (transito promedio diario),

Mediante un análisis del flujo vehicular se puede entender las características y componentes del tránsito, requisitos básicos para esta evaluación. El análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en doble sentido lo cual permite determinar el nivel de eficiencia y funcionalidad de la vía

Los datos que se registran por hora en el formato del TPD determinan las diversas variables que influyen actualmente en el tráfico y esto compone un conjunto de diversos elementos que interactúan entre sí para poder conformar un todo que llamamos ingeniería de tránsito, estos elementos son importantes para establecer un periodo de diseño, que en la medida de lo posible satisfaga la necesidad de transporte de los usuarios.

Figura 18. Punto de aforo, carrera 8 con calle 11.



(a) Punto de aforo visualizado de occidente a oriente en la vía de estudio.



(b) Punto de aforo visualizado de oriente a occidente en la vía de estudio.

6.2 FASE II. INVENTARIO DE DAÑOS

Mediante una visita a la vía se realizará la medición de cada una de las fallas presentadas en las losas y se recopilara la información dentro de formatos por tramos, para posteriormente lograr analizar cuál de los tramos es el más afectado y cuáles son las fallas presentes con mayor frecuencia.

El registro fotográfico se realizará tomando imágenes de cada una de las fallas. Realizando un inventario claro con la localización, el tipo y las medidas de cada una.

Las fallas que serán estudiadas son:

- ❖ Parcheo
- ❖ Exudación
- ❖ Huecos
- ❖ Abultamiento y hundimientos
- ❖ Grieta de borde
- ❖ Reflexión de junta
- ❖ Grietas longitudinales y transversales
- ❖ Piel de cocodrilo
- ❖ Agrietamiento en bloque

- ❖ Corrugación
- ❖ Depresión
- ❖ Pulimiento de agregados
- ❖ Desprendimiento de agregados

6.3 FASE III CÁLCULO DEL ÍNDICE PCI

Con la toma de medidas y datos anteriores se realizará el cálculo del área ocupada de cada uno de los tipos de Fallas por tramos para al final determinar cuál es el índice del PCI DE la vía y cuáles son los tramos afectados.

El índice de condición del pavimento PCI se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos 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 constituye el sistema.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad o densidad de este. La formulación del índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido una problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los valores deducidos como un arquetipo de factor de ponderación con el fin de indicar el grado afectación de cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad sobre la condición de pavimento.

Es un índice numérico que varía desde cero (0) para un pavimento fallado o en mal estado hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento las cuales establecen la clase, severidad y cantidad de cada daño presente. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte de inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas y con el clima. (Cerón Bermúdez (2006)

6.4 FASE IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los datos resultantes de la aplicación de la metodología PCI se realizará el análisis y la posterior conclusión del estado de la vía determinando factores importantes como:

- ❖ ¿Cuál es el tramo más afectado?

- ❖ ¿Cuál es la falla más común?
- ❖ ¿Cuál es el estado general de la vía?

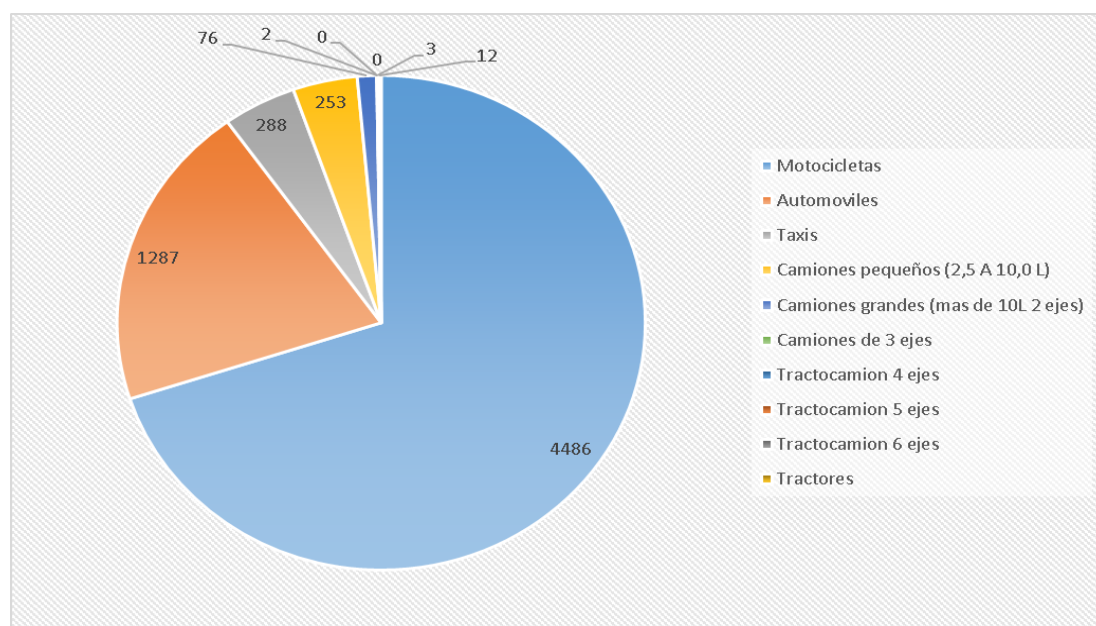
Se realizará la recomendación de cuál puede ser una alternativa para mejorar el estado de la misma.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis de los datos arrojados del aforo realizado de la carrera 8 entre calles 2 y 21 del municipio del Espinal (vía de estudio).

En la gráfica 1 producto del aforo vehicular realizado el 27 de agosto del 2021 en el periodo de tiempo de 6 am a 6 pm se puede determinar que por la vía de la carrera 8 con calle 11, la gran mayoría del tráfico son motos con una totalidad de 4486 vehículos, con 1287 le siguen los automóviles, siguiendo los taxis con un promedio de 288 y 253 camiones pequeños, siendo estos vehículos los más transitados por esta vía, asimismo el transito menos concurrido son los camiones grandes de 2 ejes equivalentes con 76 vehículos, los tractores con 12, los camiones de 6 ejes equivalentes con 3 y por último los camiones de 3 ejes equivalentes con 2 por día; en cuanto a los camiones de 4 ejes y 5 ejes no se presentó flujo vehicular de ellos.

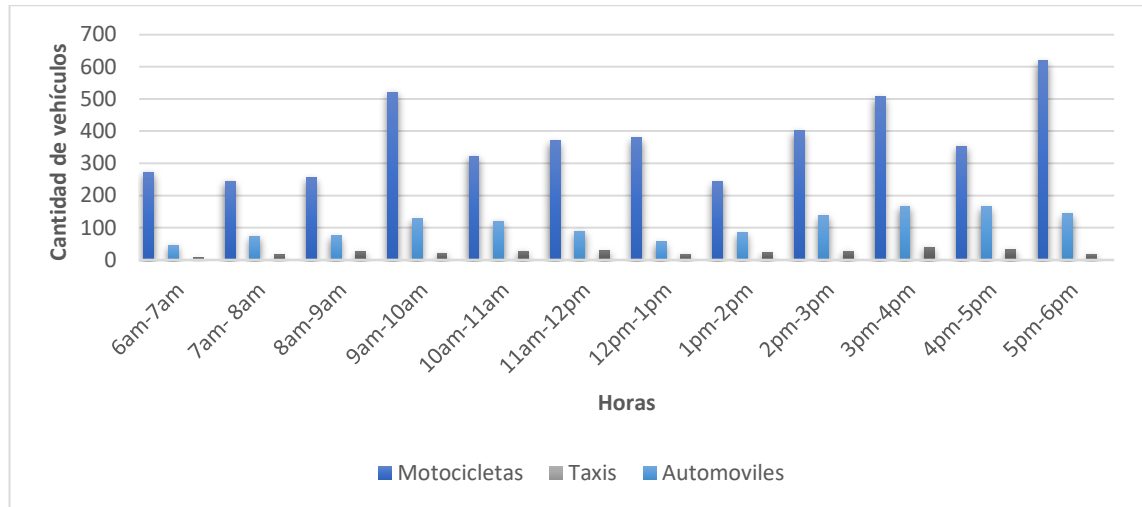
Gráfica 1. Tráfico de la vía de estudio en un lapso de 12 horas.



Fuente: propia

La gráfica 2 nos muestra que el tráfico de los vehículos livianos es el más transitado por la carrera 8 siendo la hora más transcurrida de 5 a 6 pm, se ilustra una mayor utilización de la vía por los vehículos pequeños esto debido a que es una vía de doble sentido q atraviesa todo el municipio de oriente a occidente y viceversa.

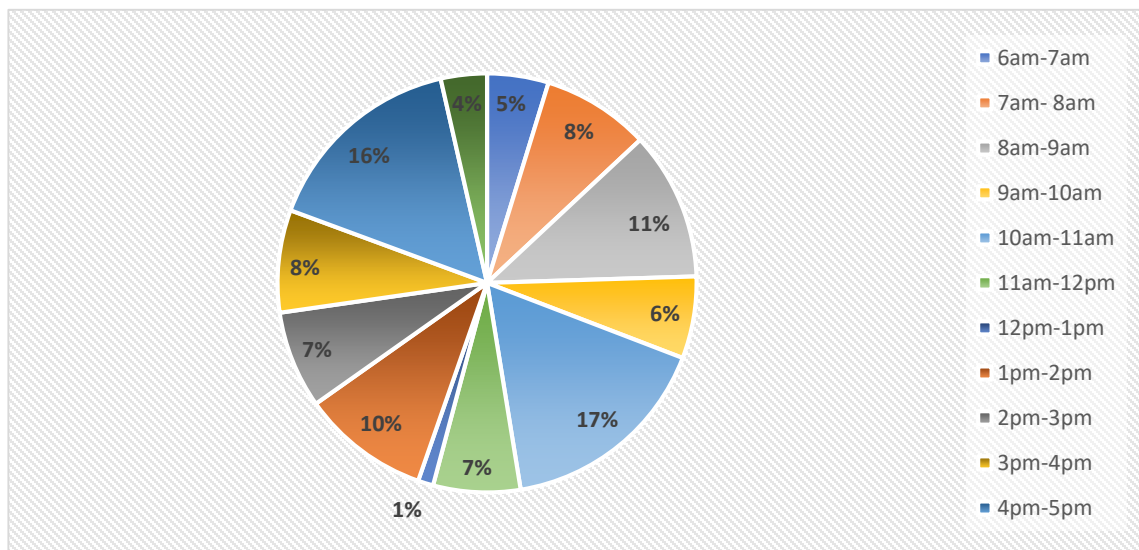
Gráfica 2. Trafico por hora vehículos livianos.



Fuente: propia

En la gráfica 3 es evidente la baja secuencia de tránsito de los camiones grandes como es el C3, C4, C5, Y el C6, que al final son el tipo de vehículos que más causan daño a las vías de pavimento rígido por la sencilla razón que manejan un capacidad de carga mayor a los otros tipos de vehículos más pequeños y estas cargas de volúmenes grandes que a mayor número de ejes equivalentes transmiten una carga de 8.2 toneladas por eje y estos esfuerzos sobre la capa de concreto hidráulico son el principal causante del deterioro de una vía.

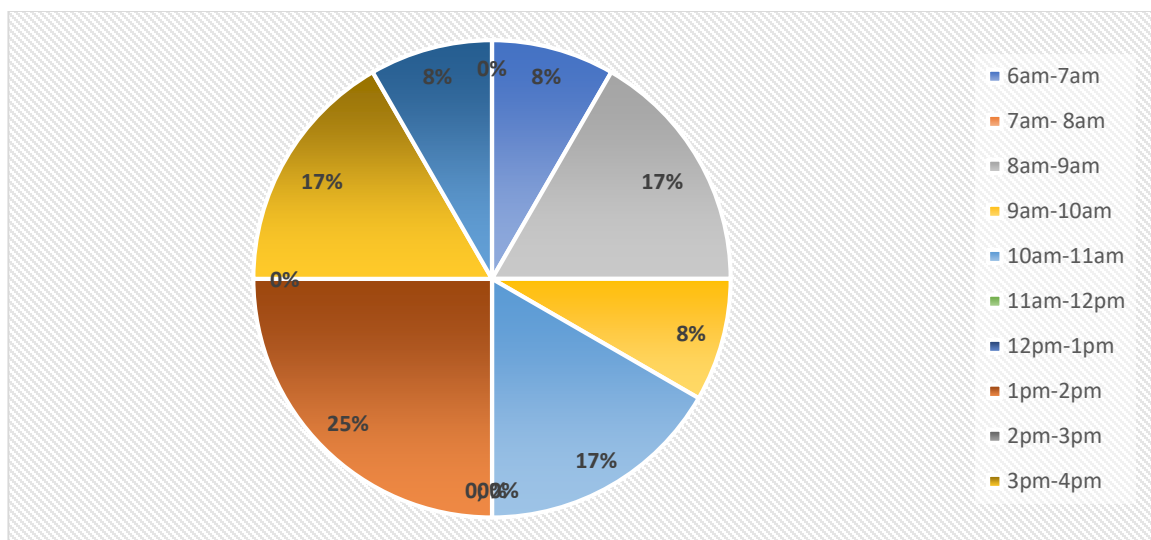
Grafica 3. Trafico por horas camiones.



Fuente: propia

En la gráfica 4 nos muestra un aforo vehicular que registra un tránsito poco frecuente de vehículos agrícolas que normalmente no son muy comunes en una vía nacional pero el municipio del Espinal por ser una región netamente agrícola es común ver en la vía este tipo de vehículos, para el aforo es importante tenerlo presente para la evaluación que se está realizando.

Gráfica 4. Trafico por hora Maquinaria agrícola.



Fuente: propia

7.1 ANÁLISIS DE PCI PARA LA VÍA DE LA CARRERA 8 ENTRE CALLES 2 Y 21

A partir de los resultados obtenidos del levantamiento de daños por medio del método de PCI podemos deducir que para el tramo K1+000-K1-100, se determina un valor promedio de PCI de 48 el cual lo deja en un rango regular, analizando la tabla de resumen de los rangos de calificación del PCI nos arroja que más del 50% de los tramos de la vía de estudio se encuentra en un rango regular, las fallas más comunes halladas son las acometidas por servicios públicos específicamente las realizadas por mantenimientos de la red de alcantarillado.

Seguidamente se evidencia una segunda falla común y es la de parcheo por la implementación de la red de gas domiciliario, estos dos tipos de fallas fueron los más frecuentes en la vía de estudio.

La vía de estudio posee una longitud aproximada de 1.9 kilómetros y nos arrojó un total de 760 losas de concreto con unas dimensiones de 3.24 x 5 metros de las cuales se evidencia un 25% de los tramos evaluados con un rango de calificación excelente específicamente en los tramos K2+100 y K2-500, losas identificadas en la carrera 8 con calles 13,14,15,16,17, respectivamente, este pavimento en especial su buen estado se debe a que es un pavimento reciente y que no ha estado sometido a reparaciones externas.

Encontramos que el tramo que presenta un daño más representativo está en ubicado en la carrera 8 entre calles 5 y 6 esto debido a un parcheo a lo largo de toda su longitud afectando todas las losas a causa de un mantenimiento general de toda la red de alcantarillado en ese tramo y ejecutándose un parcheo de muy mala calidad que origina un deterioro más avanzado.

Se recomienda para las losas más afectadas reposición total ya que por su alta severidad un parcheo parcial no dará un buen resultado y para las losas con daños de severidad medio, se recomienda parcheo superficial o parcial para mejorar el estado de la losa, en el caso de severidad leve no se hace nada.

En términos generales el estado de la vía es aceptable, pero se recomienda una intervención urgente que permita recuperar en un mayor porcentaje su estado estructural.

La tabla 3 muestra los resultados del PCI en todo el tramo.

Tabla 3. Resumen global de los cálculos arrojados del PCI.

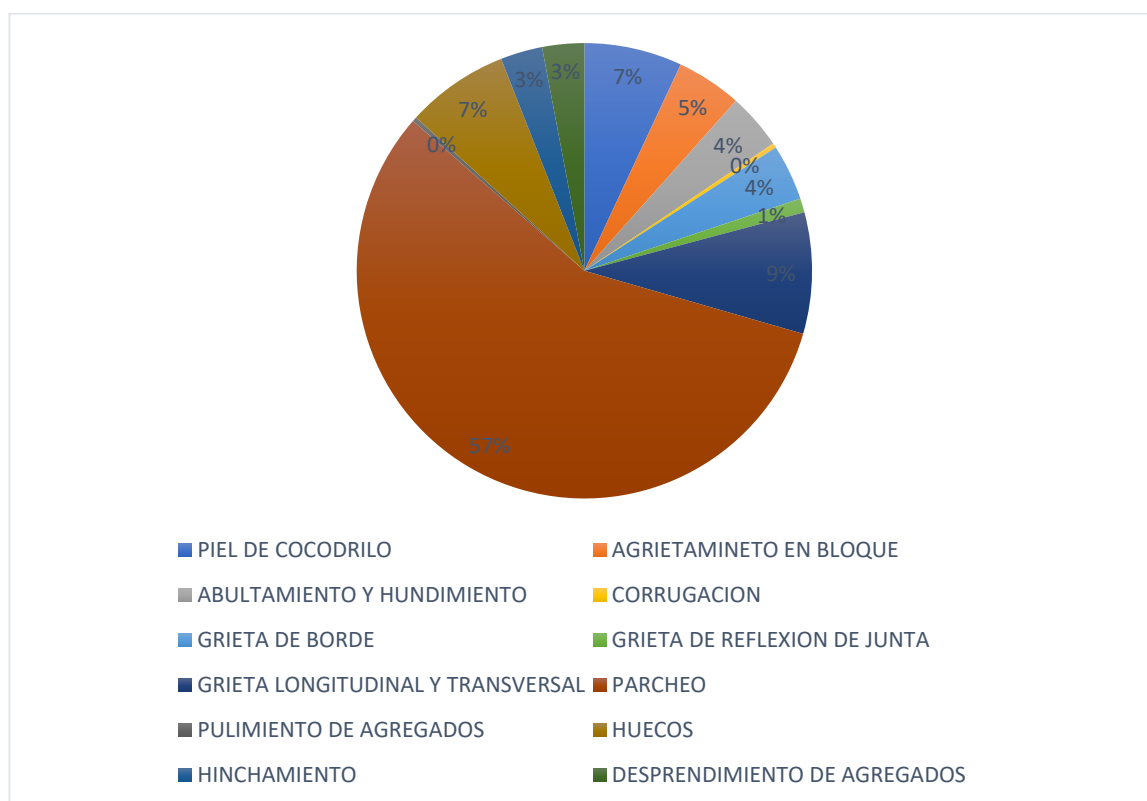
Tramo Vial	Total Por Daño	Densidad	Valor Deducido	Máximo valor deducido corregido VDC	Calculo de PCI	Rango de calificación del PCI
K1 +000 K1 +100	1	2.5	1	52	48	Regular
	2	5	45			
	2	5	3			
	1	2.5	2			
	4	10	2			
K1 +100 K1 +200	40	100	48	45	55	Regular
	7	17.5	13			
K1 +200 K1 +300	40	100	48	52	48	Regular
	2	5	3			
	1	2.5	2			
K1 +300 K1 +400	40	100	48	62	38	Pobre
	2	5	40			
K1 +400 K1 +500	3	7.5	1	54	46	Regular
	3	7.5	50			
	1	2.5	2			
	1	2.5	2			
	1	2.5	5			
	1	2.5	5			
K1 +500 K1 +600	4	10	55	56	44	Regular
	1	2,5	2			
	1	2,5	2			
	1	2,5	4			
	2	5	1			
	1	2,5	3			
K1 +600 K1 +700	2	5	3	14	86	Excelente
	3	7.5	2			
	1	2.5	1			
	1	2.5	1			
	2	5	1			
	1	2.5	5			
K1 +700 K1 +800	2	5	1	58	42	Regular
	3	7,5	3			
	4	10	1			
	2	5	50			
	1	2,5	6			

Tramo Vial	Total Por Daño	Densidad	Valor Deducido	Máximo valor deducido corregido VDC	Calculo de PCI	Rango de calificación del PCI
	3	7,5	1			
	3	7,5	1			
K1 +800	1	2,5	1	60	40	Pobre
K1 +900	3	7,5	50			
	1	2,5	1			
	2	5	3			
	1	2,5	5			
	1	2,5	1			
	2	5	10			
K1 +900	5	12,5	22	52	48	Regular
K2 +000	2	5	45			
	3	7,5	3			
	1	2,5	2			
	1	2,5	2			
K2 +000	6	15	8	16	84	Muy bueno
K2 +100	2	5	5			
	1	2,5	2			
	1	2,5	3			
	1	2,5	3			
K2 +100	3	7,5	12	14	86	Excelente
K2 +200	2	5	4			
K2 +200	3	7,5	10	12	88	Excelente
K2 +300	2	5	2			
K2 +300	3	7,5	10	12	88	Excelente
K2 +400	2	5	1			
	4	10	5			
K2 +400	3	7,5	12	14	86	Excelente
K2 +500	2	5	4			
K2 +500	13	32,5	48	48	52	Regular
K2 +600	2	5	1			
	1	2,5	5			
K2 +600	5	12,5	38	45	55	Regular
K2 +700	2	5	3			
	16	40	17			
	1	2,5	3			
K2 +700	3	7,5	28	30	70	Bueno
K2 +800	4	10	1			

Tramo Vial	Total Por Daño	Densidad	Valor Deducido	Máximo valor deducido corregido VDC	Calculo de PCI	Rango de calificación del PCI
K2 +800	3	7,5	1	42	58	Bueno
K2 +900	2	5	40			
	2	5	2			

En la gráfica 5 se ilustra el porcentaje de cada daño encontrado en la vía de estudio, se hace evidente que el mayor porcentaje de daño lo presenta la falla de parcheo ocasionados por intervenciones de mantenimiento con malos manejos de ejecución y elaborados con materiales de reposición de mala calidad que se deterioran rápidamente y minimizan aún más la vida útil de este pavimento.

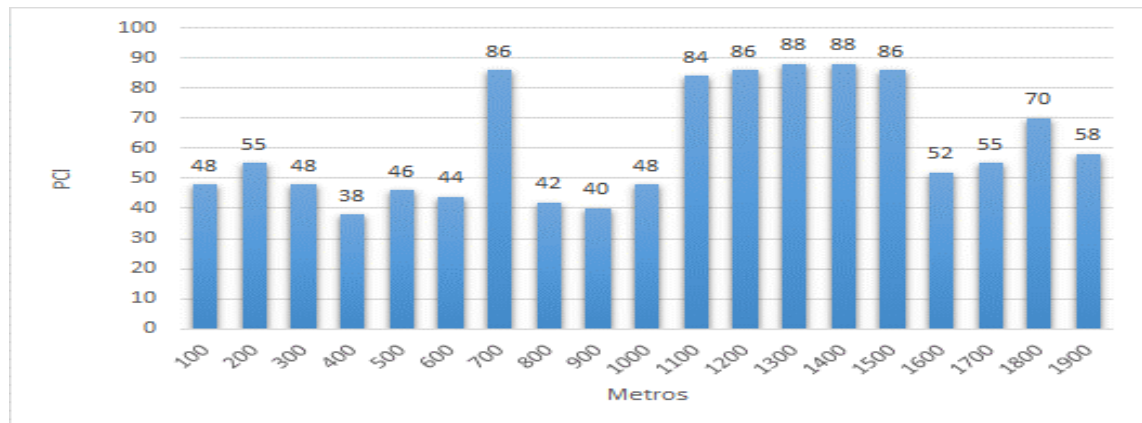
Gráfica 5. Porcentaje de daño en la vía de estudio.



Fuente: propia

La grafica 6 nos muestra el porcentaje de PCI por cada tramo, el cual nos arroja un estado bueno de la vía de estudio promediando los PCI de cada tramo

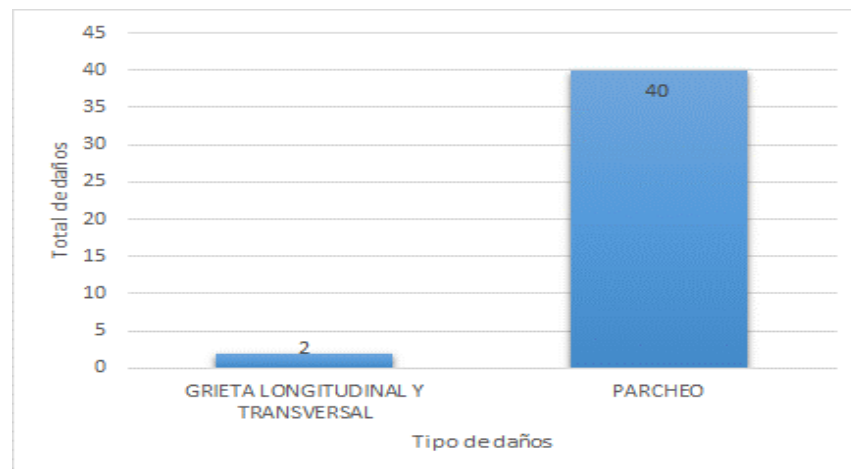
Gráfica 6. Total, daños por tramo (PCI).



Fuente: propia

La grafica 7 muestra la distribución del tramo más afectado que es el 1+400 con un PCI de 38 en su estado pobre en la tabla de rango de severidad localizado en la carrera 8 entre calles 2 y 21 del municipio del Espinal.

Gráfica 7. Tramo más afectado, Cra. 8 entre calle 5 y 6.



Fuente: Propia

8. CONCLUSIONES

Se determinó que el tramo de la carrera 8 con calle 2 y 21 vía de estudio tiene un valor de PCI promedio de 61 y se considera bueno ya que se encuentra en el rango de 56-70 (bueno), este valor promedio que nos arroja los cálculos nos indica que la vía se encuentra en unas condiciones aceptables pero que requiere de mantenimientos parciales para mejorar su conservación.

En base a los datos obtenidos se requiere iniciar la reparación en los tramos viales más críticos por ejemplo el daño encontrado en el tramo k1-300 + k1-400 que presenta un PCI de 38, rango pobre, con el fin de evitar que el pavimento sufra deterioro estructural, y de esta manera sea mayor el costo económico al momento de restaurar las vías que fueron evaluadas con el presente estudio.

Se analizó de manera visual que las causas de las fallas más frecuentes en esta vía fue la de parcheo con un 57%, las cuales fueron provocadas en su gran mayoría por intervenciones externas (Red de alcantarillado y red de gas domiciliario) intervenciones que fueron mal ejecutadas y con parcheo de mala calidad,

En el presente estudio se describió y se analizó las posibles técnicas de rehabilitación mantenimiento del pavimento a través de un enfoque cualitativo para la evaluación funcional del deterioro presentado en la vía de estudio; teniendo en cuenta como base el método PCI (índice de condición del pavimento), a los cuales se accedió por medio de inspecciones viales, visuales y mediciones. Con el fin de obtener datos reales de campo.

9. RECOMENDACIONES

Es importante que la administración municipal cuente con una auditoria eficiente en la ejecución de los mantenimientos que la vía requiera para evitar obras de mantenimiento que no cumplan con los parámetros mínimos de calidad.

Se recomienda establecer una normatividad por parte de las alcaldías para que regule e inspeccione los mantenimientos de particulares en la vía para garantizar que se utilice de una manera eficaz estos procesos para evitar malos pavimentos y deterioros acelerados.

Es urgente la intervención de las fallas más relevantes para que se conserve el estado eficiente de la vía y contribuya con el desarrollo económico del municipio ya que es una vía de vital importancia.

Finalmente encontramos que las administraciones locales casi nunca desarrollan mantenimientos preventivos en las vías del municipio, lo cual sería un factor importante que aumentaría la vida útil de este.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de El Espinal Tolima (2021) Recuperado de: <https://www.elEspinal-tolima.gov.co/Paginas/default.aspx>

Bernal Arias, j. A. 8 1 DE ENERO DE 2009) el concreto obtenido de historia del concreto hidráulico: <https://elconcreto.blogspot.com/2009/01/historia-del-concreto-hidraulico.html>.

Bogotá (12 de noviembre de 2014). EL ESPECTADOR. Obtenido de <https://www.el-espectador.com/noticias/Bogotá/graves-problemas-de-movilidad-vial-bogota-calera-articulo532773>.

Cardoso & Sandino (2020). Evaluación funcional de la vía en concreto desde la calle 3 con carrera 21 hasta el inicio de la vía Nariño de Girardot-Cundinamarca.

DNP (2017) Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito. Recuperado de: <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/pavimento/PTpavimento.pdf>

Forigua & Flórez. (2019), Evaluación de daños en pavimentos de concreto hidráulico mediante metodología PCI 2016. caso de estudio: calles 1, 2, 4 y 5 con carreras 11, 12, 13 en el municipio de Tocaima Cundinamarca 2019. Recuperado de: <file:///C:/Users/CLIENTE/Downloads/MONOGRAFIA%20FLOREZ%20Y%20FORIGUA.pdf>

García, D F (22 DE NOVIEMBRE de 2012). El espectador. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/economia/-colombia-se-raja-en-infraestructura-vial.articulo388669>

Hernández. (2014). Metodología de la investigación, sexta edición. México. McGraw Hill/ Interamericana de Editores S.A

Herrera, Betsabe, Rodríguez & Omar, “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)., Lima, Perú, 2018. Recuperado de: <http://doi.org/10.19083/tesis/624556>

INVIAS (2008). INVIAS Obtenido de <https://www.invias.gov.co/3807-manual-de-diseño-de-pavimentos-de-concreto-para-vías-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>.

Kauffman Altamirano, L. (2007). DETERIORO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS METODOLOGÍA DE MEDICIÓN, POSIBLES CAUSAS CDE DETERIORO Y REPARACIONES, universidad nacional de ingeniería.

López, Cárdenas & Bosa (2017) Espinal Tolima, Recuperado de: <https://www.yumpu.com/es/document/read/58046933/municipio-Espinal-tolima>

Manual de diseño de pavimentos de concreto (2008) Recuperado de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>

Mintransporte (2020) Glosario. Recuperado de: <https://www.mintransporte.gov.co/glosario/genPag=2>

Moreno, b.e (2016). evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavimento condición índice(pci), en las pistas del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash, abril del 2016''. Huaraz, Ancash, Perú.

Normas invias 2013.

Vásquez (2002) Pavement Condition Index (PCI). Recuperado de: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Zham eh (10 de mayo 2020). Evaluación del pavimento PCI. [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=xTzBfZZC4pl>

ANEXO A. RESULTADOS DE AFORO Y CÁLCULOS PCI.

En el siguiente formato se llevó a cabo un registro de todo el tránsito vehicular por medio de un aforo que se inició desde las 06:00 am y finalizo 06:00 de la tarde.

Figura 19. Aforo vehicular.

AFORO VEHICULAR															 Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería	
ESTACION		Cra 8 calle 11	HORA INICIO	6:00 A.M		EVALUACION FUNCIONAL DEL PAVIMENTO RIGIDO, MEDIANTE LA METODOLOGIA PCI DE LA CARRERA 8 ENTRE LA CALLE 2 HASTA LA CALLE 21 DEL MUNICIPIO DE EL										
FECHA		1/09/2021	HORA FIN	6:00 P.M.												
EST. BLADIMIR BARRAGAN RAMIREZ- HERNAN RICARDO BOTACHE MASMELA																
CLASE	TIPO			6am-7am	7am-8am	8am-9am	9am-10am	10am-11am	11am-12pm	12pm-1pm	1pm-2pm	2pm-3pm	3pm-4pm	4pm-5pm	5pm-6pm	TOTAL
LIVIANOS	1	Motocicletas		272	244	255	521	322	370	380	242	401	507	354	618	4486
	2	Automoviles		46	73	74	129	120	89	58	84	137	167	166	144	1287
	3	Taxis		8	16	26	21	28	29	18	23	28	40	33	18	288
CAMIONES	C2P2	Camiones pequeños (2,5 A 10,0 L)		12	21	29	16	42	17	3	25	19	20	40	9	253
	C2G2	Camiones grandes (mas de 10L 2 ejes)		1	6	10	5	13	3	-	11	6	6	14	1	76
	C3	Camiones de 3 ejes		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
TRACTOCAMION	C4	Tractocamion 4 ejes		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	C5	Tractocamion 5 ejes		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	C6	Tractocamion 6 ejes		1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	3
TRACTOR	10	Tractores		1		2	1	2	-	-	3	-	2	1	-	12
												TRAFFICO DIARIO TOTAL				6407

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abcisa K1-000 a la K1-100 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 2 y 3.

Tabla 4. Abscisa K1-000 a la K1-100.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO
 EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO
	k1+000	
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	NÚMERO DE LOSAS
	k1+100	40
BLADIMIR BARRAGAN		FECHA
HERNAN RICARDO BOTACHE		

No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	7	Grieta de borde	14	Cruce de vía férrea
2	Exudación	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahullamiento
3	Agrietamiento en bloque	9	Desnivel carril/berma	16	Desplacamiento
4	Abultamientos y hundimientos	10	Grietas Long y transversal	17	Grieta parabólica (slippage)
5	Corrugación	11	Parqueo	18	Hinchamiento
6	Depresión	12	Pulimento de agregados	19	Desprendimiento de agregados
		13	Huecos		

Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
12	L	1	1	2,5	1	 Carrera 8 entre calle 2 y 3
13	L	3	2	5	45	
10	L	8	2	5	3	
7	L	12	1	2,5	2	
18	L	15	4	10	2	

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	45	3	2	2	1	53	2	42
2	45	2	2	2	1	52	1	52

HDV	52
PCI	48
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K1-100 a la K1-200 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 3 y 4.

Tabla 5. Abscisa K1-100 a la K1-200.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO					
		K1+100							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS					
		K1+200		40					
BLADIMIR BARRAGAN					FECHA				
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo	7	Grieta de borde	14	Cruce de vía férrea				
2	Exudación	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahullamiento				
3	Agrietamiento en bloque	9	Desnivel carril/berma	16	Desplacamiento				
4	Abultamientos y hundimientos	10	Grietas Long y transversal	17	Grieta parabólica (slippage)				
5	Corrugación	11	Parcheo	18	Hinchamiento				
6	Depresión	12	Pulimento de agregados	19	Desprendimiento de agregados				
		13	Huecos						
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Número de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
11	M	1 ALA 40	40	100	48	 Carrera 8 entre calle 3 y 4			
3	L	20,21,4,10,16,4,5	7	17,5	13				

N°	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	48	10				58	2	44
2	48	9				57	2	45

HDV	45
PCI	55
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K1-200 a la K1-300 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 4 y 5.

Tabla 6. Abscisa K1-200 a la K1-300.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
						40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/berma		16	Desplacimiento		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hinchariento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Número de lasas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
11	M	1 a la 40	40	100	48				
10	L	4	2	5	3				
3	L	1	1	2.5	2				

Carrera 8 entre calle 4 y 5

[illegible]

HDV	52
PCI	48
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K1-300 a la K1-400 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 5 y 6.

Tabla 7. Abscisa K1-300 a la K1-400.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		k1+300							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		k1+400				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/ berma		16	Desplacamiento		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hincharamiento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Número de lasas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
11	M	de la 1 a la 40	40	100	48				
10	L	6,19	2	5	40				
Carrera 8 entre calle 5 y 6									

[illegible]

HDV	62
PCI	38
CLASIFICACIÓN	
POBRE	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K1-400 a la K1-500 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 6 y 7.

Tabla 8. Abscisa K1-400 a la K1-500.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		k1+400							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		k1+500				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo	7	Grieta de borde	14	Cruce de vía férrea				
2	Exudación	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahullamiento				
3	Agrietamiento en bloque	9	Desnivel carril/berma	16	Desplacamiento				
4	Abultamientos y hundimientos	10	Grietas Long y transversal	17	Grieta parabólica (slippage)				
5	Corrugación	11	Parqueo	18	Hinchamiento				
6	Depresión	12	Pulimento de agregados	19	Desprendimiento de agregados				
		13		Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
11	L	10, 11, 3	3	7,5	1	 Carrera 8 entre calle 6 y 7			
13	L	3, 6, 9	3	7,5	50				
10	L	4	1	2,5	2				
7	L	4	1	2,5	2				
18	L	5	1	2,5	5				
4	L	10	1	2,5	5				

N°	VALORES DEDUCIDOS						TDV	q	CDV
1	50	5	5	2	2	1	65	3	38
2	50	5	2	2	2	1	62	2	40
	50	2	2	2	2	1	59	1	54

HDV	54
PCI	46
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K1-500 a la K1-600 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 7 y 8.

Tabla 9. Abscisa K1-500 a la K1-600.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO				
		k1+500							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL			NÚMERO DE LOSAS				
		k1+600			40				
BLADIMIR BARRAGAN					FECHA				
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/ berma		16	Desplacimient		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hinchamiento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Número de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
13	L	2, 3, 7,8	4	10	55				
10	L	4	1	2,5	2				
7	L	6	1	2,5	2				
18	L	7	1	2,5	4				
11	L	9, 10	2	5	1				
4	L	8	1	2,5	3				

Carrera 8 entre calle 7 y 8

[illegible]

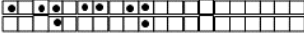
HDV	56
PCI	44
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FAILLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K1-600 a la K1-700 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 8 y 9.

Tabla 10. Abscisa K1-600 a la K1-700.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA	ABSCISA INICIAL					UNIDAD DE MUESTREO			
	k1+600								
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL					NÚMERO DE LOSAS			
	k1+700					40			
BLADIMIR BARRAGAN					FECHA				
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/berma		16	Desplacimient		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hinchamiento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	 Carrera 8 entre calle 8 y 9			
10	L	3, 4	2	5	3				
13	L	1, 7, 9	3	7,5	2				
7	L	4	1	2,5	1				
18	L	6	1	2,5	1				
11	L	10, 10	2	5	1				
4	L	9	1	2,5	5				

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TDV	q	CDV
1	3	2	1	1	1	5	13	2	12
2	2	2	1	1	1	5	12	1	14

HDV	14
PCI	86
CLASIFICACIÓN	
EXCELENTE	

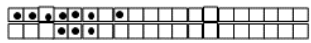
85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPobre
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K1-700 a la K1-800 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 9 y 10.

Tabla 11. La Abscisa K1-700 a la K1-800.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA	ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		
	K1+700				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS		
	K1+800		40		
BLADIMIR BARRAGAN			FECHA		
HERNAN RICARDO BOTACHE					
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	7	Grieta de borde	14	Cruce de vía férrea
2	Exudación	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahullamiento
3	Agrietamiento en bloque	9	Desnivel carril/berma	16	Desplacamiento
4	Abultamientos y hundimientos	10	Grietas Long y transversal	17	Grieta parabólica (slippage)
5	Corrugación	11	Parcheo	18	Hinchamiento
6	Depresión	12	Pulimento de agregados	19	Desprendimiento de agregados
		13	Huecos		
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido
8	L	1	2	5	1
13	L	2,6,6	3	7,5	3
10	L	3	4	10	1
7	L	4	2	5	50
18	L	4	1	2,5	6
11	L	5,8	3	7,5	1
4	L	5	3	7,5	1
ESQUEMA					
 Carrera 8 entre calle 9 y 10					

N°	VALORES DEDUCIDOS							TDV	q	CDV
1	50	6	3	1	1	1	1	63	3	40
2	50	6	2	1	1	1	1	62	2	46
3	50	2	2	1	1	1	1	58	1	58

HDV	58
PCI	42
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

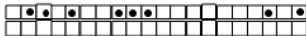
85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K1-800 a la K1-900 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 10 y 11.

Tabla 12. Abscisa K1-800 a la K1-900.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		K1+800							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		K1+900				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/berma		16	Desplacamiento		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hinchamiento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	 Carrera 8 entre calle 10 y 11			
19	L	2	1	2,5	1				
13	L	3,10,18	3	7,5	50				
10	L	5	1	2,5	1				
7	L	8	2	5	3				
18	L	9	1	2,5	5				
11	L	21	1	2,5	1				
4	L	20	2	5	10				

N°	VALORES DEDUCIDOS							TDV	q	CDV
1	50	10	5	3	1	1	1	71	4	30
2	50	10	5	2	1	1	1	70	3	28
3	50	10	2	2	1	1	1	67	2	54
4	50	2	2	2	1	1	1	59	1	60

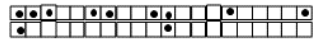
HDV	60
PCI	40
CLASIFICACIÓN	
POBRE	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K1-900 a la K2-000 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 11 y 12.

Tabla 13. Abscisa K1-900 a la K2-000.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		K1+900							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		K2+000				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo	7	Grieta de borde	14	Cruce de vía férrea				
2	Exudación	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahullamiento				
3	Agrietamiento en bloque	9	Desnivel carril/berma	16	Desplacamiento				
4	Abultamientos y hundimientos	10	Grietas Long y transversal	17	Grieta parabólica (slippage)				
5	Corrugación	11	Parcheo	18	Hinchamiento				
6	Depresión	12	Pulimento de agregados	19	Desprendimiento de agregados				
		13	Huecos						
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
11	L	1,6,7,20	5	12,5	22	 Carrera 8 entre calle 11 y 12			
13	L	2,1	2	5	45				
8	L	3,11,15	3	7,5	3				
10	L	10	1	2,5	2				
7	L	11	1	2,5	2				

N°	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	45	22	3	2	2	74	3	46
2	45	22	2	2	2	73	2	44
3	45	2	2	2	2	53	1	52

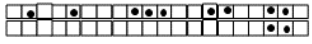
HDV	52
PCI	48
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K2-000 a la K2-100 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 12 y 13.

Tabla 14. Abscisa K2-000 a la K2-100.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		K2+000							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		K2+100				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/berma		16	Desplacamiento		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hinchamiento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
10	L	2,9,10,11,14,15	6	15	8	 Carrera 8 entre calle 12 y 13			
11	L	5,17	2	5	5				
19	L	18	1	2,5	2				
7	L	18	1	2,5	3				
11	L	17	1	2,5	3				

N°	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	8	5	3	3	2	21	4	12
2	8	5	3	2	2	20	3	14
3	8	2	2	2	2	16	2	16
4	8	2	2	2	2	16	1	14

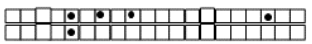
HDV	16
PCI	84
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K2-100 a la K2-200 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 13 y 14.

Tabla 15. Abscisa K2-100 a la K2-200.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		k2+100							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		k2+200				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/ berma		16	Desplacamiento		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hinchamiento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
4	L	5,9,18	3	7,5	12	 Carrera 8 entre calle 13 y 14			
7	L	5,7	2	5	4				

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	12	4				16	2	12
2	12	2				15	1	14

HDV	14
PCI	86
CLASIFICACIÓN	
EXCELENTE	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K2-200 a la K2-300 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 14 y 15.

Tabla 16. Abscisa K2-200 a la K2-300.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		K2+200							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		K2+300				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/ berma		16	Desplacamiento		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hinchamiento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
11	L	5,9,18	3	7,5	10	 Carrera 8 entre calle 14 y 15			
3	L	5.7	2	5	2				

N°	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	10	2				12	1	12

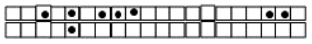
HDV	12
PCI	88
CLASIFICACIÓN	
EXCELENTE	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K2-300 a la K2-400 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 15 y 16.

Tabla 17. Abscisa K2-300 a la K2-400.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		K2+300							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		K2+400				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/ berma		16	Desplacamiento		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hinchamiento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
11	L	5,9,18	3	7,5	10	 Carrera 8 entre calle 15 y 16			
3	L	5,7	2	5	1				
10	L	3,5,8,19	4	10	5				

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	10	1	5			16	2	11
2	10	1	4			15	2	12

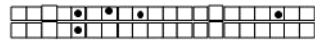
HDV	12
PCI	88
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K2-400 a la K2-500 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 16 y 17.

Tabla 18. Abscisa K2-400 a la K2-500.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		K2+400							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		K2+500				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/ berma		16	Desplacamiento		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hincharse		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
11	L	5,9,18	3	7,5	12	 Carrera 8 entre calle 16 y 17			
3	L	5,7	2	5	4				

N°	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	12	4				16	2	14
2	12	2				14	1	14

HDV	14
PCI	86
CLASIFICACIÓN	
EXCELENTE	

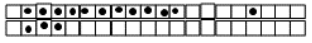
85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K2-500 a la K2-600 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 17 y 18.

Tabla 19. Abscisa K2-500 a la K2-600.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA	ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		
	k2+500				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS		
	k2+600		40		
BLADIMIR BARRAGAN			FECHA		
HERNAN RICARDO BOTACHE					
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	7	Grieta de borde	14	Cruce de vía férrea
2	Exudación	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahullamiento
3	Agrietamiento en bloque	9	Desnivel carril/berma	16	Desplacamiento
4	Abultamientos y hundimientos	10	Grietas Long y transversal	17	Grieta parabólica (slippage)
5	Corrugación	11	Parcheo	18	Hinchamiento
6	Depresión	12	Pulimento de agregados	19	Desprendimiento de agregados
		13	Huecos		
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Número de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,17,23	13	32,5	48
11	L	4,9	2	5	1
4	L	21	1	2,5	5
					
Carrera 8 entre calle 17 y 18					

N°	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	48	5	1			54	2	42
2	48	2	1			53	1	48

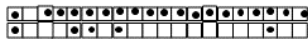
HDV	48
PCI	52
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K2-600 a la K2-700 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 18 y 19.

Tabla 20. Abscisa K2-600 a la K2-700.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO									
		EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		k2+600							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		k2+700				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/ berma		16	Desplacimiento		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hinchamiento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
1	L	1,4,5,7,8	5	12,5	38				
19	L	3,18,	2	5	3				
11	L	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,	16	40	17				
5	L	16	1	2,5	3				
						Carrera 8 entre calle 18 y 19			

N°	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	38	17	3	3		61	4	38
2	38	17	3	2		60	3	36
3	38	17	2	2		59	2	44
4	38	2	2	2		44	1	45

HDV	45
PCI	55
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K2-700 a la K2-800 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 19 y 20.

Tabla 21. Abscisa K2-700 a la K2-800.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			
		K2+700							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS			
		K2+800				40			
BLADIMIR BARRAGAN						FECHA			
HERNAN RICARDO BOTACHE									
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo		7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea		
2	Exudación		8	Grieta de reflexión de junta		15	Ahullamiento		
3	Agrietamiento en bloque		9	Desnivel carril/ berma		16	Desplacamiento		
4	Abultamientos y hundimientos		10	Grietas Long y transversal		17	Grieta parabólica (slippage)		
5	Corrugación		11	Parcheo		18	Hinchamiento		
6	Depresión		12	Pulimento de agregados		19	Desprendimiento de agregados		
			13	Huecos					
Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA			
1	L	1,3,8	3	7.5	28	Carrera 8 entre calle 19 y 20			
11	L	2,4,5,8	4	10	1				
19	L	6,7,18	3	7.5	1				

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TDV	q	CDV
1	28	1				29	1	30

HDV	30
PCI	70
CLASIFICACIÓN	
BUENO	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

En el siguiente formato se toman datos de las fallas en la Abscisa K2-800 a la K2-900 el cual corresponde al tramo de la carrera 8 entre calle 20 y 21

Tabla 22. Abscisa K2-800 a la K2-900.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO						
ZONA		EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			UNIDAD DE MUESTREO	
		ABSCISA INICIAL			ABSCISA FINAL	
		k2+800			k2+900	
		ABSCISA FINAL			NÚMERO DE LOSAS	
		k2+900			40	
BLADIMIR BARRAGAN					FECHA	
HERNAN RICARDO BOTACHE						

No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	7	Grieta de borde	14	Cruce de vía férrea
2	Exudación	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahullamiento
3	Agrietamiento en bloque	9	Desnivel carril/berma	16	Desplacimiento
4	Abultamientos y hundimientos	10	Grietas Long y transversal	17	Grieta parabólica (slippage)
5	Corrugación	11	Parqueo	18	Hinchamiento
6	Depresión	12	Pulimento de agregados	19	Desprendimiento de agregados
		13	Huecos		

Daño	Severidad	Identificación de la losa	Numero de losas afectadas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
11	M	3,4,7	3	7,5	1	
13	L	14,16	2	5	40	
19	L	18,2	2	5	2	

Carrera 8 entre calle 20 y 21

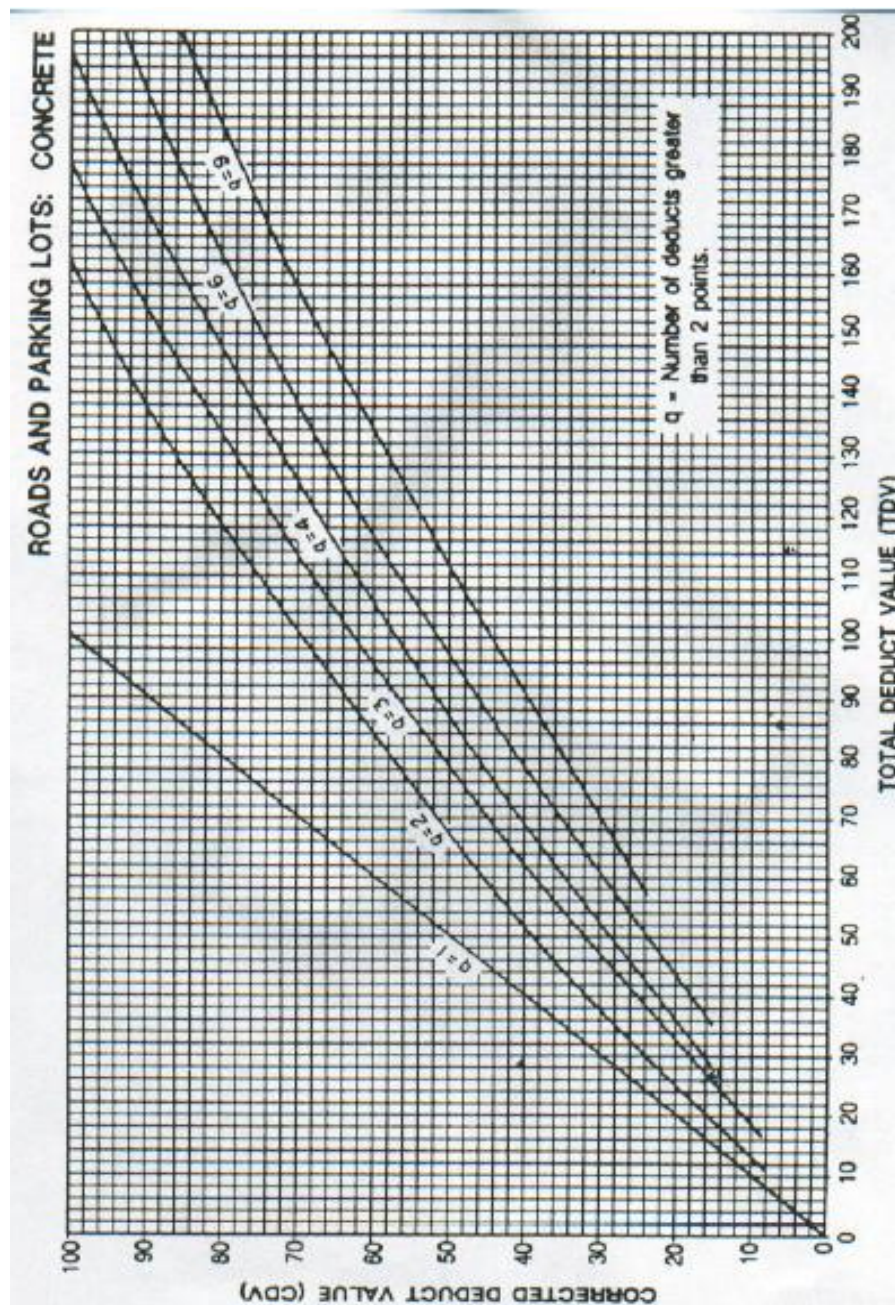
[illegible]

HDV	42
PCI	58
CLASIFICACIÓN	
BUENO	

85-100	EXCELENTE
71-85	MUY BUENO
56-70	BUENO
41-55	REGULAR
26-40	POBRE
11.-25	MUYPOBRE
0-10	FALLADO

Fuente: Propia

Gráfica 8. Plano de curvas para determinar el CDV.



La grafica 8 la utilizamos en los cálculos del PCI para hallar el valor deducido corregido (CDV) tomando los datos arrojados del total de los valores deducidos (TDV), versos el valor de “q” que son los valores del (TDV) mayores a 2.

ANEXO B. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS FALLAS ENCONTRADAS EN LA VÍA DE ESTUDIO

Figura 20. Falla de grieta en pozo y sumidero



En esta imagen se ilustra una falla de grieta en pozo o sumidero

Figura 21. Falla perdida de agregados



En la imagen se ilustra una falla por perdida de agregados.

Figura 22. Falla deterioro de junta



En la imagen se ilustra una falla de deterioro de la junta trasversal

Figura 23. Falla grieta de esquina



En esta imagen se ilustra una falla de grieta de Esquina en la vía de estudio

Figura 24. Falla grieta longitudinal y trasversal



En esta Imagen se ilustra una falla de grieta longitudinal y trasversal

Figura 25. Falla grieta en borde



En la imagen se evidencia falla grieta en borde

Figura 26. Falla por descascaramiento



En esta imagen se ilustra una falla por descascaramiento en la vía de estudio.

Figura 27. Falla por bache



En la imagen se ilustra una falla por bache.

Figura 28. Falla por pulimento



En la imagen se ilustra falla por pulimento de la superficie de la losa.

Figura 29. Falla por hundimiento



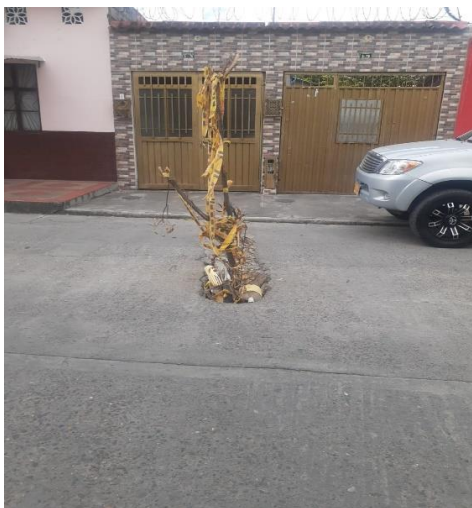
En la imagen se muestra una falla por hundimiento.

Figura 30. Falla por parcheo.



En la imagen se ilustra una falla por parcheo, este tipo de falla se encontró con mayor frecuencia en la vía de estudio.

Figura 31. Falla por hueco



En la siguiente imagen se ilustra una falla por hueco