

ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN PLACA HUELLAS, CASO DE ESTUDIO PLACA
HUELLA EN EL SECTOR PASO VARGAS - VEREDA TOCAVITA MUNICIPIO DE
SIACHOQUE, BOYACÁ

KELLY YOJANA MOLINA GARCÍA
JUAN CARLOS TORRES HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2021

ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN PLACA HUELLAS, CASO DE ESTUDIO PLACA
HUELLA EN EL SECTOR PASO VARGAS - VEREDA TOCAVITA MUNICIPIO DE
SIACHOQUE, BOYACÁ

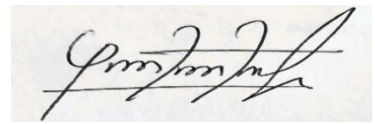
KELLY YOJANA MOLINA GARCÍA
JUAN CARLOS TORRES HERNÁNDEZ

Monografía para optar por el título de ingeniero civil

Director
Ing. Germán Oswaldo Parada Pérez

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2021

Nota de Aceptación



Visto bueno Germán Oswaldo Parada Pérez

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, 12 de Julio del 2021

Expreso mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida de logros como este, a mis padres Ismael y Dyanire quienes con esfuerzo me acompañaron y me apoyaron en cada etapa de mi preparación profesional y quienes han sido mi motor e inspiración, a mis hermanos que me motivaron día a día a lograr este proyecto de vida, a mi compañero de este trabajo que con esfuerzo se logró un buen trabajo en equipo, a mis amigos y compañeros. Desde lo más sublime de mi alma y con el recuerdo y el amor intacto esta dedicatoria especial a la memoria de mi padre Ismael Molina Suspe.

Kelly Yojana Molina García

Con la voluntad de Dios y pese a todos los obstáculos dedico este logro a las personas que con sacrificio me apoyaron a cumplir este sueño y a cerrar este ciclo, que con motivación apostaron a mi crecimiento académico, en memoria a mi madre que desde el cielo fue la impulsora espiritual en este largo camino, a mis padres María Del Carmen y Nelson David por su apoyo incondicional, a mi hija Juanita por ser la inspiración para cumplir esta etapa, demás familiares y a mi compañera y amiga de este trabajo.

Juan Carlos Torres Hernández

Agradecimiento especial a la Universidad Santo Tomás sede Tunja, a la facultad de ingeniería civil y a su cuerpo docente quienes desde el inicio de nuestro proceso académico nos transmitieron todos los conocimientos y vivencias para formarnos como futuros profesionales, al Ingeniero Germán Oswaldo Parada Pérez por la asesoría y dirección de nuestra monografía, al ingeniero Rafael Alberto Mojica Barrera quien nos asesoró en una primera etapa de esta investigación, al ingeniero Harold Alexander Álvarez Castañeda quien brindo su concepto como especialista en la línea de estructuras, a nuestras familias, compañeros y amigos que nos acompañaron durante el proceso académico.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS	5
3.1 OBJETIVO GENERAL	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
4. ESTADO DEL ARTE	6
5. GENERALIDADES	8
6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	16
6.1 LOCALIZACIÓN	16
6.2 CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LOS TRAMOS A INTERVENIR.....	17
6.3 DETALLES CONSTRUCTIVOS	19
7. MATERIALES Y MÉTODOS	21
7.1 HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS.....	22
7.1.1 Información documental	23
8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	28
9. CONCLUSIONES.....	62
10. RECOMENDACIONES.....	64
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de la placa huella	18
Tabla 2. Formato listado de placas afectadas tipo y nivel de deterioro	25
Tabla 3. Resumen de deterioros por severidad.....	25
Tabla 4. Resumen de deterioros por severidad baja.....	26
Tabla 5. Resumen de deterioros con severidad media	26
Tabla 6. Resumen de deterioros con severidad alta	27
Tabla 7. Análisis de daños y severidad por placa	27
Tabla 8. Cartera de campo.....	29
Tabla 9. (Continuación)	30
Tabla 10. Daños.....	31
Tabla 11. Daños por severidad	33
Tabla 12. Resumen de deterioros por severidad baja.....	34
Tabla 13. Resumen de deterioros por severidad media.....	36
Tabla 14. Resumen de porcentajes de daños en viga riostra.	54
Tabla 15. Resumen de porcentajes de daños.....	57
Tabla 16. Listado total de viga riostras.....	58
Tabla 17. Vigas riostras con daños o deterioros	60
Tabla 18. Listado general de vigas riostras con deterioro severidad baja.....	60

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Placa huella en estudio.	8
Ilustración 2. Vehículo de diseño.....	10
Ilustración 3. Vista en planta y sección en un tramo recto.	10
Ilustración 4. Placa huella en planta.....	12
Ilustración 5. Sección transversal de la placa huella	14
Ilustración 6. Placa huella corte longitudinal	15
Ilustración 7. Corte transversal sección en la placa huella.....	15
Ilustración 8. Localización casco urbano.....	16
Ilustración 9. Localización proyecto vial	17
Ilustración 10. Vista en planta de la placa huella.....	19
Ilustración 11. Corte Longitudinal.....	19
Ilustración 12. Corte transversal.....	20
Ilustración 13. Detalles estructurales de las vigas riostras	20
Ilustración 14. Inspección visual de la placa huella.....	21
Ilustración 15. Levantamiento.....	22
Ilustración 16. Formato para la inspección visual de pavimentos rígidos	24
Ilustración 17. Porcentajes de daños por tramo	33
Ilustración 18. Deterioros por severidad baja	35
Ilustración 19. Deterioros por severidad media	37
Ilustración 20. Porcentaje de vigas riostras afectadas	57

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Inspección visual.....	67
Anexo B. Captura de información formato para la inspección visual de pavimento rígido	86

GLOSARIO

ABSCISA: referencia de posicionamiento en un punto de la vía. Generalmente se menciona el kilómetro (Km) de la vía donde se está ubicado.

ACERO DE REFUERZO: material de construcción esencial para el reforzamiento, tiene como objetivo de dar más resistencia al concreto, y así garantizar la seguridad de las estructuras.

BERMA: fajas comprendidas entre los bordes de la calzada y las cunetas. Sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodadura, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada.

BOMBEO: fenómeno producido en el pavimento rígido, en el que el agua penetra por las juntas, y disuelve el agregado fino de la capa base, los cuales son expulsados por la junta, provocando más adelante grietas de esquina y crecimiento vegetal en estos espacios.

CALZADA: zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado.

CAPTURA DE INFORMACIÓN: es la recopilación manual o automatizada de datos; por ejemplo, mediante la medición o el recuento. Los datos obtenidos están disponibles en formato analógico o digital y se puede proceder a su procesamiento y análisis. Para la captura de datos, se suelen utilizar dispositivos o sistemas que pueden escanear códigos de barras o transpondedores.

CONSTRUCCIÓN: ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

CUNETETA: zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Su geometría puede variar según las condiciones de la vía y del área que drenan.

DESGASTE: corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por la acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Se presenta como pérdida del ligante y mortero. Suele encontrarse en las zonas por donde transitan los vehículos. Este daño

provoca aceleración del deterioro del pavimento por acción del medio ambiente y del tránsito.

DESINTEGRACIÓN: progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del hormigón, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades.

DURABILIDAD: propiedad de un material o mezcla para resistir desintegración por efectos mecánicos, ambientales o de tráfico.

FINOS: porción del agregado fino o suelo que pasa la malla N° 200 (0,074 mm).

FISURA: rotura que aparece generalmente en la superficie del material, debido a la existencia de tensiones superiores a su capacidad de resistencia, que desarrolla el material mismo por retracciones térmicas o hidráulicas o entumecimientos que se manifiestan generalmente en las superficies libres.

GRIETA: abertura alargada y con muy poca separación entre sus bordes que se hace en un cuerpo sólido.

JUNTA: discontinuidad entre las losas del pavimento rígido, las vigas riostras y el concreto ciclópeo.

OBRAS DE DRENAJE: obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado.

PATOLOGÍA: es el estudio sistemático y ordenado del comportamiento irregular de una estructura o sus elementos, cuando presenta algún tipo de falla o daño, causado por factores internos o externos que no garanticen su seguridad.

PAVIMENTO RÍGIDO: pavimento cuya superficie está constituida por losas cuadradas, rectangulares o trapezoidales de concreto hidráulico, sobre una estructura de capas granulares.

PAVIMENTO: conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía

y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñado la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos.

PORCENTAJE DE AFECTACIÓN: cantidad porcentual de afectación con respecto a un parámetro total de área.

POROSIDAD: propiedad de un cuerpo que se caracteriza por la presencia de vacíos en su estructura.

PULIMENTO: desgaste parejo de todos los agregados que componen el pavimento tanto flexible como rígido, haciéndolo más liso y con menor agarre.

RASANTE: nivel terminado de la superficie de rodadura, la línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

REPORTE DE DAÑOS: procesamiento de la información capturada en campo y el análisis de la misma, con el fin de producir un informe, en donde se reporten los resultados encontrados.

SELLO: unión en la junta de las losas de concreto, hecha de alquitrán, asfalto, silicona, madera o mampostería, para proteger la junta de la infiltración del agua y de partículas que conllevan a la exposición de vegetación en la junta.

SEVERIDAD: grado con el que se califica individualmente un caso patológico, bajo, medio, alto o especial, con base en parámetros establecidos de medición, como aberturas, desniveles, elevaciones, desplazamientos, profundidades, color, apariencia y textura.

TEXTURA: característica de la superficie de un material con relación al tacto.

TRAMO: unidad de muestra de estudio, que consiste en un segmento de calzada definido con una longitud estándar, en la cual se registran los casos de daños dentro de esta referencia.

TRANSPORTE: es el acarreo de personas, animales o cosas de un punto a otro a través de un medio físico.

VEHÍCULO: todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas o mercancías de un punto a otro.

VEHÍCULO DE DISEÑO: tipo de vehículo cuyo peso, dimensiones y características de operación se usan para establecer los controles de diseño que acomoden vehículos del tipo designado. Con propósitos de diseño geométrico, el vehículo de diseño debe ser uno, se podría decir que imaginario, cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean mayores que los de la mayoría de vehículos de su clase.

VÍA: Zona de uso público o privado abierta al público destinada al tránsito de público, personas y/o animales.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo realizar un reconocimiento visual del proyecto (Construcción de Placa Huella en el sector Paso Vargas - Alto de Quemba vereda Tocavita, municipio de Siachoque, Boyacá), de esta forma se identifican los daños o deterioros existentes documentados en el presente trabajo. Se realizó una inspección visual de la placa huella verificando los daños presentes en la actualidad, de esta forma se determinó las posibles patologías, tomando como herramienta principal el Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos. De acuerdo a los hallazgos encontrados en la inspección, se realizó la respectiva evaluación tomando como parámetro principal las recomendaciones que este establece. Una vez hecha la trazabilidad de la información patológica levantada en campo, se indagó bibliográficamente sobre otras posibles patologías no planteadas en el manual, de esta manera se concluyen los objetivos de esta monografía. Los aportes o hallazgos arrojados en esta investigación documental, permitieron reforzar los criterios de evaluación que establece el manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos, encaminado a la identificación de patologías en placa huellas.

Palabras clave: deterioro, inspección, patologías, placa huella, pavimentos.

ABSTRACT

The aim of this work is to perform a visual recognition of the project (Construction of the footprint plate in the Paso Vargas sector - Alto de Quemba, Tocavita rural area, municipality of Siachoque, Boyacá) in that way the existing damages or deteriorations documented in this work are identified. A visual inspection of the footprint plate was carried out, where the current damages were verified. Along these lines the possible pathologies were determined based on the Manual for Visual Inspection of Rigid Pavements which was the main tool. According to the findings of the inspection, the respective evaluation was carried out keeping in mind the recommendations that it establishes. Once the traceability of the pathological information collected in the field was made, a bibliographic inquiry about other possible pathologies not raised in the manual was executed. In such wise, the objectives of this monograph are concluded. The contributions or findings thrown in this documentary investigation allowed to strengthen evaluation criteria established by the Manual for Visual Inspection of Rigid Pavements which is aimed at the identification of footprint plate pathologies.

Keywords: deterioration, inspection, pathologies, footprint plate, pavements.

INTRODUCCIÓN

Con el propósito de estudiar el comportamiento de los pavimentos de placa-huella y evaluar los parámetros de diseño se presenta el análisis de la inspección visual realizada a la placa huella en el sector Paso Vargas - Vereda Tocavita Municipio de Siachoque Boyacá, con un registro fotográfico de las fallas encontradas, búsqueda bibliográfica y tomando como base la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella, a raíz del presente análisis se permitió aclarar dudas sobre el comportamiento de este tipo de pavimentos que se viene utilizando en el país. La metodología de la presente investigación está soportada por las normativas y manuales vigentes sobre diseño y construcción de placa huellas, los análisis bibliográficos están encaminados a la importancia de las vías terciarias y las patologías del concreto que estudia las diferentes fallas.

El análisis patológico que se realiza en la presente investigación está ligado al control de calidad, a las causas que generan los deterioros, daños, desgastes en la estructura de las placa huella, así como las posibles recomendaciones en cuanto al mantenimiento, conservación y recuperación que se deben aplicar para garantizar la vida útil de la estructura, que de acuerdo con la guía de diseño de pavimentos rígidos del INVIAS “*Instituto Nacional de Vías*” se debe garantizando un periodo de diseño de 20 años.

El uso de pavimentos en placa huellas optimiza los sistemas constructivos en vías de bajo tránsito, en la actualidad este tipo de estructura se está implementado en la gran mayoría de las vías de difícil acceso, con pendientes pronunciadas, terrenos geográficamente difíciles de acceder, esto hace que estos sectores aumenten su productividad. Para el caso de estudio de este trabajo, se pudo determinar la necesidad de construir una estructura de este tipo, debido a la presencia de altas pendientes y terrenos difíciles de transitar en época de invierno. Los aportes de la investigación están dados en el siguiente informe de acuerdo al análisis de las diferentes variables encontradas en el desarrollo del mismo, resaltando algunos hallazgos que el manual para la inspección visual del invias debería tener en cuenta.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué metodología permite identificar y analizar las patologías estructurales en la placa huellas a través de la evaluación de los daños, niveles de severidad y determinación de posibles causas y técnicas de mantenimiento?

A lo largo y ancho del país, se encuentra una extensa cantidad de vías rurales, interconectadas entre sí, las cuales promueven el desplazamiento y el transporte de productos ganaderos y agrícolas, fuente de ingreso única de los habitantes de estos sectores. El municipio de Siachoque, como otros municipios a nivel nacional y regional, cuenta con una red de vías terciarias, este tipo de vías tienen como característica que se encuentran conformadas en su gran mayoría con material afirmado en su rasante, a estas, se realiza mantenimiento periódico, sin embargo, estos mantenimientos son poco perdurables a causa de diferentes factores como, altas pendientes, que ocasionan el desplazamiento del material con el tránsito, un margen considerable de precipitaciones en épocas de invierno, ocasionando de la misma forma el arrastre de material afirmado, filtraciones en algunos sectores, entre otros.

Otro fenómeno que se ha podido evidenciar, es el deterioro y la falta de mantenimiento de las obras de drenaje, ocasionando, filtraciones, empozamientos, acumulación de lodos y materiales contaminantes que aceleran el desgaste de las vías. Todo esto conlleva a generar aumento en los tiempos de desplazamiento de los vehículos, sobrecosto en el transporte de los productos agropecuarios que salen de esta zona rural, para su comercialización, desencadenando el bajo desarrollo socio-económico, entre otros aspectos.

Debido a todos estos antecedentes, se hizo necesario generar un tratamiento a este tipo de vías, el cual garantizara, la estabilidad, la seguridad, la durabilidad de las superficies de transitividad de estos corredores viales, gracias a ello se inicia la implementación de una nueva estructura, por medio de una unión, entre pavimento rígido reforzado y concreto ciclópeo, asimismo, cuenta con cunetas laterales para el drenaje superficial. Todos estos fenómenos no son ajenos al sector que conduce al alto de Quemba, específicamente en el sector Paso Vargas en la Vereda Tocavita, en el municipio de Siachoque, Boyacá, el cual evidenció un alto deterioro de la rasante, pérdida de las cunetas, por acumulación de sedimentos, material rodado, desechos e incluso por invasión de la vegetación, adicionalmente, en algunos sectores fue evidente el desgaste

de la capa de recebo ocasionando acumulación de lodos cuando se presentan altas precipitaciones, dificultando la transitividad entre la vereda y los sectores aledaños.

Adicionalmente, era notable el incremento en el mantenimiento y la reparación de los vehículos que transitan por esta vía. Sobre esta vía se identificaron 2 tramos que requieren ser intervenidos mediante la construcción de Placa huella. El tramo No. 1, con una longitud de 66 metros, ubicado, entre la abscisa K0+000 al K0+066, mientras que el tramo No. 2, ubicado entre las abscisas K0+264 hasta la K0+414, para una longitud de este tramo de 150 metros, los cuales presentan pendientes superiores al 8% dificultando el tránsito de los vehículos de carga, particulares y peatones.

2. JUSTIFICACIÓN

Es importante como profesionales del sector de la construcción implementar mejoras en los procesos constructivos y en los requerimientos técnicos, para brindar a la comunidad beneficios en sus condiciones socioeconómicas, garantizando el desarrollo y mejorando su calidad de vida. Mediante el proceso de análisis se pretende ofrecer uno o varios aportes significativos en el desarrollo de este tipo de intervenciones, que optimicen procedimientos técnicos, así como el crecimiento y el aumento de los usuarios de las vías de estas regiones.

El estudio tiene como propósito brindar una solución definitiva a los efectos ambientales, topográficos y externos que intensifican el mal estado de las vías por donde transita la población del área rural, así mismo poder aportar mecanismos y técnicas de evaluación del estado actual de las vías, que para este caso, se consideran las placa huellas como solución a la movilidad en vías de tercer orden, de esta forma y de acuerdo a la evaluación de los distintos hallazgos, encontrar una variedad de soluciones en cuanto a mantenimiento del conjunto de elementos que componen la placa huella, referenciando algunas recomendaciones de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, para garantizar la vida útil en estos corredores viales.

Las placas huella son viables para caminos y vías terciarias donde se deben realizar intervenciones, ya que son vías de buena calidad y que se pueden ejecutar a un bajo costo gracias a que el tiempo de construcción es corto, además de que se pueden generar soluciones de acceso en las cuales la misma comunidad puede ayudar a ejecutar la construcción. Son caminos transitables durante cualquier época del año y no se incurre en elevados costos de mantenimiento. La construcción de pavimentos será de gran provecho para la rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de las vías pertenecientes a la malla vial terciaria de Colombia, las cuales están a cargo del Instituto Nacional de Vías – INVIAS; es precisamente esta misma institución quien ha llevado progreso a numerosas regiones de Colombia para el mejoramiento vial y económico frente a las alternativas tradicionales en concreto rígido, o concreto asfáltico. Además, que con su posterior construcción brinde a los usuarios comodidad, seguridad, y una mayor calidad de vida a los peatones y habitantes del sector. (Guzmán, 2020).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis patológico a la placa huella ubicada en el sector Paso Vargas de la vereda Tocavita, municipio de Siachoque, Boyacá, para identificar los hallazgos en cuanto a daños y deterioros en la estructura.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los tipos de fallas encontrados en el proyecto de estudio, siguiendo las recomendaciones del Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos, especificando los tipos de daños y el grado de severidad de acuerdo a lo encontrado en campo.
- Analizar las posibles causas que generan este tipo de fallas en placa huellas.
- Determinar si existen algunas patologías especiales en placa huellas y sus elementos, que el Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos del INVIAS no contempla, mediante la inspección al proyecto en estudio y la investigación bibliográfica.

4. ESTADO DEL ARTE

A lo largo de la historia, el ser humano, en su condición de individuo social utiliza diversas formas de comunicación, para el caso que concierne en este trabajo las rutas de comunicación entre sociedades, colonias, asentamientos indígenas, entre otros, se denominan vías. Ejemplo de esto, en Colombia el primer indicio de vías que comunicaban a las comunidades se da con los caminos de herradura o caminos de paso. Estos se caracterizaban por ir en línea recta, sin importar las condiciones del terreno. Poco después de la conquista española, estos transitables fueron evolucionando, se veían los primeros caminos empedrados y con unas características más cómodas en su paso, estas se denominaron “caminos reales” que son de uso exclusivo de los colonizadores. (Ospina, 2002).

Al transcurrir el tiempo, viendo la necesidad de transportar mercados, insumos, animales entre otros, las vías fueron mejorando, en cuanto a su diseño, su capacidad de movilización y otros aspectos; esto ayudó al desarrollo económico de las comunidades. Sobre el mes de octubre del año 1899, llega al país el primer vehículo de tres puestos, “De Dion-Bouton tipo D, con esto se inicia el mercado automotriz en el Colombia (Silva, 2013), esto traería consigo el desarrollo económico y social, ya que se genera la necesidad de mejorar y aumentar la infraestructura de las vías pavimentadas con estructuras resistentes al paso de las llantas.

A razón de lo planteado por la Ley 1682 de 2013, Artículo 2 “La infraestructura del transporte es un sistema de movilidad integrado por un conjunto de bienes tangibles, intangibles y aquellos que se encuentren relacionados con este, el cual está bajo la vigilancia y control del estado y se organiza de manera estable para permitir el traslado de las personas, los bienes y los servicios, el acceso y la integración de las diferentes zonas del país y que propende por el crecimiento, competitividad y mejora de la calidad de la vida de los ciudadanos”.

Con el crecimiento económico de algunas ciudades, se vio el crecimiento y el aumento de las vías pavimentadas, este fenómeno era notable, por el grado de importancia de unir dos puntos importantes, debido al alto costo de inversión; por lo contrario, las vías rurales, no eran tenidas en cuenta. Sin embargo, hacia el año de 2007, se inicia un proceso de inversión en vías rurales y caminos veredales, por medio de uso del

sistema placa-huella, “Una composición de agregado ciclópeo en una proporción al 40% del volumen total y un concreto de 140 kg/cm² sobre una base granular, que presenta un gran comportamiento tanto económico como estético, en las vías rurales del país.” (Arellano Murcia, 2015).

En Colombia la red de tercer orden o veredal, cuenta con 154.200 Km incluidos cerca de 12.500 Km que incluyen caminos privados, los cuales están bajo la gestión de los Departamentos, Distritos y Municipios. Las vías terciarias en su mayoría son angostas, presentan grandes pendientes y los volúmenes de tráfico, en promedio son 30 vehículos al día (Ospina G, 2016) Las vías de tercer orden, tienen un alto grado de importancia para las economías departamentales y municipales, ya que, por medio de estas, se genera un crecimiento en las actividades comerciales agropecuarias, ya que facilitan la movilización de insumos del campo, para ser comercializados y distribuidos en los mercados locales y nacionales.

Para el diseño de la placa huella se considera la realización de una serie de estudios y diseños relacionados con la ingeniería, específicamente, topográficos, geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos, que servirán para determinar las obras necesarias para la atención de puntos críticos, la sostenibilidad integral de las obras y su duración en el tiempo. (INVIAS, 2009)

Las ventajas que tiene la placa huella en caminos veredales o vías de tercer orden, consisten en su implementación, en vías que superan pendientes del 10 %, además que presentan condiciones complejas de transitabilidad y seguridad, esta es una estructura de bajo costo de construcción y mantenimiento.

5. GENERALIDADES

La guía de diseño de pavimentos con Placa-huella presenta un gran aporte de criterios básicos sobre el diseño y las generalidades de la placa huella en vías terciarias que constituyen una solución de carácter veredal que presentan un volumen de tránsito bajo. Algunas ventajas de este tipo de pavimento es ofrecer buenas condiciones de circulación durante el periodo de servicio, no requiere mantenimiento y limpieza, es un sistema constructivo de bajo costo entre otros.

Ilustración 1. Placa huella en estudio.



Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que el pavimento en placa-huella se construye únicamente en zonas rurales o veredas de los diferentes municipios, el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS puntualiza el tipo de vía dependiendo la obra a construir, en este caso correspondiente a una vía terciaria y la describe de la siguiente manera:

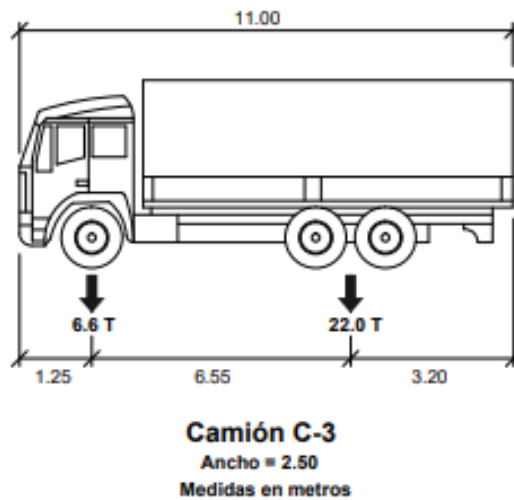
Vía terciaria: De acuerdo al Instituto nacional de vías son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de que la vía sea pavimentada deberá cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías secundarias. Para carreteras terciarias, especialmente en terreno montañoso y

escarpado, es difícil disponer de longitudes de entre tangencia amplias, por lo que no es fácil hacer la transición de peralte. Por lo anterior se considera que el peralte máximo más adecuado para este caso es del seis por ciento (6%).

La red vial de Colombia está regulada por el Ministerio de Transporte colombiano mediante el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) y sus direcciones territoriales (Decreto 1735 de agosto de 2001) y a veces delegadas a empresas privadas por concesión. El sistema se compone por la red primaria (grandes autopistas, a cargo de la nación), red secundaria (a cargo de departamentos) y red terciaria (compuesta por carreteras terciarias o caminos interveredal, a cargo de los municipios). La red de carreteras colombiana es de 164.000 km aproximadamente, de los cuales 16.776 son de red primaria, de los que 13.296 están encargadas al INVÍAS, y 3.380 km están concesionados; 147.500 km son de Red secundaria y terciaria distribuidos así: 72.761 km encargados a los departamentos, 34.918 km encargados a los municipios, 27.577 al Instituto Nacional de Vías, y 12.251 km a privados. La Red Nacional de Carreteras hace parte de la infraestructura de transporte encargada al Gobierno colombiano y cumple la función básica de integración de las mayores zonas de producción y de consumo.

- Periodo de diseño: el diseño del pavimento consignado en la guía de diseño de pavimentos con Placa-huella prevé que éste pueda prestar condiciones de servicio adecuadas por un período no menor a veinte (20) años siendo, como ya se dijo, la limpieza de las obras de drenaje y la rocería de las zonas laterales serían el único mantenimiento necesario.
- Vehículo de diseño: tomando en consideración que la vía una vez pavimentada debe permitir la circulación de los camiones que transporten los productos agropecuarios, forestales, mineros o industriales que se extraigan o fabriquen en la zona se ha adoptado como vehículo de diseño el camión C-3. En la ilustración 2 se identifican las dimensiones y pesos por eje de dicho camión.

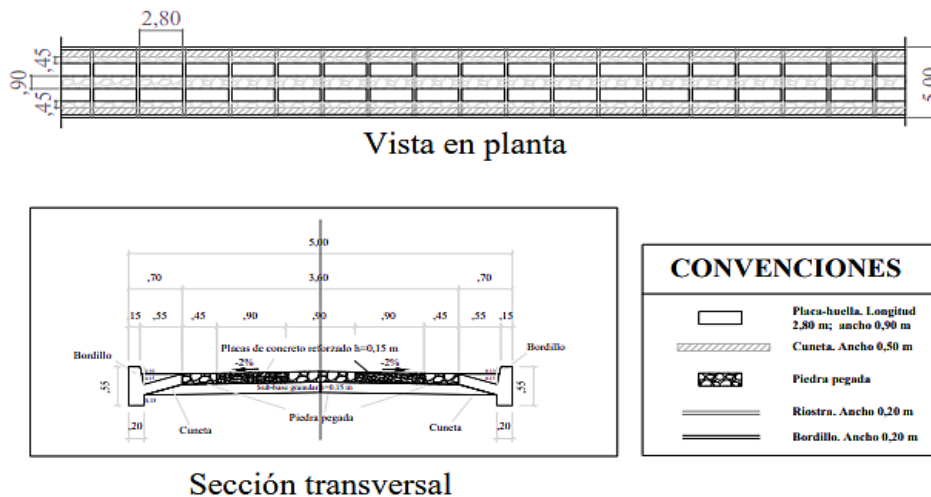
Ilustración 2. Vehículo de diseño.



Fuente: guía de diseño de Pavimentos con Placa Huella, 2017.

Elementos que integran el pavimento con placa – huella: el pavimento con Placa-huella lo integran los siguientes elementos tal como se muestran en la ilustración 3, los cuales hacen referencia a un tramo en tangente.

Ilustración 3. Vista en planta y sección en un tramo recto.



Fuente: Guía de diseño de Pavimentos con Placa Huella ,2017.

- Subrasante: como la plasma generalmente está constituida por el suelo natural con una capa de material de armado de espesor variable. La recomendación general es no desestabilizar la superficie existente efectuando cajeos o excavaciones.
- Subbase: una vez que a la superficie existente se le haya rectificado su perfil longitudinal, con pequeños rellenos, y se encuentre adecuadamente compactada se deberá extender, conformar y compactar una capa de subbase que cumpla la especificación general vigente en el Instituto Nacional de Vías.
- Placa-huella: la placa-huella es una losa de concreto reforzado fundida sobre la subbase en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el acero de refuerzo de la riostra y con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo siguiente.
- La longitud máxima de la placa-huella es de dos metros con ochenta centímetros (2,80 m). Como el ancho de la riostra siempre es de veinte centímetros (0,20 m) la longitud máxima de un módulo es de tres metros (3,0 m) y corresponde a la longitud del módulo en tangente.
- En las curvas horizontales: la longitud de la placa-huella puede fluctuar entre un (1,00) metro y dos metros con ochenta centímetros (2,80 m).
- El ancho de la placa-huella: en tangente es de noventa centímetros (0,90 m). Dependiendo de su deflexión y radio de curvatura las curvas horizontales pueden requerir placas-huella de anchos mayores.

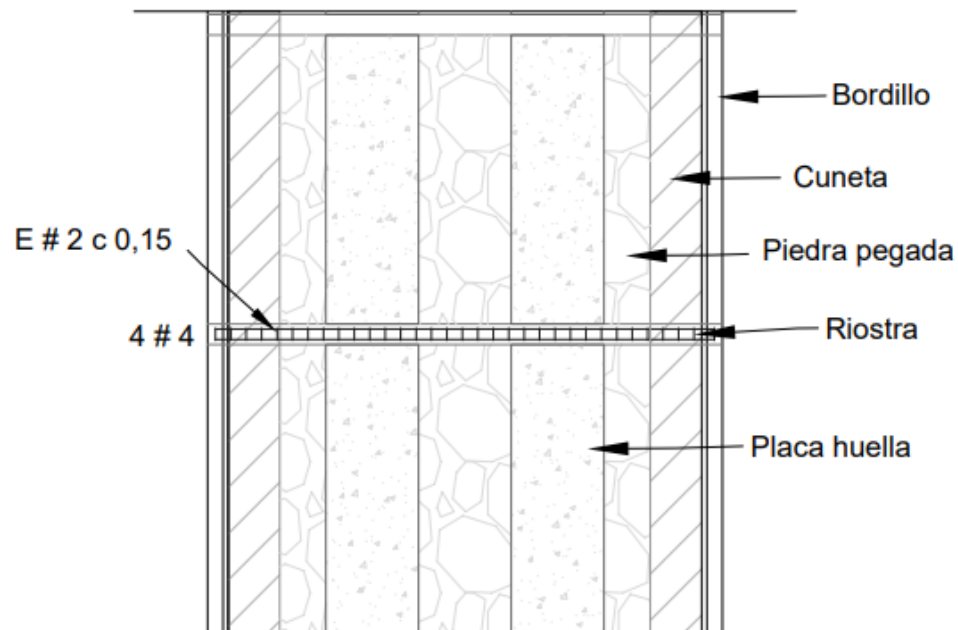
En la presente Guía se han establecido para las placas-huella en curva tres valores de ancho: noventa centímetros (0,90 m), un metro con treinta y cinco centímetros (1,35

m) y un metro con ochenta centímetros (1,80 m). El espesor de las placa-huella es de quince centímetros (0,15 m).

Funciones de la placa-huella

- Soportar los esfuerzos que se producen por el paso de los ejes de los vehículos.
- Canalizar la circulación vehicular permitiendo sustituir en las franjas de la sección transversal no sometidas al paso de los ejes un material relativamente costoso como es el concreto simple por uno más económico como lo es la piedra pegada (concreto ciclópeo). Lo anterior se traduce en una menor inversión. (INVIAS, 2015)

Ilustración 4. Placa huella en planta



Fuente: guía de diseño de Pavimentos con Placa Huella, 2017.

La riostra es una viga transversal de concreto reforzado en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo anterior y con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo siguiente.

Características

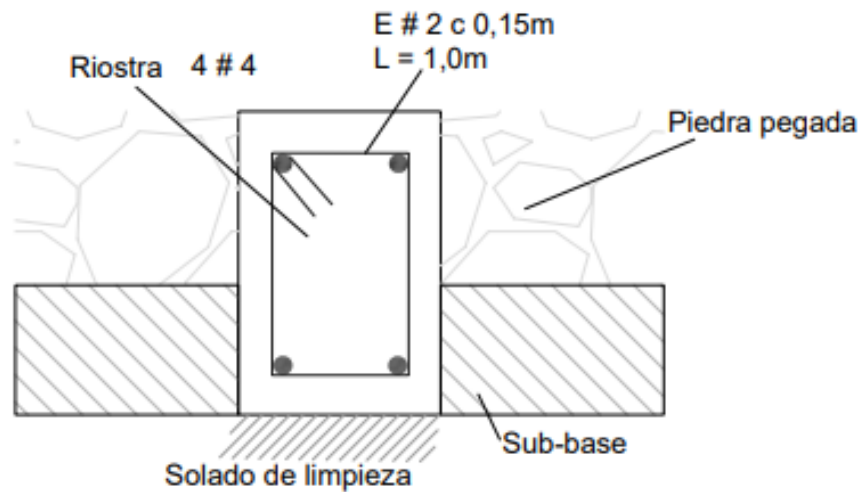
- El ancho de la riostra es de veinte centímetros (0,20 m).
- El peralte de la riostra es de treinta centímetros (0,30 m).
- Dicha riostra se apoya totalmente sobre la superficie existente, es decir en la superficie sobre la que se construye la subbase, previa la colocación de un solado de limpieza de tres centímetros (0,03 m) de espesor.

Según la Guía De Diseño De Pavimentos Con Placa-Huella la piedra pegada hace referencia a una capa de concreto ciclópeo con espesor de quince centímetros (0,15 m).

Las funciones de la piedra pegada son:

- Disminuir los costos de construcción del pavimento ya que es un material menos costoso que el concreto simple.
- Propiciar la canalización del tránsito dado que la alta rugosidad que presenta la piedra pegada desestimula a los conductores a circular por fuera de las placas-huella que son los elementos diseñados para soportar los esfuerzos producidos por el paso de los vehículos.
- Contribuir a la estética del camino.

Ilustración 5. Sección transversal de la placa huella



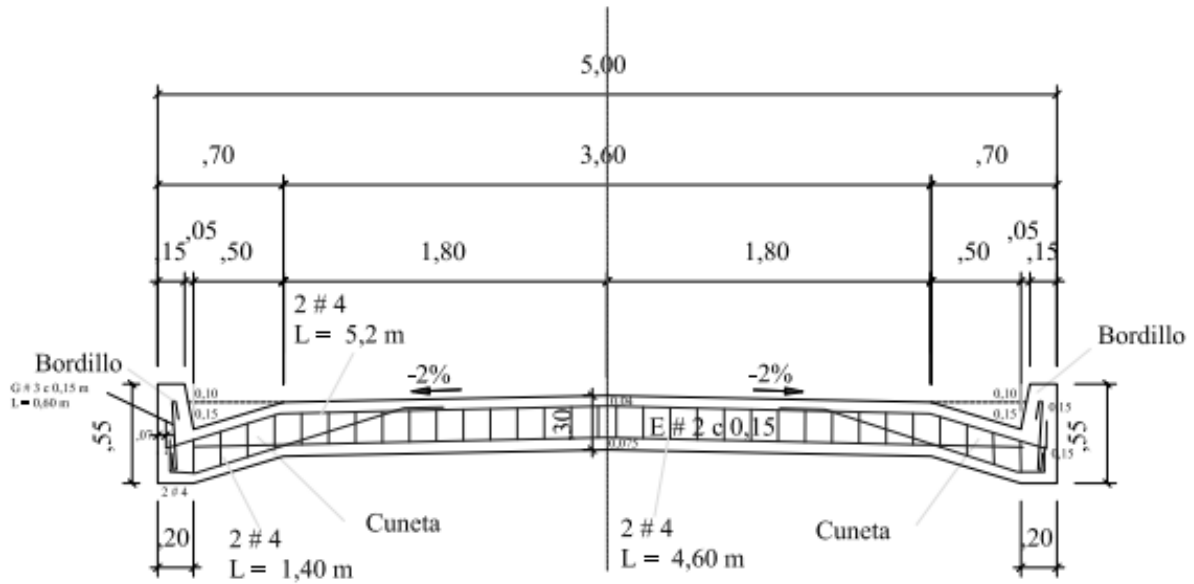
Fuente: guía de diseño de Pavimentos con Placa Huella (2017)

La Berma-cuneta y el bordillo son elementos de drenaje superficial construidos en concreto reforzado, fundidos monóticamente y articulados estructuralmente con la riostra. La razón de fundir monóticamente la berma-cuneta y el bordillo es evitar la junta de construcción que se formaría en la frontera entre ambos elementos, junta que con el paso del tiempo se convertiría en un surca que permitiría la infiltración del agua que correría por la berma-cuneta con el consecuente deterioro del pavimento.

Las funciones de la Berma-cuneta y el bordillo son:

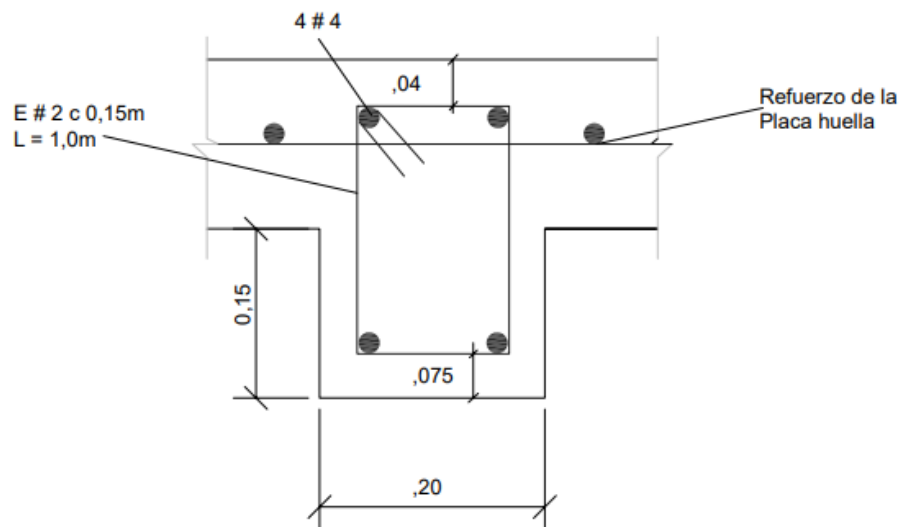
- Permitir la recolección de las aguas lluvias y conducir las hasta las alcantarillas y aliviaderos para su evacuación.
- Brindar confinamiento a la subbase.
- Servir como franja de estacionamiento temporal en el caso de que un vehículo lo requiera por fallas totalmente mecánicas u otra causa de fuerza mayor permitiendo que el flujo vehicular no se interrumpa.

Ilustración 6. Placa huella corte longitudinal



Fuente: guía de diseño de Pavimentos con Placa Huella, 2017.

Ilustración 7. Corte transversal sección en la placa huella.



Fuente: guía de diseño de Pavimentos con Placa Huella, 2017.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consta de la intervención de dos tramos de vía terciaria que están ubicados sobre la vía que conduce del sector Paso Vargas al Alto de Quemba en la Vereda Tocavita del Municipio de Siachoque.

6.1 LOCALIZACIÓN

La zona del proyecto queda ubicada en la vía que conduce del sector Paso Vargas al Alto de Quemba en la Vereda Tocavita, a unos 4.3 km aproximadamente al Sur-occidente del casco urbano del municipio de Siachoque, departamento de Boyacá.

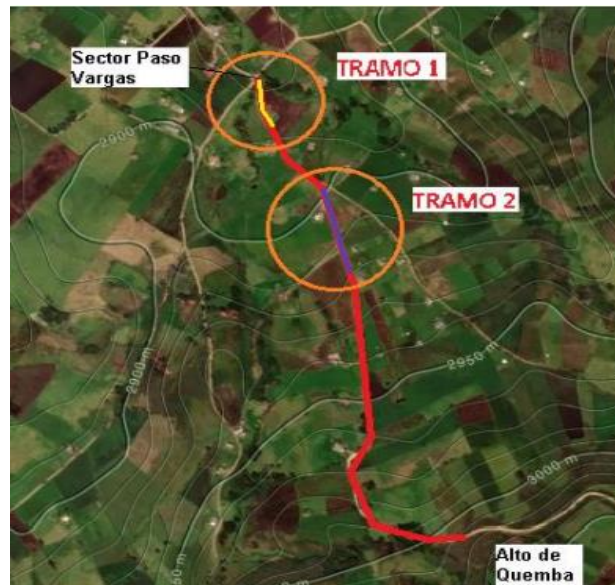
Ilustración 8. Localización casco urbano



Fuente: google earth

Esta vía tiene una longitud de 1000 metros aproximadamente, de los cuales serán intervenidos 2 tramos ubicados en diferentes zonas sobre este trazado y de diferentes extensiones, que en total dará una longitud de 214 metros con placa huella.

Ilustración 9. Localización proyecto vial



Fuente: google earth

6.2 CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LOS TRAMOS A INTERVENIR

- Longitud Total: 214 metros (dos tramos)
- Ancho promedio: 5.0 metros
- Tipo de vías: terciarias (rurales)
- Tipo de Tránsito: camiones, automóviles, motocicletas y tránsito peatonal.
- Estructura propuesta para el mejoramiento de los tramos: placa huella en concreto 3500 psi.

El detalle de placa huella consiste en una estructura de ancho promedio de 5.0 m conformada por dos secciones laterales cada una de 0.9 m de ancho y 0.15 metros de espesor como Huella de la placa, estas se construirán en concreto de 3500 PSI debidamente reforzado en acero f'y 60000, tal como se estipula en los planos de construcción. A su vez, las huellas estarán separadas por una franja de concreto ciclópeo (piedra pegada) de 2500 PSI de 0.9 m de ancho y espesor de 0.15m, junto con dos franjas laterales de 0.45 metros de ancho del mismo material.

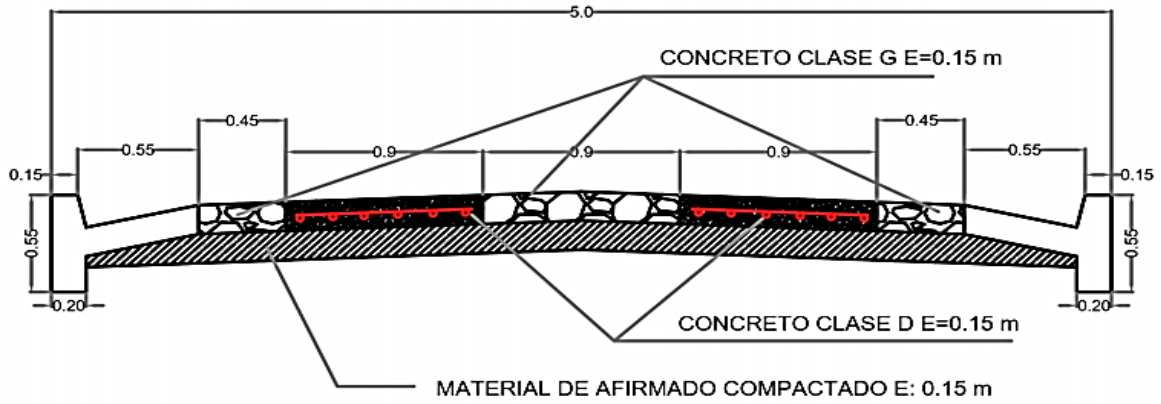
Esta estructura estará soportada sobre una sub rasante mejorada con material de afirmado de 0.15 m de espesor de acuerdo a las recomendaciones del estudio de suelos. Así mismo se construirán cunetas de 0.70 m de ancho incluido el bordillo, por el costado derecho e izquierdo de la vía, que recogerán el agua proveniente de la placa huella y los taludes. A continuación, se resumen las dimensiones de la placa huella a utilizar en los 2 tramos (la longitud es la suma de los 2 tramos).

Tabla 1. Dimensiones de la placa huella

Resumen placa huella	
Longitud total de placa en estudio	150 m
Ancho de placa	5,0 m
Ancho de huella	0,9 m
Número de huellas	2 huellas
Ancho piedra pegada central	0,9 m
Ancho piedra pegada lateral	0,45 m
Espesor de huella	0,15 m
Espesor afirmado (subbase)	0,15 m
Separación entre vigas riostra	3,0 m
Cunetas laterales	0,70 m

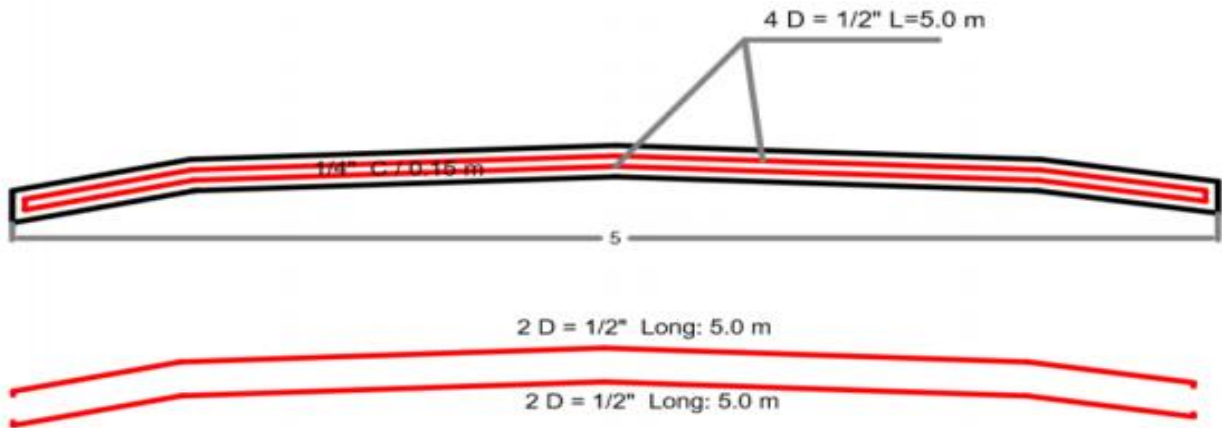
Fuente: elaboración propia

Ilustración 12. Corte transversal



Fuente: alcaldía municipal de Siachoque, 2018.

Ilustración 13. Detalles estructurales de las vigas riostras



Fuente: alcaldía municipal de Siachoque, 2018.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta monografía se realizó una descripción detallada de las actividades y metodologías utilizadas para determinar las patologías existentes en los pavimentos rígidos, específicamente en placa huellas, para esto se tomó como caso de estudio un proyecto desarrollado en el municipio de Siachoque Boyacá. El tipo de investigación que se realizó es cuantitativa, evaluativa, cualitativa y descriptiva ya que se desarrolló estableciendo procedimientos que permiten un completo análisis de la investigación.

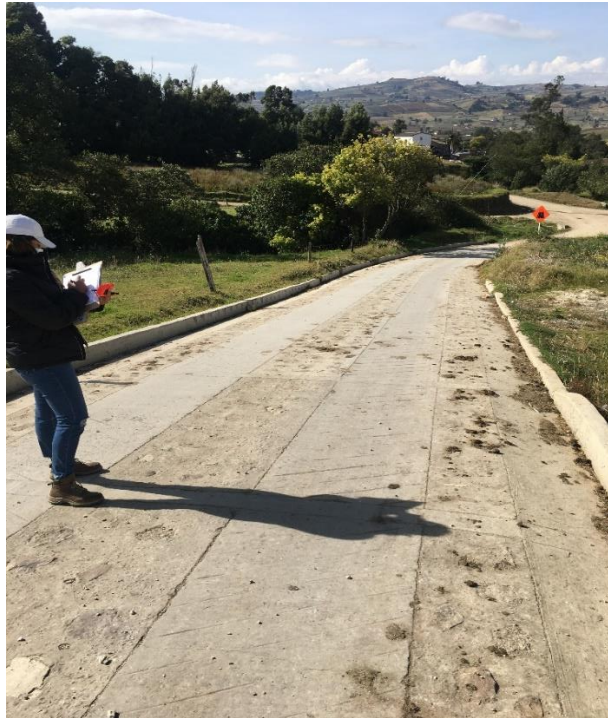
Ilustración 14. Inspección visual de la placa huella.



Fuente: elaboración propia

La metodología está soportada por las normativas y manuales vigentes sobre diseño y construcción de placa huellas (*Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella*) los análisis bibliográficos están encaminados a la importancia de las vías tercerías y las patologías del concreto que estudia las diferentes fallas.

Ilustración 15. Levantamiento



Fuente: elaboración propia

7.1 HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS

Se desarrolló una búsqueda, selección y análisis de documentos que facilitaron el desarrollo del proyecto. Se realizó una inspección visual de las fallas existentes en la placa huella para poder determinar los posibles factores que las generaron, de esta forma, se identificaron los diferentes hallazgos patológicos.

Para la identificación de las características generales de la placa huella, se tuvo en cuenta la recopilación e investigación documental, consulta literaria de proyectos desarrollados, normas, estudios previos que tratan sobre la planeación, el diseño y la importancia que tiene la implementación de este tipo de obras. Para ello, como primera medida, se realizó

una visita de reconocimiento del proyecto Placa huella en el sector Paso Vargas - Alto de Quemba vereda Tocavita, municipio de Siachoque, Boyacá. Proyecto el cual se tomó como caso de estudio.

El material a utilizar trata de los diseños establecidos por la entidad encargada, para este caso la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-Huella y Manual de Drenaje para Carreteras INVIAS, de igual forma, documentos bibliográficos y de investigación, que generaron aportes importantes al desarrollo de este tipo de proyectos, material literario que ayudó a comprender los avances cronológicos sobre la creación, el diseño, la implementación y evolución de los tratamientos para mejorar las vías rurales a lo largo de la historia. Para el caso del proyecto base de estudio, se consultó los estudios previos, los diseños y demás generalidades del proyecto, esta última documentación se solicitó a la secretaria de planeación del municipio de Siachoque, Boyacá y en la base de datos del estado de Colombia Compra Eficiente SECOP.

Para realizar la inspección visual se contó con recursos propios para transporte, adquisición de formatos, elementos de medición y de toma de registro fotográfico, como lo establece el manual. En cuanto a la parte de investigación documental, se contó con dos equipos de cómputo propios y con conexión a internet, base de datos como los existentes en el CRAI de la Universidad Santo Tomás y repositorios de otras instituciones, base de datos de revistas científicas y de carácter estatal como normas y manuales. Por último, y de acuerdo a los hallazgos, se concluirá a continuación, con los aportes y mejoras que se puedan implementar en el sector, teniendo en cuenta componentes técnicos y estratégicos que motiven a la investigación y la implementación de estos tipos de proyectos en las zonas rurales.

7.1.1 Información documental: Para el desarrollo de la investigación documental se tuvo en cuenta lo planteado en la especificación del INVIAS 500-1P, que hace referencia al diseño estándar de la estructura para pavimentos rígidos en este tipo de vías. Para el proceso fue necesario recopilar, analizar y procesar la información referente al proyecto en estudio Construcción de placa huella en el sector Paso Vargas - vereda Tocavita municipio de Siachoque Boyacá. Con el procesamiento documental y literario, se identificaron algunas variables y conceptos relevantes en cuanto a los tipos de fallas, sus causas y los niveles de severidad para cada uno de estos.

Tabla 6. Resumen de deterioros con severidad alta

Resumen de deterioros con severidad alta			
Deterioro		Área afectada (m)	%frente al área total
TOTAL			

NOTA:

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Análisis de daños y severidad por placa

Placa y abscisa			
Área de placa (m²)		Registro Fotográfico	
Tipo de deterioro.			
Tipo		Severidad	
Daño			
Largo (m)		Ancho (m)	
Área afectada. (m ²)			
Fuente:			
% de daño con respecto a la placa			

Fuente: elaboración propia

8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En la planeación de la inspección visual, se determinó realizar el registro de daños a cada una de las placas ya que se encuentran separadas por un concreto ciclópeo en sentido transversal a la dirección de la vía. En la visita de campo al proyecto en estudio, se realizó la inspección visual, atendiendo las recomendaciones y procedimientos del Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos y con ayuda de algunos elementos de medición y equipo fotográfico se tomó la información referenciando cada una de las placas, sus abscisas y los daños encontrados de acuerdo a las recomendaciones del formato para la inspección visual de pavimento rígido.

Tabla 8. Cartera de campo

ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTO RIGIDO



TERRITORIAL: _____ FECHA: 23-02-21 CONCESIÓN:

CÓDIGO DE LA VÍA: _____ CONTRATO No: _____ MANTENIMIENTO INTEGRAL: HOJA ___ DE ___

NOMBRE DE LA VÍA: Paseo Vargas LEVANTADO POR: _____ AMV:
Alto de quimba.

ABSCISA	No. Placa	Dimensiones de la Losa		Tipo	Sever	Daño		Reparación		Foto	ACLARACIONES
		# Letra	Largo Ancho			Largo Ancho	Largo Ancho				
FO+115	40 A	5,00	0,20	GT	B	0,20					43 Halarzo (fisura transversal rostra)
FO+113	39 A	2,80	0,90	GT	B	0,90					42 Grieta transversal
FO+098	39 A	2,80	0,90	GT	B	0,90					41 Grieta transversal
FO+081	33 A	5,00	0,20	GT	B	0,20					40 Halarzo (fisura transversal rostra)
FO+086	30 A	2,80	0,90	GT	B	2,80	0,90				39 Fisuración por retracción o por tipo de malla
FO+079	29 A	2,80	0,90	GT	B	1,00					38 Grieta transversal
FO+068	25 A	2,80	0,90	GT	B	1,30					37 Grieta transversal
FO+065	23 B	2,80	0,90	GT	B	0,90					36 Grieta transversal
FO+065	22 B	2,80	0,90	GT	B	0,90					35 Grieta transversal
FO+059	22 A	2,80	0,90	GT	B	0,90					34 Grieta transversal
KO+059	20 B	5,00	0,20	GT	B	0,20					33 Halarzo (fisura transversal rostra)
FO+052	20 A	2,80	0,90	GT	B	0,90					32 Grieta transversal
KO+046	18 B	2,80	0,90	GT	B	0,90					31 Grieta transversal
KO+046	16 B	2,80	0,90	GT	B	0,90					30 Grieta transversal
KO+046	16 A	2,80	0,90	GT	B	0,90					29 Grieta transversal
FO+043	15 A	2,80	0,90	GT	B	0,90					28 Grieta transversal
FO+043	15 B	2,80	0,90	GT	B	0,90					27 Grieta transversal
FO+043	14AB	5,00	0,20	GT	B	0,40					26 Halarzo (fisura transversal rostra)
FO+040	14 A	2,80	0,90	GT	B	0,90					25 Grieta transversal
FO+040	14 B	2,80	0,90	GT	B	0,90					24 Grieta transversal
FO+034	12 A	2,80	0,90	OU	B	2,80	0,90				23 Pulimento general en la superficie
FO+034	12 A	2,80	0,90	FU	B	2,45					22 Grieta transversal
FO+025	9 B	2,80	0,90	GT	B	0,90					21 Grieta transversal
FO+025	8 AB	5,00	0,20	GT	B	0,90					20 Halarzo (fisura transversal rostra)
FO+025	8 A	2,80	0,90	GT	B	0,90					19 Grieta transversal
FO+025	8 B	2,80	0,90	GT	B	0,90					18 Grieta transversal
FO+019	7 B	5,00	0,20	GT	B	0,20					17 Halarzo (fisura transversal rostra)
FO+019	7 A	5,00	0,20	GT	B	0,20					16 Halarzo (fisura transversal rostra)
FO+019	6 B	2,80	0,90	GT	B	0,90					15 Grieta transversal
FO+016	5 A	2,80	0,90	DI	B	2,80					14 Grieta transversal
FO+012	4 AB	5,00	0,20	GT	B	0,90					13 Halarzo (fisura transversal rostra)
FO+012	4 B	2,80	0,90	GE	B	0,90					12 Grieta esquina de la placa
FO+012	4 A	2,80	0,90	DI	B	2,80	0,90				11 Desintegración
FO+012	4 A	2,80	0,90	GE	B	0,11					10 Grieta esquina de la placa
FO+012	4 A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90				9 Desintegración
FO+009	3 B	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90				8 Desintegración
FO+001	3 A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90				7 Desintegración
FO+006	2 AB	5,00	0,20	GT	B	0,40					6 Halarzo (fisura transversal rostra)
FO+003	2 B	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90				5 Desintegración
FO+003	2 A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90				4 Desintegración
FO+003	2 B	2,80	0,90	GT	B	0,90					3 Halarzo (fisura transversal rostra)
FO+000,20	1 B	2,80	0,90	DI	B	2,80	0,90				2 Desintegración
FO+000,20	1 A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90				1 Desintegración

Observaciones:

Numero de calzadas: _____ PR Inicial: _____ Ancho de bermas: _____
 Numero de carriles por calzada: _____ PR Final: _____ Espesor de la losa: _____

Tabla 9. (Continuación)

ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTO RÍGIDO




TERRITORIAL: _____ FECHA: 23-02-21 CONCESIÓN

CÓDIGO DE LA VÍA _____ CONTRATO No: _____ MANTENIMIENTO INTEGRAL HOJA ___ DE ___

NOMBRE DE LA VÍA Paso Vargas LEVANTADO POR: _____ A.M.V.
Alto de Quemba

ABSCISA	No. Placa		Dimensiones de la Losa		TIPO DE DETERIORO					ACLARACIONES		
	#	Letra	Largo	Ancho	Tipo	Sever	Daño		Reparación		Foto	
K0+121	42	B	2,50	0,40	GT	B	0,70				41	Grieta transversal
K0+121	42	A	2,80	0,40	GT	B	0,40				44	Grieta transversal

Fuente: elaboración propia.

Una vez realizada la inspección en el tramo en estudio, se da inicio al procesamiento de la información capturada en campo y el análisis de la misma, con el fin de producir un informe donde se reporten los resultados encontrados.

Procesada la información tomada en campo y de acuerdo a lo descrito en el manual, se calcula el número de placas afectadas, determinando el tipo de daño, áreas de afectación y nivel de severidad, con su respectivo registro fotográfico. Para esto, se toma como constante un área de dos puntos cincuenta y dos metros cuadrados (2,52 m²), para cada una de las placas. Se relaciona el área afectada con respecto al área total de las placas para determinar el porcentaje de afectación. De acuerdo al levantamiento y a la inspección, se determina un área total de las placas corresponde a 262,08 m².

El manual recomienda realizar un análisis resumido de los daños encontrados por tramo, para este informe fue necesario realizar un listado y una descripción independiente de cada una de las placas.

Tabla 10. Daños

Abscisa	No. Placa		Dimensiones de la losa		Tipo de deterioro				Descripción
					Tipo	Severidad	Daño		
	#	Letra	Largo (m)	Ancho (m)			Largo (m)	Ancho (m)	
K0+121	42	B	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+121	42	A	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+115	40	A	5,00	0,20	GT	B	0,20		Hallazgo (Fisura trasversal de la riostra)
K0+113	39	A	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+098	33	A	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+089	30	A	5,00	0,20	GT	B	0,20		Hallazgo (Fisura trasversal de la riostra)
K0+086	29	A	2,80	0,90	FR	B	2,80	0,90	Fisuración por retracción o por tipo de malla
K0+074	25	A	2,80	0,90	GT	B	1,80		Grieta transversal.
K0+068	23	B	2,80	0,90	GT	B	1,35		Grieta transversal.
K0+065	22	B	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+065	22	A	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+059	20	B	5,00	0,20	GT	B	0,20		Hallazgo (Fisura trasversal de la riostra)
K0+059	20	A	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+052	18	B	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+046	16	B	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+046	16	A	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+043	15	A	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+043	15	B	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+043	14	AB	5,00	0,20	GT	B	0,40		Hallazgo (Fisura trasversal de la riostra)
K0+040	14	A	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+040	14	B	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+034	12	A	2,80	0,90	PU	B	2,80	0,90	Pulimiento general en la superficie
K0+034	12	A	2,80	0,90	GT	B	2,45		Grieta transversal.
K0+025	9	B	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+025	8	AB	5,00	0,20	GT	B	0,40		Hallazgo (Fisura trasversal de la riostra)
K0+025	8	A	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+025	8	B	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+019	7	B	5,00	0,20	GT	B	0,20		Hallazgo (Fisura trasversal de la riostra)
K0+019	7	A	5,00	0,20	GT	B	0,20		Hallazgo (Fisura trasversal de la riostra)
K0+019	6	B	2,80	0,90	GT	B	0,90		Grieta transversal.
K0+016	5	A	2,80	0,90	DI	B	2,80	0,90	Grieta transversal.

K0+012	4	AB	5,00	0,20	GT	B	0,40		Hallazgo (Fisura transversal de la riostra)
K0+012	4	B	2,80	0,90	GE	B	0,08		Grieta esquina de la placa.
K0+012	4	B	2,80	0,90	DI	B	2,80	0,90	Desintegración.
K0+012	4	A	2,80	0,90	GE	B	0,1		Grieta esquina de la placa.
K0+012	4	A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90	Desintegración
K0+009	3	B	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90	Desintegración.
K0+009	3	A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90	Desintegración.
K0+006	2	AB	5,00	0,20	GT	B	0,40		Hallazgo (Fisura transversal de la riostra)
K0+003	2	B	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90	Desintegración.
K0+003	2	A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90	Desintegración.
K0+003	2	B	5,00	0,20	GT	B	0,40		Hallazgo (Fisura transversal de la riostra)
K0+000,20	1	B	2,80	0,90	DI	B	2,80	0,90	Desintegración.
K0+000,20	1	A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90	Desintegración.
Fuente: elaboración propia									

Una vez obtenido el listado general de los daños, se organizó la información en un cuadro resumen, dividiendo en dos tramos, para este caso, tramo A (TA), que corresponde a cincuenta placas, ubicadas en el costado izquierdo, con dirección al abscisado de la vía y el tramo B (TB), con un total de cincuenta placas (50), correspondiente al costado derecho de la misma. Se identificó el número de placas construidas, para un total de cien unidades (100 und) que se ubican en los dos tramos, cincuenta a cada costado de la vía, el porcentaje de afectación con respecto al total de placas, corresponde a un treinta y cuatro por ciento (34%), dividido así: un diecinueve por ciento (19%) en TA y un quince por ciento (15%) en TB, y el porcentaje respecto al total de placas construidas para TA con treinta y ocho por ciento (38%) y en TB con treinta por ciento (30%).

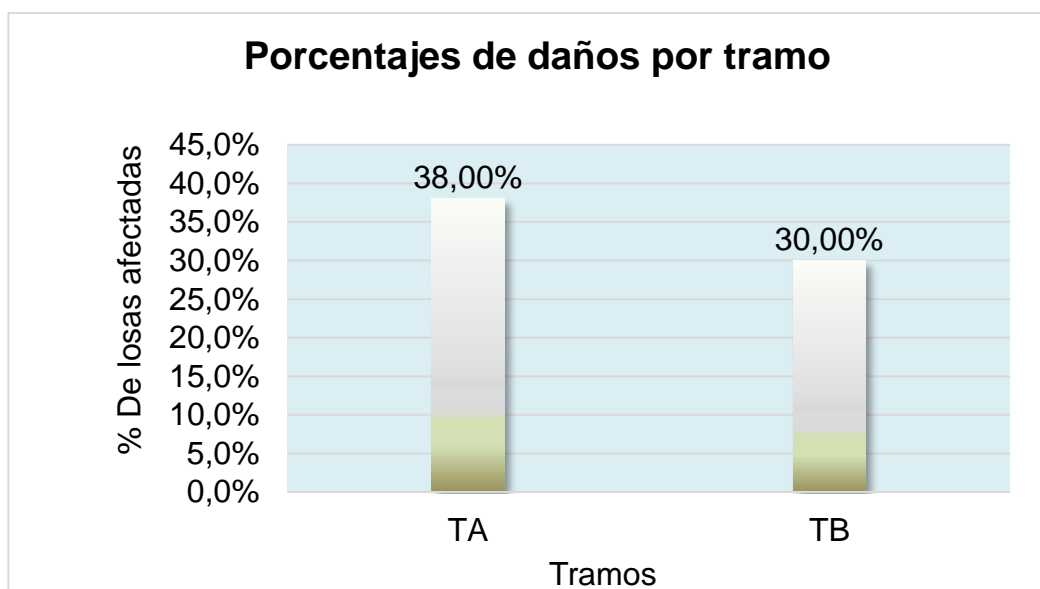
Tabla 11. Daños por severidad

Cuadro resumen de daños por severidad						
Tramo	Pr inicial	Pr final	No.Placas construidas	Total placas afectadas	% respecto al total de las placas construidas	% respecto a total de placa construidas en el tramo
TA	0+000	0+151	50	19	19,00%	38,00%
TB	0+000	0+151	50	15	15,00%	30,00%
TOTAL			100	34	34,00%	

NOTA: Se divide en dos tramos TA=Placas ubicadas en el costado izquierdo de la vía;
TB= Placas ubicadas en el costado izquierdo de la vía.

Fuente: Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígido, 2013

Ilustración 17. Porcentajes de daños por tramo



Fuente: elaboración propia

Con la información referenciada en la Tabla 11, se procede a realizar los resúmenes de los hallazgos de acuerdo al nivel de severidad, bajo y medio; para el nivel alto, los datos

corresponden a valor cero, ya que en la inspección no se encontró ningún con estas características. Los deterioros encontrados en el proyecto de estudio corresponden a la desintegración (DI); fisuración por retracción (FR); grietas de esquinas (GE); grietas transversales (GT) y pulimientos (PU). El nivel de severidad bajo es el más recurrente en toda la inspección.

El nivel de severidad bajo muestra que los deterioros, desintegración (DI), con un área de afectación total de siete puntos cincuenta y seis metros cuadrados (7,56 m²), correspondiente a dos punto ochenta y ocho por ciento (2,88%) con respecto al área total de las placas; el fisuramiento por retracción (FR), presenta un área afectada de uno punto sesenta y ocho metros cuadrados (1,68 m²), correspondiente al cero punto sesenta cuatro por ciento (0,64%); la grietas de esquina con la menor cuantía, presenta un área de cero punto cero cuatro metros cuadrados (0,04 m²), correspondiente al cero punto cero dos por ciento (0,02%); el deterioro más predominante es la grieta transversal con un área total de catorce punto ochenta y dos (14,82 m²), correspondiente al cinco punto sesenta y cinco por ciento (5,65%); por último, pulimiento con un área de dos punto cincuenta y dos metros cuadrados (2,52 m²) correspondiente al cero punto noventa y seis por ciento (0,96%).

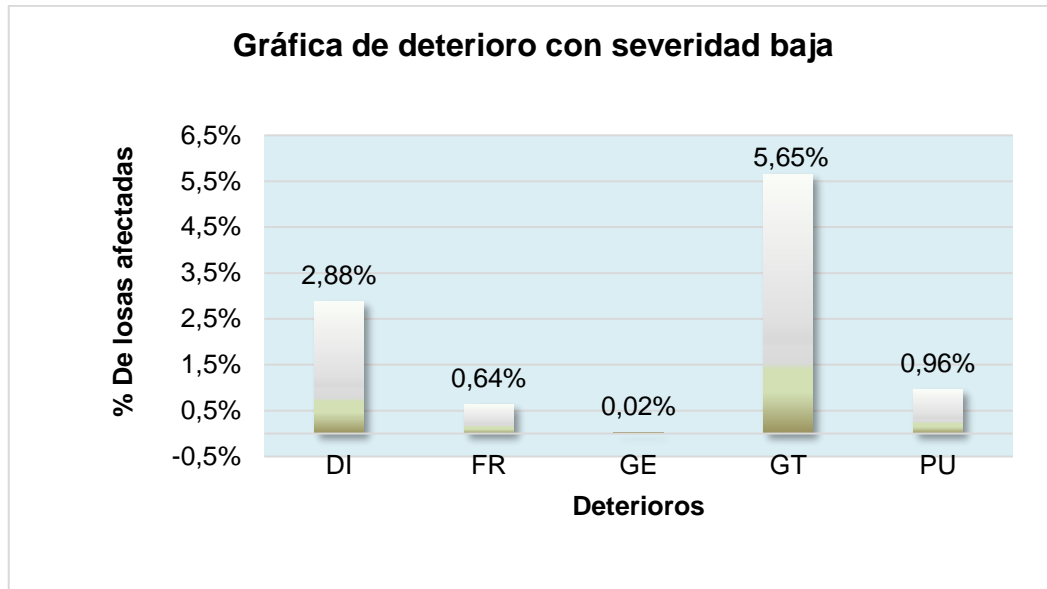
Tabla 12. Resumen de deterioros por severidad baja

Deterioro severidad baja			
Deterioro		Área afectada (m²)	%frente al área total
Desintegración	Di	7,56	2,88%
Fisuramiento por retracción	Fr	1,68	0,64%
Grietas de esquina	Ge	0,04	0,02%
Grietas trasversales	Gt	14,82	5,65%
Pulimiento	Pu	2,52	0,96%
Total		26,62	10,16%

Nota: se relaciona el área afectada de cada tipo de deterioro con respecto al área total de las placas.

Fuente: elaboración propia

Ilustración 18. Deterioros por severidad baja



Fuente: elaboración propia

En la ilustración 18 podemos observar que el mayor indicador de deterioro con severidad baja, corresponde a las grietas transversales (GT), con un cinco punto sesenta y cinco (5,65%) con respecto al total de las losas construidas en toda la placa huella, seguido del deterioro por desintegración (DI) con un dos punto ochenta y ocho por ciento (2,88%), luego con cero coma noventa y seis por ciento (0,96%), tenemos el deterioro por pulimiento (PU) y por último, el menor porcentaje de deterioro es el fisuramiento por retracción, con tan solo un cero punto cero dos por ciento (0,02%).

Tabla 13. Resumen de deterioros por severidad media

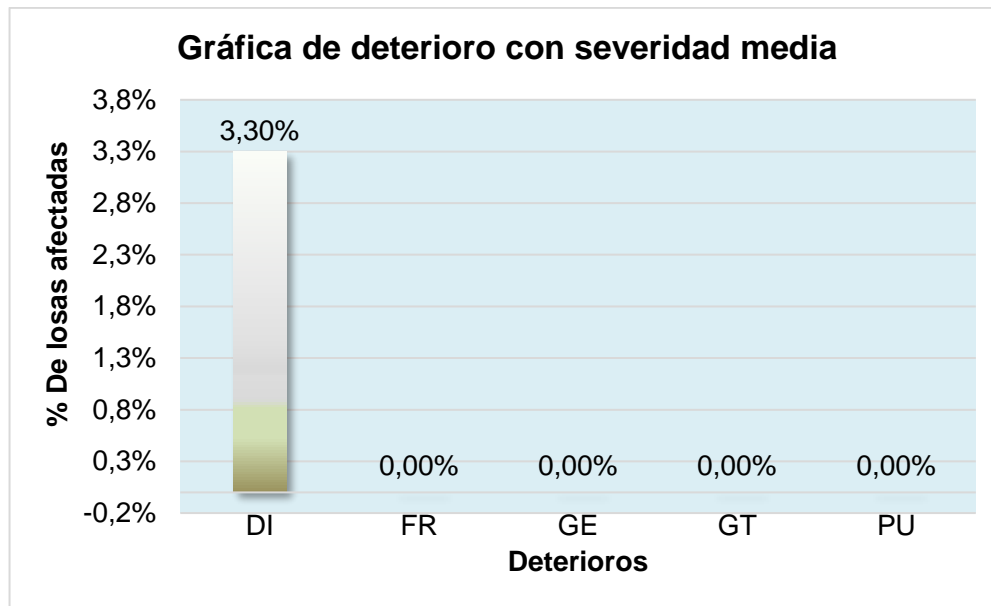
Deterioro severidad media			
Deterioro		Área afectada (m²)	%frente al área total
Desintegración	DI	8,64	3,30%
Fisuramiento por retracción	FR	0	0,00%
Grietas de esquina	GE	0	0,00%
Grietas transversales	GT	0	0,00%
Pulimiento	PU	0	0,00%
Total		8,64	3,30%

Nota: se relaciona el área afectada de cada tipo de deterioro con respecto al área total de las placas.

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 13 se observa los deterioros con severidad media, en este nivel podemos observar un solo deterioro correspondiente a la desintegración (DI), con un área de afectación total de ocho puntos sesenta y cuatro metros cuadrados (8,64 m²) y que corresponden a tres puntos treinta por ciento (2,88%) con respecto al área total de las placas; no presenta más tipos de deterioros.

Ilustración 19. Deterioros por severidad media



Fuente: elaboración propia

En la ilustración 19 se observa que el único indicador de deterioro con severidad media, corresponde a la desintegración (DI) con tres puntos treinta por ciento (3,30%) del total de losas construidas. No se reporta nivel de severidad alta en el presente informe, debido a que en la inspección visual no se encontró hallazgos al respecto. Los niveles de severidad son criterios adoptados para diferenciar la gravedad del daño, estos se basan fundamentalmente en la apreciación del grado de deterioro que pueda presentar cada daño en particular. (INVIAS, 2013)

Como se describió anteriormente, se reportaron diferentes tipos de deterioro con los diferentes niveles de severidad, con respecto al Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígido del INVIAS y teniendo en cuenta algunas condiciones del caso en estudio, a continuación, se realiza la descripción del deterioro y de las posibles causas que llevaron a generarse dichos daños.

A continuación, se realiza la descripción de diferentes parámetros, la identificación de las posibles causas y finalmente, se generan recomendaciones de acuerdo a lo establecido en el Manual de Inspección Visual de Pavimento Rígido.

Desintegración (DI): consiste en pérdida constante de agregado grueso en la superficie, debido a la progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena-cemento del concreto, provocando una superficie con pequeñas cavidades.

Posibles Causas: es causado por el efecto abrasivo del tránsito sobre concretos de calidad pobre, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría), o bien por deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso), otras posibles causas:

- Material inapropiado en el interior del hormigón tal como terrones de arcilla o cal viva.
- Mortero poco homogéneo.
- Deficiente calidad de los materiales.
- Agregados expansivos o de baja durabilidad.
- Reparaciones hechas sin seguir recomendaciones técnicas.

De acuerdo a las condiciones topográficas de la placa huella y su alta pendiente y a condiciones climáticas, existen altas precipitaciones en el sector, por consiguiente, se presenta un alto nivel de arrastre de agregados y de flujo, el cual van deteriorando la superficie de placa.

Recomendaciones

- Limpiar muy bien las paredes, colocar un puente de adherencia y luego rellenar con un hormigón que contenga un aditivo expansor.
- Si el deterioro es generalizado, reparar colocando una carpeta asfáltica u otra alternativa, siempre que se garantice la adherencia entre las capas de acuerdo a lo establecido en el catálogo de deterioros de pavimentos rígidos (2002)

Fisuramiento por retracción o tipo malla (FR): fisuras limitadas sólo a la superficie del pavimento. Frecuentemente, las grietas de mayores dimensiones se orientan en sentido

longitudinal y se encuentran interconectadas por grietas más finas distribuidas en forma aleatoria.

Posibles Causas

- Curado inapropiado del concreto.
- Exceso de amasado superficial y/o adición de agua durante el alisado de la superficie.
- Malla de refuerzo muy cerca de la superficie.
- Acción del clima o de productos químicos.

Recomendaciones

- Mediante el procedimiento denominado reparación de espesor parcial,
- Operación N°4, Reparación de Espesor Parcial.
- En el catálogo de deterioros de pavimentos rígidos (2002) se destaca la importancia de recubrir con una mezcla asfáltica, si se acepta el incremento de las irregularidades (IRI, Índice de Rugosidad Internacional) que ello significa.

Grieta esquina (GE): este tipo de deterioro genera un bloque de forma triangular en la losa; se presenta generalmente al interceptar las juntas transversales longitudinal, describiendo un ángulo mayor que 45°, con respecto a la dirección del tránsito. La longitud de los lados del triángulo sobre la junta de la losa varía entre 0,3 m y la mitad del ancho de la losa. Este tipo de daño se presenta en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

Posibles Causas

- Asentamiento de la base y/o la subrasante.
- Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.
- Alabeo térmico.
- Sobrecarga en las esquinas.
- Deficiente transmisión de cargas entre las losas adyacentes.

Recomendaciones

- Para severidad baja, sellar, según Operación N° 1, Sellado de Juntas y Grietas.
- Para severidades media y alta, reparar en todo el espesor una franja de pavimento del ancho de la losa y de una longitud mínima igual a la distancia entre la junta y la intersección de la grieta con el borde externo (L en la Figura); Operación N° 2 ó N° 3 Reparación en Todo el espesor, según corresponda siguiendo los lineamientos del catálogo de deterioros de pavimentos rígidos.

Grieta transversal (GT): grietas que se presentan perpendiculares al eje de circulación de la vía. Pueden extenderse desde la junta transversal hasta la junta longitudinal, siempre que la intersección con la junta transversal esté a una distancia del borde (T) mayor que la mitad del ancho de la losa y la intersección con la junta longitudinal se encuentra a una distancia inferior que la mitad.

Posibles Causas

- Asentamiento de la base o la subrasante.
- Losas de longitud excesiva.
- Junta de contracción aserrada o formada tardíamente.
- Espesor de la losa insuficiente para soportar las solicitaciones.
- Gradiente térmico que origina alabeos.
- Problemas de drenaje.
- Cargas excesivas.

Recomendaciones

Para niveles de severidad baja y media, sellar; según Operación N°1, Sellado de Juntas y Grietas. Para nivel de severidad alta, reparación en todo el espesor; operación N° 2 ó N° 3 Reparación en Todo el Espesor, según corresponda siguiendo lo establecido en el catálogo de deterioros de pavimentos rígidos. Para niveles de severidad baja y media, sellar; según Operación N°1, Sellado de Juntas y Grietas. Para nivel de severidad alta,

reparación en todo el espesor; Operación N° 2 ó N° 3 Reparación en Todo el Espesor, según corresponda. N°1, Sellado de Juntas y Grietas.

Para nivel de severidad alta, reparación en todo el espesor; operación N° 2 ó N° 3 reparación en todo el espesor, según corresponda. Para niveles de severidad baja y media, sellar; según operación N°1, sellado de juntas y grietas. Para nivel de severidad alta, reparación en todo el espesor; operación N° 2 ó N° 3 reparación en todo el espesor, según corresponda para niveles de severidad baja y media, sellar; según operación N°1, sellado de juntas y grietas. para nivel de severidad alta, reparación en todo el espesor; operación N° 2 ó N° 3 reparación en todo el espesor, según corresponda.

Pulimiento (PU): carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre el pavimento y los neumáticos.

Posibles Causas

Esta deficiencia es causada principalmente por el tránsito, que produce el desgaste superficial de los agregados, especialmente cuando la mezcla de concreto y/o agregados es de calidad deficiente y favorece la exposición de los mismos. La reducción de la fricción o resistencia al deslizamiento, puede alcanzar niveles de riesgo para la seguridad del tránsito. El pulimento de los agregados puede ser considerado cuando un examen visual revela que la rugosidad obre la superficie es muy reducida y se presenta una superficie suave al tacto.

Recomendaciones

Limpiar muy bien las paredes, colocar un puente de adherencia y luego rellenar con un hormigón que contenga un aditivo expansor. Si el deterioro es generalizado, reparar colocando una carpeta asfáltica u otra alternativa, siempre que se garantice la adherencia entre las capas. (catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de iberia e Iberoamérica, 2002

Otros daños no encontrados en el caso de estudio

Grietas longitudinales (GL): grietas predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección se produce a una distancia (L) mucho mayor que la mitad de la longitud de la losa.

Posibles Causas

- Asentamiento de la base o la subrasante.
- Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.
- Alabeo térmico.
- Losa de ancho excesivo.
- Carencia de una junta longitudinal.
- Mal posicionamiento de las dovelas y/o barras de anclaje.
- Aserrado tardío de la junta.
- Contracción del concreto.

Recomendaciones

- Para niveles de severidad baja y media, sellar según Operación N° 1 Sellado de Juntas y Grietas.
- Para nivel de severidad alta, reparación en todo el espesor del tramo dañado; Operación N° 2 ó N° 3 Reparación en Todo el Espesor, según corresponda. (catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de iberia e Iberoamérica, 2002)

Grietas en los extremos de los pasadores (GP): cercanas al extremo de los pasadores o dovelas. Pueden ser ocasionadas por la mala ubicación de los pasadores o por su movimiento durante el proceso constructivo. Este tipo de daño se presenta en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

Posibles Causas

- Mala ubicación de los pasadores.
- Corrosión o desalineamiento de los pasadores
- Movimiento durante el proceso constructivo
- Diámetros de barras muy pequeños y cargas de tráfico muy altas.

Recomendaciones

Severidad baja y media: reparar según Operación N° 4, Reparación de espesor parcial.
Severidad alta: reparar de acuerdo con las Operaciones N° 2 o N° 3, Reparación en Todo el Espesor, según corresponda. (catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de iberia e Iberoamérica, 2002)

Grietas en bloque o Fracturación múltiple (GB): aparecen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa. Este grupo también comprende las grietas en “Y” Aunque se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos, es más frecuente que se presente en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

Posibles Causas

La fracturación múltiple, puede ser causada por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto), el equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente. Es la evolución final del proceso de fisuración, que comienza formando una malla más o menos cerrada; el tránsito y la continua flexión de las losas aceleran la subdivisión en bloques más pequeños, favoreciendo el desportillamiento de sus bordes. Pueden presentar diversas formas y aspectos, pero con mayor frecuencia son delimitados por una junta y una fisura.

Recomendaciones

Reparar según el procedimiento reparación en todo el espesor (Operación N° 2 o N° 3 Reparación en Todo el Espesor, según corresponda), reemplazando longitudinal y

transversalmente toda la zona afectada. Reconstruir la junta de contracción, cuando corresponda.

Grietas en pozos y sumideros (GA): se presentan como una clasificación independiente, debido a que son grietas que están directamente relacionadas con la presencia del pozo o del sumidero. Este tipo de deterioro se presenta en todos los tipos de pavimento rígido.

Posibles Causas

Se atribuye a la variación en la distribución de esfuerzos debida a la presencia de pozos o sumideros, éstos se convierten en una zona vulnerable a la aparición de grietas derivadas de la geometría irregular de la zona adyacente al pozo que no permite una buena distribución de esfuerzos (de acuerdo con las reglas para modulación de losas, éstas deben ser lo más regulares posible, cuando hay formas irregulares, las placas se deben reforzar).

Separación de Juntas Longitudinales (SJ): corresponde a una abertura en la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimento rígido.

Posibles Causas

- Contracción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclaje entre carriles adyacentes.
- Desplazamiento lateral de las losas motivado por un asentamiento diferencial en la subrasante.
- Ausencia de bermas.
- Asentamiento diferencial de la subrasante.

Recomendaciones

Cuando la sección transversal no presenta deformaciones que signifiquen un riesgo para la seguridad de los usuarios, sellar de acuerdo con la Operación N° 1, Sellado de Juntas y Grietas. Si hay deformación peligrosa de la sección transversal, reconstruir el tramo, reconvirmando y re compactando la subrasante y colocando barras de acero de amarre en la junta longitudinal. Luego construir el pavimento de reemplazo de acuerdo con el sistema reparación en todo el espesor; Operación N° 2 o N° 3 Reparación en todo el Espesor, según corresponda. Fresado para restituir el perfil longitudinal original. (catálogo de deterioros de pavimentos rígidos, consejo de directores de carreteras de iberia e Iberoamérica, 2002)

Deterioro del sello (DST - DSL): desprendimiento o rompimiento del sello de las juntas longitudinales o transversales, Se considera como deterioro del sello cualquiera de los siguientes defectos: extrusión del sello, endurecimiento, pérdida de adherencia entre el sello y la losa, pérdida parcial o total del sello e incrustación de materiales ajenos y crecimiento de vegetación (Figura 12 y Fotografía 9). Este deterioro se presenta en pavimentos de placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

Posibles Causas

- Endurecimiento del sello: producto de mala calidad, envejecimiento.
- Perdida de adherencia entre el sello y la placa: producto de mala calidad, sellado mal colocado, caja mal diseñada, paredes sucias en el momento de aplicar el sello.
- Perdida de sello: producto de mala calidad, procedimiento de colocación deficiente, movimiento relativo excesivo entre losas aledañas, poca consistencia del material de sello.
- Extrusión del material del sello: exceso de sello, producto de mala calidad, procedimiento de colocación deficiente, incremento severo de temperatura que provoca el movimiento de las losas y el ablandamiento del material, puesta en servicio de la vía antes del fraguado del sello.
- Incrustación de material incompresible: ocasionada por la cercanía de bermas no pavimentadas o la caída de materiales de vehículos que transitan por la vía.
- Crecimiento de la vegetación: humedad en la junta.

Recomendaciones

Verificar que la caja disponga de un ancho compatible con la elongación admisible del producto de sellado por utilizar y los movimientos que experimentan las losas. Retirar todo vestigio del antiguo sello, limpiar cuidadosamente la caja, imprimir con el material adecuado, cuando corresponda, colocar cordón de respaldo y vaciar la cantidad exacta de sellante, todo en conformidad con lo dispuesto en la operación N° 1, Sellado de Juntas y Grietas.

Desportillamiento de juntas (DPT, DPL): desintegración de las aristas de una junta (longitudinal, transversal), con pérdida de trozos, que puede afectar hasta 0,15 m (15 cm) a lado y lado de la junta. Este tipo de deterioro se presenta en todos los tipos de pavimento rígido con juntas.

Posibles Causas

- Debilitamiento de los bordes de la junta debido a defectos constructivos.
- Desintegración del concreto, por mala calidad del material.
- Presencia de material incompresible en la junta, el cual al expandirse genera concentración de esfuerzos y la posterior falla ante el paso de vehículos.
- Mal procedimiento de corte de la junta.
- Aplicación de cargas antes de conseguir la resistencia mínima recomendada del concreto.

Descascaramiento (DE): es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto.

Posibles Causas

Generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del concreto fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del concreto resulte muy débil frente a la retracción. Las fisuras capilares pueden evolucionar en

muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un levantamiento de material superficial que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascaramiento en pavimentos con refuerzo, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.

Baches (BCH): se caracteriza por la desintegración de la losa de concreto y la remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares que incluso puede dejar expuesto el material de base.

Posibles Causas

- Fundaciones y capas inferiores inestables.
- Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes.
- Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas.
- Acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento.

Recomendaciones

Limpiar muy bien las paredes, colocar un puente de adherencia y luego rellenar con un hormigón que contenga un aditivo expansor. Si el deterioro es generalizado, reparar colocando una carpeta asfáltica u otra alternativa, siempre que se garantice la adherencia entre las capas.

Escalonamiento de Juntas longitudinales (EJL) y transversales (EJT): es una falla provocada por el tránsito que corresponde a un desnivel de la losa en su junta con respecto a una losa vecina.

Posibles Causas

- Deficiencia en el traspaso de cargas entre las losas o trozos de losas.
- Erosión de la base en las inmediaciones de la junta o grieta.
- Asentamiento diferencial de la subbase o subrasante.
- Falta de capacidad de soporte de la subrasante.

Recomendaciones

- Mejorar el sistema de drenaje.
- Para evitar que el fenómeno se acentúe, inyectar las losas levantándolas hasta nivelarlas con la adyacente y luego mejorar el sistema de transferencia de cargas, normalmente colocando barras de traspaso. Utilizar este procedimiento para todas las losas que presenten un nivel de escalonamiento de severidad alta.
- Para escalonamientos de severidad baja y media, cepillar la superficie, según Operación N° 6, Cepillado de la Superficie.

Levantamiento Localizado (LET, LEL): sobreelevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o una grieta, habitualmente el concreto afectado se quiebra en varios.

Posibles Causas

Son causadas por falta de libertad de movimiento de las losas de concreto. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas. Otras causas pueden ser mala colocación de barras de transferencia, presencia de un estrato de suelos expansivos a poca profundidad, variaciones térmicas cuando la longitud de las losas es excesiva y no cuenta con juntas de expansión o presentarse por la evolución de desportillamientos.

Recomendaciones

Reparar en todo el espesor, una franja del ancho de la losa y que comprenda longitudinalmente, toda la zona afectada. Reconstruir la junta de contracción, cuando corresponda. Trabajos a realizar en conformidad con la Operación N° 2 o N° 3, Reparación en Todo el Espesor, según corresponda, de acuerdo al catálogo de deterioro de pavimento rígido (2002)

Parches (PCHA - PCHC): un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parcheo por reparación de servicios públicos es una intervención que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público.

Posibles Causas

- En parches asfálticos, la capacidad estructural del parche es insuficiente o se practicó un deficiente proceso constructivo.
- En parches de concreto de pequeñas dimensiones, la retracción por fraguado puede separar el parche del concreto antiguo, si no se utiliza un epóxico como material de adhesión.
- En el caso de parches de concreto, si hubo reemplazo de por lo menos la mitad de una losa de concreto, el traspaso de carga entre el parche y la losa es insuficiente por falta de dovelas o barras de amarre y/o por defectos en el proceso constructivo.

Recomendaciones

- Severidad baja o media: reparar según corresponda por el tipo de deterioro presente.
- Severidad alta: rehacer el parche completamente y si el deterioro es por insuficiencia de transferencia de cargas en las juntas, colocar barras de traspaso de cargas u otro procedimiento que evite que el fenómeno se repita.

Hundimientos o Asentamientos (HU): *de*presión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada; puede estar acompañado de agrietamiento significativo, debido al asentamiento de las losas.

Posibles Causas

Este tipo de deformación permanente del pavimento, con o sin agrietamiento puede ocurrir cuando se produce asentamiento o consolidación en la subrasante, por ejemplo, en zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por deficiente compactación inicial o bien por movimiento de la propia estructura. También pueden ser originadas por deficiencias durante el proceso de construcción de losas.

Recomendaciones

Reparar en todo el espesor, una franja del ancho de la losa y que comprenda longitudinalmente, toda la zona afectada. Reconstruir la junta de contracción, cuando corresponda. Trabajos a realizar en conformidad con la Operación N° 2 o N° 3, Reparación en Todo el Espesor, según corresponda en el catálogo de deterioro de pavimento rígido (2002).

Figuración por retracción o Tipo malla (FR): fisuras limitadas sólo a la superficie del pavimento. Frecuentemente, las grietas de mayores dimensiones se orientan en sentido longitudinal y se encuentran interconectadas por grietas más finas distribuidas en forma aleatoria.

Posibles Causas

- Curado inapropiado del concreto.
- Exceso de amasado superficial y/o adición de agua durante el alisado de la superficie.
- Malla de refuerzo muy cerca de la superficie.

Recomendaciones

Para cualquier nivel de deterioro, mediante el procedimiento denominado reparación de espesor parcial, Operación N°4 Reparación de Espesor Parcial. Colocar un parche asfáltico, siempre que se acepte el incremento de las irregularidades superficiales (IRI, Índice de Rugosidad Internacional) que ello implica.

Fisuración por durabilidad (FD): corresponde a una serie de grietas finas muy cercanas entre sí, que aparecen cerca de las juntas longitudinales, transversales y cerca de los bordes libres de las losas. Estas grietas suelen curvarse en la intersección de las juntas longitudinales y transversales, presentan una coloración oscura.

Posibles Causas

- Ambientes alcalinos.
- Reactividad álcali-sílice cuando los agregados son expuestos a cambios de temperatura.
- Humedecimiento excesivo en el borde del pavimento sumado a exceso de cargas.

Recomendaciones

- Severidad baja y media: reparar según Operación N° 4, reparación de espesor parcial.
- Severidad alta: reparar de acuerdo con las Operaciones N° 2 o N° 3, reparación en todo el espesor, según corresponda.

Bombeo sobre la junta transversal (BOT): el bombeo es la expulsión de finos a través de las juntas o fisuras, esta expulsión (en presencia de agua) se presenta por la deflexión que sufre la losa ante el paso de cargas. Al expulsar agua esta arrastra partículas de grava, arena, arcilla o limos generando la pérdida del soporte de las losas de concreto. El bombeo se puede evidenciar por el material que aparece tanto en juntas y fisuras de la losa como en la superficie del pavimento.

Posibles Causas

- Presencia de agua superficial que penetra entre la base y la losa de concreto.
- Material rodable en la base.
- Tráfico de vehículos pesados frecuente.
- Transmisión inadecuada de cargas entre losas.

Recomendaciones

Reparar en todo el espesor, una franja del ancho de la losa y que comprenda longitudinalmente, toda la zona afectada. Reconstruir la junta de contracción, cuando corresponda. Trabajos a realizar en conformidad con la Operación N° 2 o N° 3, Reparación en Todo el Espesor, según corresponda.

Descenso de la berma (DB): diferencia de nivel entre la superficie de la losa respecto a la superficie de la berma, ocurre cuando alguna de las bermas sufre asentamientos.

Posibles Causas

- Asentamiento de la berma por compactación insuficiente.
- En bermas no revestidas: por la acción del tráfico o erosión de la capa superficial por agua que escurre desde el pavimento hacia el borde externo de la losa.
- Inestabilidad de la banca.

Recomendaciones

Nivelar procediendo de acuerdo con el material que conforme la berma, de acuerdo con la Operación N° 7 o N° 8, Nivelación de Bermas, según corresponda, después de eliminar el efecto del agua, si la hubiera, mejorando el sistema de drenaje.

Separación entre la berma y el pavimento (SB): hace referencia al Incremento en la abertura de la junta longitudinal entre la berma y el pavimento.

Posibles Causas

- Asentamiento con desplazamiento por compactación insuficiente o falta de compactación en la cara lateral del pavimento.
- Esgurrimiento de agua sobre la berma cuando existe un desnivel entre ella y el pavimento

Recomendaciones

- En bermas sin pavimento ni revestimiento, recebar, reperfilar y compactar la berma.
- En bermas revestidas con un tratamiento superficial, reconstruir el revestimiento al menos en una faja adyacente al pavimento.
- En bermas pavimentadas con carpeta asfáltica u hormigón, sellar, según Operación N° 1, Sellado de Juntas y Grietas.






Otros hallazgos






En la inspección visual se pudo evidenciar una patología no descrita en el Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos, fenómeno presente en algunas de las vigas riostras tabla 12, en este listado de daños se incluye la cantidad de elementos afectados. El daño encontrado en las vigas riostras consiste en la fisuración transversal de la misma, se ubica dando continuidad en las juntas antes y después de las placas con respecto a la franja del módulo de concreto ciclópeo. Se realizó el análisis independiente al total de las vigas riostras, aplican los criterios que recomienda el manual para identificar el tipo de deterioro y el nivel de severidad reportando en Tabla x. Allí se identificó la abscisa, el número de la viga, costado del deterioro, dimensiones, tipo de deterioro, área del daño y de reparación además cuenta con la imagen referenciada.

Siguiendo las recomendaciones del manual y para este hallazgo se toma el total de las vigas existentes en la placa huella, relacionando el número de vigas construidas, número de vigas afectadas y el porcentaje de afectación con respecto al número total de las vigas

construidas, arrojando la información contenida en la Tabla Y. Se identificó el número de vigas construidas, para un total de cincuenta unidades (50 unid) que se ubican en todo el tramo, el porcentaje de afectación con respecto al total de las vigas, corresponde a un veinte por ciento (20%).

Tabla 14. Resumen de porcentajes de daños en viga riostra.

Abscisa	No. Viga		Dimensiones de la viga			Tipo de deterioro				Foto	
	#	Letra	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Tipo	Sever	Daño			Reparación
								Largo (m)	Largo (m)		
K0+115	40	A	5,00	0,20	0,25	GT	B	0,20	0,20		
K0+089	30	A	5,00	0,20	0,25	GT	B	0,20	0,20		
K0+059	20	B	5,00	0,20	0,25	GT	B	0,20	0,20		
K0+043	14	AB	5,00	0,20	0,25	GT	B	0,40	0,40		
K0+025	8	AB	5,00	0,20	0,25	GT	B	0,40	0,40		

K0+019	7	B	5,00	0,20	0,25	GT	B	0,20	0,20	
K0+019	7	A	5,00	0,20	0,25	GT	B	0,20	0,20	
K0+012	4	AB	5,00	0,20	0,25	GT	B	0,40	0,40	
K0+006	2	AB	5,00	0,20	0,25	GT	B	0,40	0,40	
K0+002,8	2	B	5,00	0,20	0,25	GT	B	0,40	0,40	

Fuente: elaboración propia

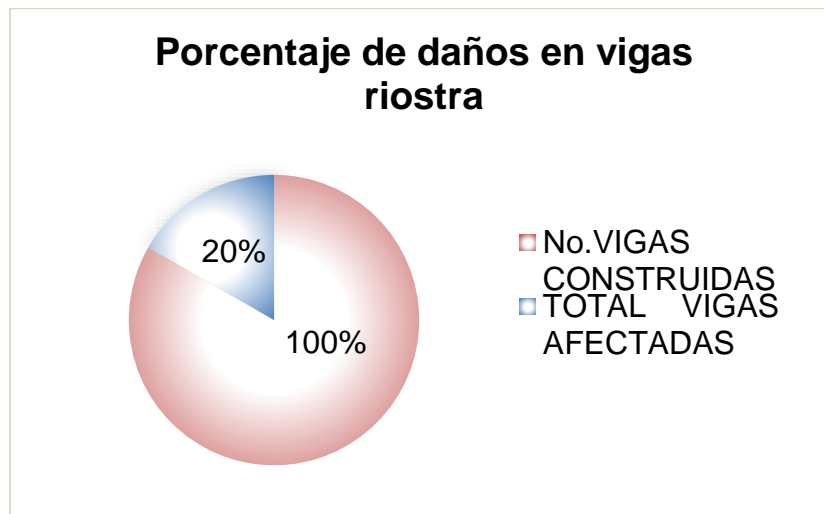
Tabla 15. Resumen de porcentajes de daños

Resumen de porcentaje de daños					
Tramo	Pr inicial	Pr final	No. Vigas construidas	Total, vigas afectadas	% respecto al total de las vigas construidas
T Total	0+000	0+151	50	10	10,00%
TOTAL			50	10	10,00%

NOTA: Se toma un tramo total (T total) debido a que la viga riostra cubren el ancho total de vía.

Fuente: elaboración propia

Ilustración 20. Porcentaje de vigas riostras afectadas



Fuente: elaboración propia

En la gráfica ilustración 20 se evidencia el porcentaje del veinte (20%) de las vigas que presentaron daños con respecto al total de las vigas construidas, esto quiere decir que, de 50 vigas, 20 presentan daños y esto corresponde al 20%. Una vez se determinó el porcentaje de vigas con daños, se procedió a establecer el área total de las vigas que se encontraron a lo largo del tramo, el cual corresponde a 50 m².

Tabla 16. Listado total de viga riostras

Listado total de viga riostras				
Abscisa	No. Viga	Dimensiones de la viga		
	#	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m²)
K0+150	50	5,00	0,20	1,00
K0+147	49	5,00	0,20	1,00
K0+144	48	5,00	0,20	1,00
K0+141	47	5,00	0,20	1,00
K0+138	46	5,00	0,20	1,00
K0+135	45	5,00	0,20	1,00
K0+132	44	5,00	0,20	1,00
K0+129	43	5,00	0,20	1,00
K0+126	42	5,00	0,20	1,00
K0+123	41	5,00	0,20	1,00
K0+120	40	5,00	0,20	1,00
K0+117	39	5,00	0,20	1,00
K0+114	38	5,00	0,20	1,00
K0+111	37	5,00	0,20	1,00
K0+108	36	5,00	0,20	1,00
K0+105	35	5,00	0,20	1,00
K0+102	34	5,00	0,20	1,00
K0+099	33	5,00	0,20	1,00
K0+096	32	5,00	0,20	1,00
K0+093	31	5,00	0,20	1,00
K0+090	30	5,00	0,20	1,00
K0+087	29	5,00	0,20	1,00
K0+084	28	5,00	0,20	1,00
K0+081	27	5,00	0,20	1,00
K0+078	26	5,00	0,20	1,00
K0+075	25	5,00	0,20	1,00
K0+072	24	5,00	0,20	1,00
K0+069	23	5,00	0,20	1,00
K0+066	22	5,00	0,20	1,00
K0+063	21	5,00	0,20	1,00
K0+060	20	5,00	0,20	1,00

K0+057	19	5,00	0,20	1,00
K0+054	18	5,00	0,20	1,00
K0+051	17	5,00	0,20	1,00
K0+048	16	5,00	0,20	1,00
K0+045	15	5,00	0,20	1,00
K0+042	14	5,00	0,20	1,00
K0+039	13	5,00	0,20	1,00
K0+036	12	5,00	0,20	1,00
K0+033	11	5,00	0,20	1,00
K0+030	10	5,00	0,20	1,00
K0+027	9	5,00	0,20	1,00
K0+024	8	5,00	0,20	1,00
K0+021	7	5,00	0,20	1,00
K0+018	6	5,00	0,20	1,00
K0+015	5	5,00	0,20	1,00
K0+012	4	5,00	0,20	1,00
K0+009	3	5,00	0,20	1,00
K0+006	2	5,00	0,20	1,00
K0+003	1	5,00	0,20	1,00
Área total (m ²)				50,00

Fuente: elaboración propia

De la misma forma que se aplicaron los criterios que recomienda el manual, se multiplico la longitud de las fisuras por un valor de 0,6 a cada uno de los hallazgos para poder evaluar el área afectada, que corresponde a 1,2 m².

Tabla 17. Vigas riostras con daños o deterioros

Viga riostras con daños o deterioros				
Abscisa	No. Viga	Dimensiones de la viga		
		#	Long (m)	Ancho
K0+115	40	0,20	0,6	0,12
K0+089	30	0,20	0,6	0,12
K0+059	20	0,20	0,6	0,12
K0+043	14	0,20	0,6	0,12
K0+025	8	0,20	0,6	0,12
K0+019	7	0,20	0,6	0,12
K0+019	7	0,20	0,6	0,12
K0+012	4	0,20	0,6	0,12
K0+006	2	0,20	0,6	0,12
K0+002,8	2	0,20	0,6	0,12
Área total				1,20

Fuente: elaboración propia

Obtenida el área el de afectación Tabla 16, y de acuerdo a los daños encontrados, se resume el tipo de deterioro, que corresponde a presencia de grietas transversales y se determina el porcentaje de afectación con respecto al área total de las vigas riostras, corresponde a 2,40%.

Tabla 18. Listado general de vigas riostras con deterioro severidad baja

Deterioro severidad baja			
Deterioro		Área afectada (m²)	%frente al área total
Grietas transversales	GT	1,20	2,40%
TOTAL		1,2	2,40%

NOTA: De acuerdo a los hallazgos solo se evidencia, grietas transversales con severidad baja en las vigas riostras.

Fuente: elaboración propia

A diferencia de lo planteado anteriormente este daño (GT) tiene diferentes causas a las producidas en las placas, esa fisura parece ser originada por la inadecuada interrupción de la dilatación, por tanto, aparentemente la causa es el manejo inadecuado de las rigideces (ausencia de correcta dilatación constructiva). Sin embargo, es importante aclarar que la determinación de las causas de la fisuración de cualquier sistema, deben incluir muchos más aspectos que para este caso incluyen las condiciones de la estructura y la sub estructura del pavimento, condiciones de drenaje de la vía, TPD, y la verificación de la existencia o no de otros tipos de manifestaciones patológicas.

9. CONCLUSIONES

- Al identificar los daños existentes en la placa huella del proyecto de estudio, se logró evaluar, los porcentajes y niveles de severidad que presenta la vía que a nivel general corresponden al 34% con respecto al total de placas construidas, que el deterioro más recurrente fue de Grietas Transversales (GT) con severidad baja con un 5,65% del total del área afectada, seguido del deterioro por Desintegración (DI) con 2,88% y Figuración por Retracción, Grietas Esquina y Pulimiento, presentan un deterioro del 0,64%, 0,02% y 0,96, respectivamente. En cuanto a los hallazgos con severidad media solo se encontró deterioro por Desintegración (DI), con un 3,30% con respecto al área afectada; para deterioros con severidad alta, no se encontró ningún daño.
- Con la información tomada en campo y el análisis de las patologías se pudo definir las posibles causas que desata cada uno de los daños encontrados. Así mismo se hicieron las recomendaciones necesarias, para la reparación o mantenimiento de los deterioros encontrados de acuerdo al nivel de severidad.
- Como se relacionó en las recomendaciones, el adecuado estado de los sistemas de drenaje y de sellos de juntas, garantizará la estabilidad de la placa huella, evitando fenómenos como, fatiga de la sub rasante y materiales granulares, o peor aún, socavación de los mismos, perdiendo soporte de la estructura.
- Se pudo identificar la presencia de fisuras transversales con nivel de severidad baja en el 10% del total de las vigas riostras presentes en la placa huella, debido a la escases de información bibliográfica e incluso en el manual, no se pudo establecer con exactitud las posibles causas que las generaron, sin embargo y gracias a la asesoría técnica del ingeniero especialista en estructuras, esto, pudo ser ocasionado por la interrupción o discontinuidad de la dilatación de junta que presentan las placas anterior y posterior de las vigas riostra.
- Se deben tener en cuenta las recomendaciones de reparación que se contemplan en el presente análisis, para deterioro de grietas transversal (GT)

- Se pudo determinar que los criterios planteados en el Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos del INVIAS, pueden ser aplicados en Placa Huellas, para la identificación de patologías, esto porque en esencia, son estructuras compuestas por materiales con alto grado de rigidez. Sin embargo, se encontraron algunos vacíos de información, en cuanto a la evolución de deterioros en elementos que conforman este tipo de estructuras como, las Vigas Riostra
- Se analizó las patologías existentes en la placa huella en estudio, por medio de la inspección y el análisis realizado el Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos del INVIAS.

10.RECOMENDACIONES

- Seguir estrictamente las recomendaciones de diseño y construcción de la guía de diseño de pavimentos con placa huella, ya que, en él, se unifican los criterios necesarios y aplicables a las condiciones de las vías de tercer orden de nuestras regiones.
- El perfecto estado de las obras de drenaje, garantizara la durabilidad de la estructura de la vía, tanto en materiales afirmado como de la placa misma, por esta razón se debe realizar mantenimiento preventivo de estos elementos.
- A pesar que el diseño geométrico de la vía no facilita el tránsito de camiones superiores al C3, se debe concientizar a la comunidad que la carga máxima aplicada a esta estructura no debe ser mayor a las 22 toneladas, carga de diseño; de no ser así esto ocasionaría la rotura y la falla del concreto.
- Se debe hacer periódicamente el retiro de partículas gruesas para evitar el desgaste de la superficie de la placa huella, evitando daños como desintegración y pulimientos, que disminuyen la capacidad de agarre de las llantas de los vehículos.
- Es importante mantener en óptimas condiciones los sellos de las juntas, esto garantizara que no existan filtraciones a la estructura que puedan debilitar el sistema.
- Seguir cada una de las recomendaciones puntuales de reparación de los cada uno de los daños mencionados en el presente análisis

BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO OSPINA, J. J. (2002). Diseño geométrico de vías (Tesis de especialización). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

BACCA, H. A. (2014). Seguimiento a la aplicabilidad del diseño de placa huella sugerido por el INVIAS para vías terciarias. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/13134>.

BAQUERO, I. O. (2014). Breve reseña histórica de las vías en Colombia. Ingeniería solidaria, 10(17), 183-187.

CABRALES ÁLVAREZ, Harrimer. (2015). Supervisión e inspección de la obra de mejoramiento, mantenimiento y conservación de la vía Abrego el otro lado-San Miguel-Hato viejo en el municipio de Abrego departamento norte de Santander (Doctoral dissertation).

CASTAÑEDA OSPINA, J. S., CASTRO OCAMPO, F. B., & ORDUZ DE ARMAS, S. A. (2018). Inspección visual, evaluación y diagnóstico del estado de las vías la cumbre, las mercedes, porfía-la Madrid-Acacías, las américas-Buenos Aires, pertenecientes a la malla vial del municipio de Villavicencio-Meta.

CORONADO, J. (2000). Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras: condiciones generales y especificaciones técnicas para actividades de mantenimiento contratadas con bases de precios unitarios.

CORREA VALDERRAMA, E. (2017). El rol de las vías terciarias en la construcción de un nuevo país. Revista de ingeniería, (45), 64-71.

DE LEÓN, L. F., & CUEVAS, R. (2004). Transporte rural de productos alimenticios en América Latina y el Caribe (Vol. 155). Food & Agriculture Org.

DPN. (2016). Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huellas Versión 1.0

DUQUE SANABRIA, C. A., & TIBAQUIRÁ GARCÍA, J. (2010). Estudio de la Patología presente en el pavimento rígido del segmento de vía de la carrera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de Granada departamento del Meta.

IBEROAMÉRICA, C. D. (2002). Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles.

Iglesias, J. A. F. (2017). Investigación de un Plan de Manejo del Deterioro del Pavimento de la Vía Cumbe–La Jarata (Doctoral dissertation, Universidad de Cuenca).

INVIAS. (2013). Manual de drenaje para carreteras. Colombia: Ministerio de transporte.

INVIAS. (2017). Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella. Colombia.

Ley 1682 de 2013. Art. 2 de noviembre de 2013. Colombia.



RANGEL SUÁREZ, J. L. (2018). Contribuir con la inspección presencial y registro de información del desarrollo diario de cada obra donde se asigne mi presencia, para así garantizar con las especificaciones del proyecto, así como con unas adecuadas condiciones de calidad y con la normativa aplicable OM INGENIERIA LTDA.

REBOLLEDO, R. J., & Javier, R. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Universidad Austral de Chile.



VARGAS ESPINOSA, F. A., CARREÑO GONZALEZ, J. A., & Uhia Rojas, F. A. (2019). Implementación de la guía de diseño de pavimentos con placa huella para la habilitación de la movilidad de la comunidad de la vereda Choopal en el municipio de Restrepo Meta.

ANEXOS

Anexo A. Inspección visual


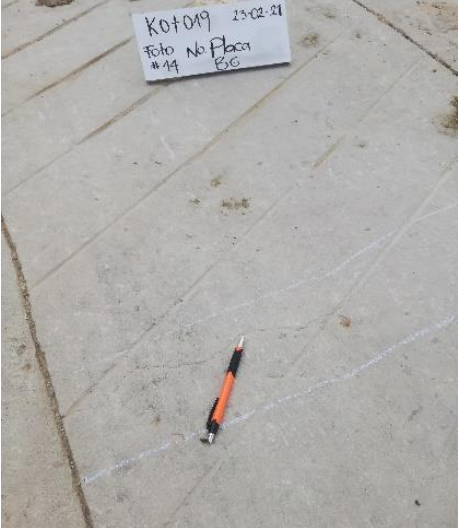
Tipo de deterioro							
PLACA	Tipo	Sever	Daño		Área afectada	% de daño con respecto a la placa	Foto
			Largo	Ancho	Largo*Ancho		
PLACA No.1A	DI	M	2,8	0,9	2,52	100%	
PLACA No.1B	DI	B	2,8	0,9	2,52	100%	


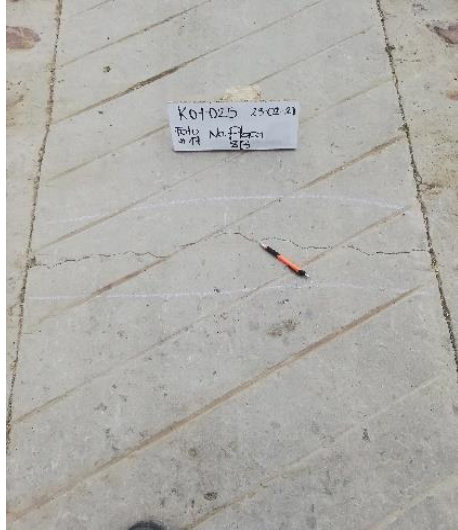
PLACA No.2A	DI	M	2,8	0,9	2,52	100%	
PLACA No.2B	DI	M	2,8	0,9	2,52	100%	

PLACA No.3A	DI	M	2,8	0,9	2,52	100%	
PLACA No.3B	DI	M	2,8	0,9	2,52	100%	


PLACA No.4A	DI	M	2,8	0,9	2,52	100%	
	GE	B	0,1	0,2	0,02	0,79%	


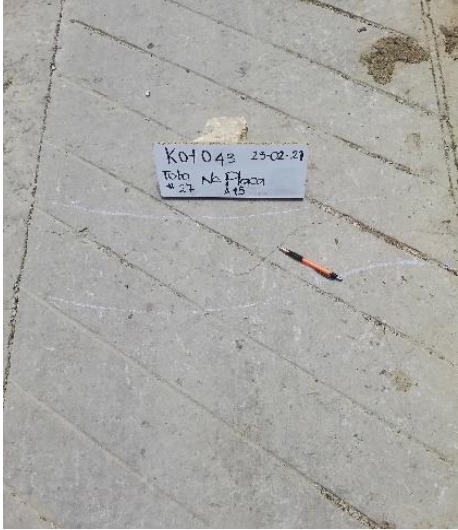
PLACA No.4B	DI	B	2,8	0,9	2,52	100%	
	GE	B	0,1	0,2	0,02	0,79%	

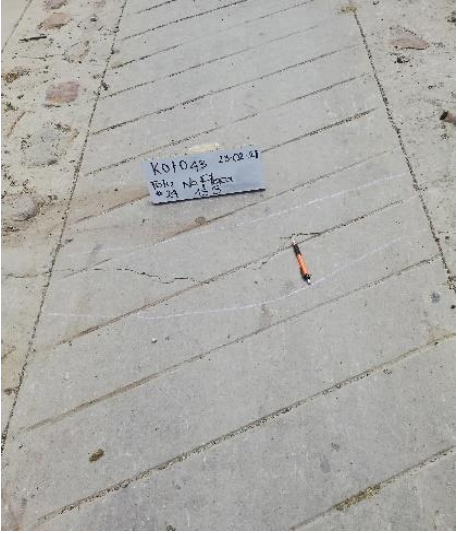
PLACA No.5A	DI	B	2,8	0,9	2,52	100%	
PLACA No.6B	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	


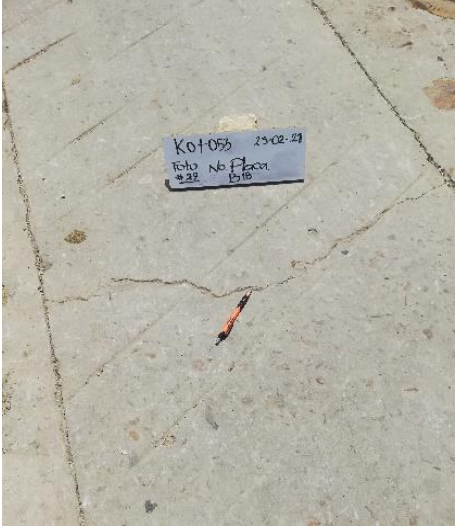
PLACA No.8A	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	
PLACA No.8B	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	



<p>PLACA No.9B</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>0,9</p>	<p>0,6</p>	<p>0,54</p>	<p>21%</p>	
<p>PLACA No.12A</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>2,45</p>	<p>0,6</p>	<p>1,47</p>	<p>58%</p>	



	PU	B	2,8	0,9	2,52	100%	
PLACA No. 14A	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	 <p>A photograph showing a concrete slab with a label and a pen for scale. The label contains the text: KOTOD 25x2 27, 1010, No. Placa, # 25, 24. The slab is marked with white lines and has a crack visible.</p>



<p>PLACA No. 14B</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>0,9</p>	<p>0,6</p>	<p>0,54</p>	<p>21%</p>	
<p>PLACA No. 15A</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>0,9</p>	<p>0,6</p>	<p>0,54</p>	<p>21%</p>	



PLACA No. 15B	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	
PLACA No. 16A	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	



PLACA No. 16B	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	
PLACA No. 18B	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	


PLACA No. 20A	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	
PLACA No. 22A	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	

<p>PLACA No. 22B</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>0,9</p>	<p>0,6</p>	<p>0,54</p>	<p>21%</p>	
<p>PLACA No. 23B</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>1,35</p>	<p>0,6</p>	<p>0,81</p>	<p>32%</p>	

<p>PLACA No. 25A</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>1,8</p>	<p>0,6</p>	<p>1,08</p>	<p>43%</p>	
<p>PLACA No. 29A</p>	<p>FR</p>	<p>B</p>	<p>2,8</p>	<p>0,6</p>	<p>1,68</p>	<p>67%</p>	

<p>PLACA No. 33A</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>2,8</p>	<p>0,6</p>	<p>1,68</p>	<p>67%</p>	
<p>PLACA No. 39A</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>2,8</p>	<p>0,6</p>	<p>1,68</p>	<p>67%</p>	

<p>PLACA No. 42A</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>0,9</p>	<p>0,6</p>	<p>0,54</p>	<p>21%</p>	
<p>PLACA No. 42B</p>	<p>GT</p>	<p>B</p>	<p>0,9</p>	<p>0,6</p>	<p>0,54</p>	<p>21%</p>	

PLACA No. 48A	DI	B	2,8	0,9	2,52	100%	
PLACA No. 48B	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	

PLACA No. 52A	GT	B	0,9	0,6	0,54	21%	
---------------------	----	---	-----	-----	------	-----	--

Anexo B. Captura de información formato para la inspección visual de pavimento rígido

ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003



FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTO RIGIDO



TERRITORIAL: _____ FECHA: 23-02-21 CONCESIÓN:

CÓDIGO DE LA VÍA: _____ CONTRATO NO.: _____ MANTENIMIENTO INTEGRAL: HOJA ___ DE ___

NOMBRE DE LA VÍA: Paseo Venegas LEVANTADO POR: _____ A.M.V.:

Alto de quimba.

ABSCISA	No. Placa	Dimensiones de la Losa		TIPO DE DETERIORO				Foto	ACLARACIONES	
		#	Letra	Largo	Ancho	Tipo	Sever			Daño
K0+115	40 A	5,00	0,20	GT	B	0,20			43	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+113	39 A	2,80	0,90	GT	B	0,90			42	Grieta transversal
K0+098	39 A	2,80	0,90	GT	B	0,90			41	Grieta transversal
K0+081	33 A	5,00	0,20	GT	B	0,20			40	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+086	30 P	2,80	0,90	GT	B	0,90			39	Fisuración por retracción o por tipo de malla
K0+079	29 A	2,80	0,90	GT	B	1,80			38	Grieta transversal
K0+068	25 A	2,80	0,90	GT	B	1,35			37	Grieta transversal
K0+060	23 B	2,80	0,90	GT	B	0,90			36	Grieta transversal
K0+065	22 B	2,80	0,90	GT	B	0,90			35	Grieta transversal
K0+059	22 A	2,80	0,90	GT	B	0,90			34	Grieta transversal
K0+059	20 B	5,00	0,20	GT	B	0,20			33	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+052	20 A	2,80	0,90	GT	B	0,90			32	Grieta transversal
K0+046	18 B	2,80	0,90	GT	B	0,90			31	Grieta transversal
K0+046	16 B	2,80	0,90	GT	B	0,90			30	Grieta transversal
K0+046	16 A	2,80	0,90	GT	B	0,90			29	Grieta transversal
K0+043	15 A	2,80	0,90	GT	B	0,90			28	Grieta transversal
K0+043	15 B	2,80	0,90	GT	B	0,90			27	Grieta transversal
K0+043	14 AB	5,00	0,20	GT	B	0,20			26	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+040	14 A	2,80	0,90	GT	B	0,90			25	Grieta transversal
K0+040	14 B	2,80	0,90	GT	B	0,90			24	Grieta transversal
K0+034	12 A	2,80	0,90	GT	B	2,80	0,90		23	Fulminante general en la superficie
K0+034	12 A	2,80	0,90	GT	B	2,95			22	Grieta transversal
K0+025	9 B	2,80	0,90	GT	B	0,90			21	Grieta transversal
K0+025	8 AB	5,00	0,20	GT	B	0,20			20	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+025	8 A	2,80	0,90	GT	B	0,90			19	Grieta transversal
K0+019	7 B	2,80	0,90	GT	B	0,90			18	Grieta transversal
K0+019	7 A	5,00	0,20	GT	B	0,20			17	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+019	6 B	5,00	0,20	GT	B	0,20			16	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+016	5 A	2,80	0,90	DI	B	2,80			15	Grieta transversal
K0+012	4 AB	5,00	0,20	GT	B	0,20			14	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+012	4 B	2,80	0,90	GE	B	0,90			13	Grieta transversal
K0+012	4 A	2,80	0,90	DI	B	2,80	0,90		12	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+012	4 A	2,80	0,90	GE	B	0,1			11	Desintegración
K0+012	4 A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90		10	Grieta espina de la placa
K0+009	3 B	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90		9	Desintegración
K0+009	3 B	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90		8	Desintegración
K0+009	3 A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90		7	Desintegración
K0+006	2 AB	5,00	0,20	GT	B	0,20			6	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+003	2 B	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90		5	Desintegración
K0+003	2 A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90		4	Desintegración
K0+003	2 B	5,00	0,20	GT	B	0,20			3	Hallazgo (fisura transversal rostra)
K0+000,20	1 B	2,80	0,90	DI	B	2,80	0,90		2	Desintegración
K0+000,20	1 A	2,80	0,90	DI	M	2,80	0,90		1	Desintegración

Observaciones:

Numero de caladas: _____ PR Inicial: _____ Ancho de bente: _____
Numero de caladas por calada: _____ PR Final: _____ Espesor de la losa: _____

ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003



FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTO RÍGIDO



TERRITORIAL: _____ FECHA: 23-02-21 CONCESIÓN

CÓDIGO DE LA VÍA _____ CONTRATO No: _____ MANTENIMIENTO INTEGRAL HOJA ___ DE ___

NOMBRE DE LA VÍA Paso Vargas LEVANTADO POR: _____ A.M.V.

Alto de Quemba

ABSCISA	No Placa		Dimensiones de la Losa		TIPO DE DETERIORO						ACLARACIONES		
	#	Letra	Largo	Ancho	Tipo	Sever	Daño		Reparación			Foto	
							Largo	Ancho	Largo	Ancho			
K0+121	42	B	2,80	0,40	GT	B	0,70					45	Grleta transversal
K0+121	42	A	2,80	0,40	GT	B	0,70					44	Grleta transversal