



Universidad
Nacional de
Ingeniería

Facultad de Tecnología de la Construcción

“PATOLOGIA Y MANTENIMIENTO VIAL EN PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUINADO), CARRETERA COMALAPA-CAMOAPA (12.41KM)”.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Álvaro José Traña
Carnet: 2004-20958

Tutor:

Ing. José Hernández Hernández

13 de noviembre de 2023
Managua, Nicaragua

Dedicatoria

A **Dios** por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día y poder concluir esta etapa de mi vida, además de su infinita bondad y amor.

A **mi madre**, la cual fue un apoyo incondicional desde que inicié mis estudios a corta edad, guiándome e impartíendome valores con el fin de hacer de su hijo una persona grata e importante ante los ojos de la sociedad.

A **mi padre**, q.e.p.d, por contribuir en la formación de mi educación y quien me impartió su fortaleza, seguridad y perseverancia frente a los problemas y dificultades que se presentan en la vida, brindándome valores de honestidad y responsabilidad, este logro va por ti.

A **mi hijo** quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para él.

A **mis profesores** los cuales fueron grandes mentores que aportaron sus conocimientos para formarme y que gracias a su contribución han hecho realidad este proyecto.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto; por haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos.

Agradezco a mi madre por haberme apoyado en todo momento; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

De una manera muy especial al MSc. Ing. José Hernández, tutor de esta monografía, por ofrecerme, con profesionalismo y amistad, su invaluable ayuda en etapas de dudas e incertidumbre mismas que hubiesen sido limitantes para completar este trabajo.

Finalmente, a todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar este trabajo monográfico, mil y mil gracias.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción.....	01
1.2 Antecedentes.....	04
1.3 Justificación.....	05
1.4 Objetivos.....	06
1.4.1 Objetivo General.....	06
1.4.2 Objetivos Específicos.....	06

CAPITULO II PATOLOGIA DE DAÑOS SUPERFICIALES EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO

2.1 Pavimento.....	07
2.1.1 Pavimentos articulados (adoquinado)	08
2.2 Patología en pavimento articulado.....	12
2.2.1 Depresiones.....	13
2.2.2 Abultamiento.....	15
2.2.3 Ahuellamientos.....	15
2.2.4 Escalonamiento entre adoquines.....	16
2.2.5 Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos (vigas).....	17
2.2.6 Desplazamiento de juntas.....	18
2.2.7 Fracturamiento de adoquines.....	19
2.2.8 Desgaste superficial de adoquines.....	21
2.2.9 Desplazamiento de borde.....	22
2.2.10 Adoquines faltantes (Baches)	23
2.2.11 Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo)	24
2.2.12 Fracturamiento de confinamientos internos (vigas)	25
2.2.13 Ancho excesivo de juntas.....	26
2.2.14 Pérdida de arena y bombeo.....	27

2.2.15 Vegetación en la Calzada.....	28
--------------------------------------	----

CAPITULO III INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS EN EL TRAMO EN ESTUDIO

3.1 Introducción.....	31
3.2 Inventario de daños.....	31
3.2.1 Inventario de Depresiones.....	32
3.2.2 Inventario de Abultamiento o hundimiento.....	33
3.2.3 Inventario de ahuellamiento	33
3.2.4 Inventario de escalonamiento entre adoquines.....	35
3.2.5 Inventario de escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos (vigas)	36
3.2.6 Inventario de desplazamiento de juntas.....	37
3.2.7 Inventario de fracturamiento de adoquines.....	38
3.2.8 Inventario de desgaste superficial de adoquines.....	39
3.2.9 Inventario de desplazamiento de borde.....	40
3.2.10 Inventario de adoquines faltantes (baches)	40
3.2.11 Inventario de fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).....	41
3.2.12 Inventario de fracturamiento de confinamientos internos (vigas).....	43
3.2.13 Inventario de ancho excesivo de juntas.....	44
3.2.14 Inventario de pérdida de arena y bombeo.....	45
3.3 Evaluación de las patologías de daños superficiales encontradas en el tramo en estudio.....	46

CAPITULO IV PROPUESTA DE MANTENIMIENTO A LA CARPETA DE RODAMIENTO

4.1 Introducción.....	64
4.2 Propuesta de Mantenimiento Vial.....	64
4.2.1 Reposición de adoquín.....	64

4.2.2 Remoción y conformación de adoquín.....	67
4.2.3 Sello de adoquín con arena.....	69
4.2.4 Construcción de Bordillo de Concreto.....	70
4.2.5 Construcción de Viga de concreto.....	71

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	72
4.2 Recomendaciones.....	73

BIBLIOGRAFIA.....	75
--------------------------	-----------

ANEXOS.....	I
--------------------	----------

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. Granulometría de la Arena de Cama.....	09
Tabla No. 2. Resistencia del adoquín.....	10
Tabla No. 3. Granulometría de la Arena para sello de juntas de adoquín.....	11
Tabla No. 4. Resistencia del concreto para bordillo.....	11
Tabla No. 5. Separación entre vigas transversales.....	12
Tabla No. 6. Clasificación General de Deterioros de los Pavimentos Articulados.....	13
Tabla No. 7 Depresiones localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	32
Tabla No. 8 Abultamiento localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	33
Tabla No. 9 Ahuellamiento localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	34
Tabla No. 10 Escalonamiento entre adoquines localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	35
Tabla No. 11 Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos (vigas) localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).....	36
Tabla No. 12 Desplazamiento de juntas localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	37
Tabla No. 13 Fracturamiento de adoquines localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	38
Tabla No. 14 Desgaste superficial de adoquines localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	39
Tabla No. 15 Desplazamiento de borde localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	40
Tabla No. 16 Adoquines faltantes localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	41

Tabla No. 17 Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo) localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).....	42
Tabla No. 18 Fracturamiento de confinamientos internos (vigas) localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	43
Tabla No. 19 Ancho excesivo de juntas localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	44
Tabla No. 20 Pérdida de arena y bombeo localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)	45
Tabla No. 21 Muestra 1, estación 114+436 a 115+000.....	47
Tabla No. 22 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 01.....	48
Tabla No. 23 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	49
Tabla No. 24 Muestra 2, estación 115+000 a 116+000.....	50
Tabla No. 25 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 02.....	50
Tabla No. 26 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	51
Tabla No. 27 Muestra 3, estación 116+000 a 117+000.....	52
Tabla No. 28 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 03.....	52
Tabla No. 29 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	53
Tabla No. 30 Muestra 4, estación 117+000 a 118+000.....	54
Tabla No. 31 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 04.....	55
Tabla No. 32 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	56
Tabla No. 33 Muestra 5, estación 118+000 a 119+000.....	56
Tabla No. 34 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 05.....	57
Tabla No. 35 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	58
Tabla No. 36 Muestra 6, estación 119+000 a 120+000.....	58
Tabla No. 37 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 06.....	59
Tabla No. 38 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	60
Tabla No. 39 Muestra 7, estación 120+000 a 121+000.....	60
Tabla No. 40 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 07.....	61
Tabla No. 41 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	62

Tabla No. 42 Muestra 8, estación 121+000 a 122+000.....	62
Tabla No. 43 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 08.....	63
Tabla No. 44 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	64
Tabla No. 45 Muestra 9, estación 122+000 a 123+000.....	65
Tabla No. 46 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 09.....	66
Tabla No. 47 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	67
Tabla No. 48 Muestra 10, estación 123+000 a 124+000.....	67
Tabla No. 49 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 10.....	68
Tabla No. 50 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	69
Tabla No. 51 Muestra 11, estación 124+000 a 125+000.....	69
Tabla No. 52 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 11.....	70
Tabla No. 53 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	71
Tabla No. 54 Muestra 12, estación 125+000 a 126+000.....	71
Tabla No. 55 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 12.....	72
Tabla No. 56 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	73
Tabla No. 57 Muestra 13, estación 126+000 a 126+778.20.....	73
Tabla No. 58 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 13.....	74
Tabla No. 59 Porcentaje del área afectada por el deterioro.....	75
Tabla No. 60 Resumen de la evaluación de los daños en base a las observaciones directas de campo realizada, causa y nivel de deterioro.....	76

INDICE DE IMAGENES

Imagen No. 1. Macrolocalización del tramo de carretera Comalapa-Camoapa (12.41km).....	02
Imagen No. 2. Macrolocalización del tramo de carretera Comalapa-Camoapa (12.41km)	03
Imagen No. 3. Estructura integral del pavimento.....	07
Imagen No. 4. Capas en pavimentos de adoquín.....	08
Imagen No. 5 Depresión.....	14
Imagen No. 6. Abultamiento.....	15
Imagen No. 7. Ahuellamiento.....	16
Imagen No. 8. Escalonamiento entre adoquines.....	17
Imagen No. 9. Escalonamiento entre adoquines y confinamientos (vigas)	18
Imagen No. 10. Desplazamiento de juntas.....	19
Imagen No. 11. Fracturamiento de adoquines.....	20
Imagen No. 12. Desgaste superficial de adoquines.....	21
Imagen No. 13. Desplazamiento de borde.....	22
Imagen No. 14. Adoquines faltantes (baches).....	23
Imagen No. 15. Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo)	24
Imagen No. 16. Fracturamiento de confinamientos internos (vigas)	25
Imagen No. 17. Ancho excesivo de juntas.....	26
Imagen No. 18. Pérdida de arena y bombeo.....	27
Imagen No. 19. Vegetación en la Calzada.....	28
Imagen No. 20 y No. 21: Depresiones localizadas en estación 114+481 y 120+256.....	32
Imagen No. 22 y No. 23: Abultamiento o hundimiento localizadas en estación 121+400 y 122+300.....	33
Imagen No. 24 y No. 25: Ahuellamiento localizadas en estación 114+964 y 120+115.....	34
Imagen No. 26 y No. 27: Escalonamiento entre adoquines localizadas en estación 117+722.5 y 119+660.....	35

Imagen No. 28 y No. 29: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos (vigas) localizadas en estación 123+500 y 126+939.....	36
Imagen No. 30: Desplazamiento de juntas localizadas en estación 121+800.....	37
Imagen No. 31 y No. 32: Fracturamiento de adoquines localizadas en estación 116+646 y 124+520.....	38
Imagen No. 33 y No. 34: Desgaste superficial de adoquines localizadas en estación 119+443 y 125+800.....	39
Imagen No. 35: Desplazamiento de borde localizadas en estación 125+950.....	40
Imagen No. 36 y No. 37: Adoquines faltantes localizadas en estación 120+210 y 122+650.....	41
Imagen No. 38: Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo) localizado en estación 126+120.....	42
Imagen No. 39 y No. 40: Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo) localizado en estación 117+822 y 123+258.....	44
Imagen No. 41 y No. 42: Ancho excesivo de juntas localizado en estación 116+025 y 121+070.....	45
Imagen No. 43 y No. 44: Pérdida de arena y bombeo localizado en estación 114+975 y 117+724.....	46

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo está orientado a identificar los tipos de deterioro superficiales que sufre el pavimento articulado (adoquinado), en el tramo de carretera Comalapa – Camoapa.

En este trabajo se abordaron cinco capítulos; donde cada uno está constituido por un tema específico.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

Este capítulo aborda las generalidades del tema; tales como: introducción, antecedentes, justificación del trabajo monográfico y objetivos (objetivo general y objetivos específicos).

CAPITULO II: PATOLOGIA DE DAÑOS SUPERFICIALES EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO

Incluye definiciones de pavimento, se describe la función de cada uno de los elementos que conforman la superficie de rodamiento, se define los diferentes tipos de patologías en pavimento articulados.

CAPITULO III: INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS EN EL TRAMO EN ESTUDIO

Este capítulo comprende el inventario de cada uno de los daños encontrados en el pavimento, así como la evaluación de los diferentes tipos de deterioros encontrados a lo largo del tramo de carretera Comalapa-Camoapa.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DE LA CARPETA DE RODAMIENTO

Se dan a conocer las acciones que se necesita para atender los daños en el pavimento de acuerdo al tipo de daño y nivel de severidad, donde se hace una propuesta de la actividad de mantenimiento a ejecutarse la cual depende del tipo de deterioro presente en el pavimento.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se integran las conclusiones derivadas del tema donde se sintetiza el resultado obtenido del inventario realizado mediante la inspección de campo. Las recomendaciones a tomar en cuenta al momento de realizar el mantenimiento rutinario.

Al final, se integran las diferentes bibliografías consultadas y los anexos utilizados para el inventario vial y diagrama de línea de los diferentes tipos de deterioros encontrados en el tramo de carretera Comalapa-Camoapa.

CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

La evaluación del estado y la condición de una carretera es parte fundamental en un sistema de gestión de infraestructura vial, para garantizar la continuidad de ésta en el tiempo, brindando un servicio cómodo, rápido, seguro y económico a los usuarios. Es por esta razón, que realizar la evaluación de una carretera es una necesidad para poder determinar las posibles deficiencias y constar con una superficie que elimine las irregularidades en el pavimento articulado realizando labores de mantenimiento vial, y de esta forma, garantizar la buena prestación del servicio. Cada clase de pavimento presenta unos deterioros típicos. Se necesita hacer una unificación de criterios y procedimientos para poder cuantificar y reparar estos deterioros de manera fácil y eficaz, la disponibilidad de un inventario de daños es una gran ayuda para el ingeniero al momento de identificar, evaluar y cuantificar los diversos daños con que cuenta un tramo de vía y luego tomar medidas correctivas y/o preventivas, lo que hace evidente la necesidad de investigar en este tema.

En Nicaragua el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV) es la entidad responsable de la preservación del patrimonio vial del país, teniendo entre sus funciones la de ejecutar las distintas obras de conservación que requiere la red vial. La mejor forma de identificar las fallas del pavimento y determinar por qué se han producido, es mediante un reconocimiento deseablemente una vez al año, en él se debe identificar el tipo, severidad y magnitud de cada falla, también se debe tratar de determinar si el diseño del pavimento, la carga soportada, el agua, la temperatura, los materiales del pavimento o la construcción fueron la causa de la falla.

1.1.1 Ubicación y Localización del Proyecto

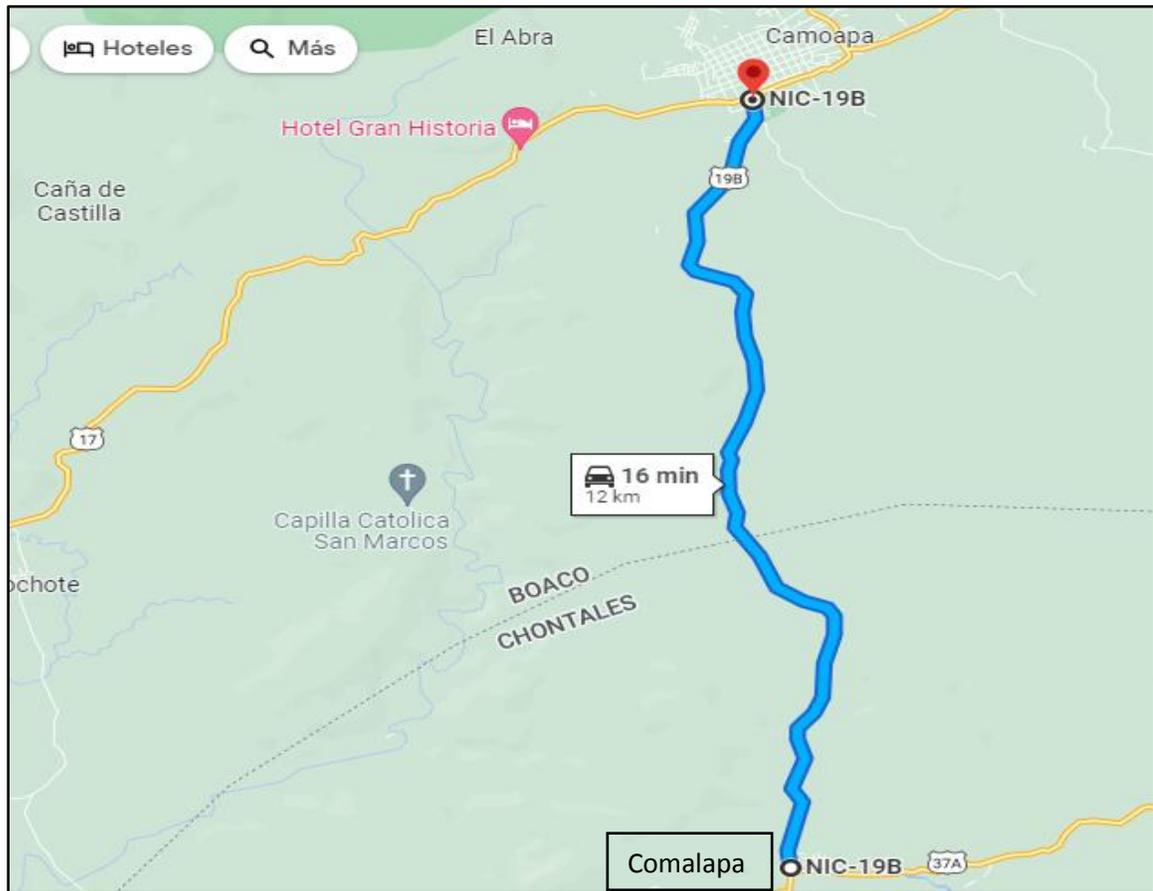
El tramo en estudio está ubicado en la carretera Comalapa - Camoapa y tiene una longitud de 12.41 Km; este se encuentra ubicado en V región en los departamentos de Chontales y Boaco, el tramo tiene su inicio en la estación 114+481 cuyas coordenadas geodésicas son respectivamente ((12°22'44.7" Norte, 85°30'51.2" Oeste) (12.37907119, -85.51422265)) y su fin en la estación 126+891 ((12°17'11.9" Norte, 85°30'38.6" Oeste) (12.286650, -85.510721)), Ver imagen No. 1.

Imagen No. 1. Macrolocalización del tramo de carretera Comalapa-Camoapa (12.41km).



Fuente: Informe Mensual de Supervisión, Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No. 2-2022, Grupo 62, Tramo: Comalapa-Camoapa (Long. 12.41km).

Imagen No. 2. Macrolocalización del tramo de carretera Comalapa-Camoapa (12.41km).



Fuente: Google (s.f). [Direcciones de Google Maps para conducir desde Camoapa, Boaco hasta Comalapa, Chontales]. Recuperado el 11 de abril de 2023, de <https://bit.ly/VerMapsComalapa-Camoapa>

1.2 Antecedentes

El tramo de carretera Comalapa-Camoapa tiene una longitud de 12.41km de pavimento articulado (adoquinado) fue construido en el año 2014 incorporándose de esta manera a los 1,269.72km de la red vial pavimentada con este tipo de pavimento para el año 2015. En los últimos años este tipo de pavimento ha venido creciendo, alcanzando para el año 2020 una longitud de 1,670.02km lo que significa un incremento de 31.53% con respecto al año 2015.

De acuerdo a inventario realizado en el país en el año 2020 la Red Vial Nacional registró un total de 4,838.37km. de carretera pavimentada, de la cual las carreteras de pavimento articulado (adoquinado) representaban el 34.52% de ese total de carretera pavimentada en el país (MTI, 2020, p.34).

En Nicaragua, la utilización de los adoquines en la pavimentación de las vías ha venido incrementándose en los últimos años como mencioné en el párrafo anterior, retomando la experiencia que inició en 1972 después del terremoto de Managua. Esta modalidad de pavimentos se inicia con el diseño y la construcción de los 31.70 km. de la carretera Empalme Santa Rita – Empalme Masachapa, realizada en el lapso de seis años (1972 – 1977); fue diseñada, construida y supervisada de forma directa por el entonces Ministerio de Obras Públicas, actualmente Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

Hasta el año 2020 se tiene inventario de la construcción de un total de 1,670.02 km de Adoquinado como ya mencionaba anteriormente, y en el presente año el MTI está en proceso de construcción de aproximadamente 170 km (Ochomogo - Las Salinas 29km; San Francisco Libre-Los Zarzales 28km; San José de los Remates-La cañada 9km; Cuapa - La Libertad 49km; Estelí - El Sauce 40km; Emp. Esquipulas-San Dionisio 15 km) de carretera con este tipo de pavimento.

1.3 Justificación

En Nicaragua a nivel nacional existen tramos de carreteras pavimentadas que se requieren habilitarlo y se deben incluir en la red vial mantenible para mejorar las condiciones de servicio y así disminuir los costos de operación vehicular y tiempos de viaje, dentro de esta red vial con el propósito de disminuir el deterioro de la carretera pavimentada se deben considerar Obras de Mantenimiento.

El tramo en estudio tiene una longitud de 12.41 km, el cual está conformado por una superficie de rodamiento pavimentada con adoquín, posee una sección típica media de 6.20 m de ancho.

El nivel de deterioro que presenta este tramo requiere de la ejecución de actividades que reviertan el daño generado en la superficie de rodamiento considerando obras que garanticen mejores condiciones de servicio y disminución del tiempo de viaje.

La presente investigación surge debido a la inexistencia en el país de una clasificación de daños y de una metodología para la evaluación y cuantificación del estado y sus posibles soluciones que pueda dársele a un pavimento articulado.

Con esta investigación se pretende identificar los daños del pavimento con base en las observaciones directas de campo realizadas por el autor considerando como ejemplo el tramo de carretera Comalapa-Camoapa de estructura de pavimento articulado. A los distintos daños encontrados en el trabajo de campo, se les hará su respectiva identificación, su descripción, sus posibles causas, forma de medición, niveles de severidad, medidas generales de reparación, además fotos del daño para facilitar su interpretación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Identificar la patología y propuesta de mantenimiento vial en pavimento articulado (adoquinado), carretera Comalapa-Camoapa (12.41km).

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar un inventario de los daños superficiales existentes en el pavimento a lo largo del tramo en estudio.
- Evaluar los daños en base a las observaciones directas de campo realizadas en este tipo de estructura de pavimentos articulados (adoquinado) en el tramo de carretera Comalapa-Camoapa.
- Presentar propuesta de mantenimiento en función de los daños observados en el inventario realizado en el tramo de carretera Comalapa-Camoapa.

CAPITULO 2
PATOLOGIA DE DAÑOS
SUPERFICIALES EN LA
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO
ARTICULADO

2.1 Pavimento

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales, que se diseñan y constituyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierra en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas de tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura de pavimento (Mocondino, 2020, p.3).

Imagen No. 3. Estructura integral del pavimento.



Fuente: Ing. Claudio Giordani e Ing. Diego Leone. Pavimentos. P.3.

Estructura integral de un pavimento: sub-rasante, sub-base, base y capeta colocada encima de la rasante y destinada a sostener las cargas vehiculares.

➤ Características de un pavimento

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir las siguientes condiciones:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes del intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de

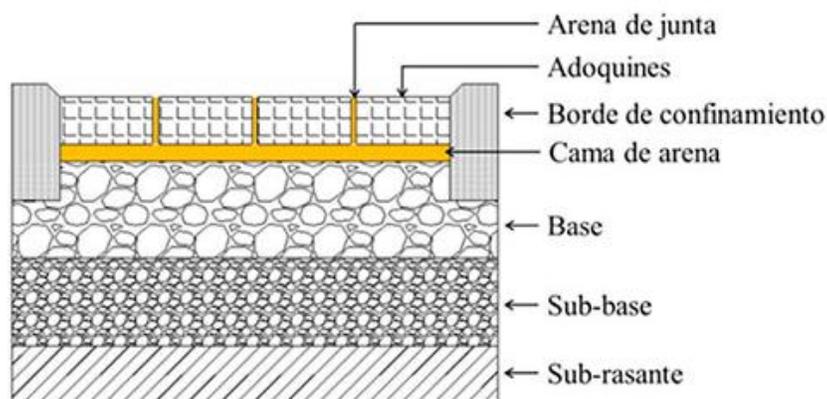
circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe de ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.

- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permiten una adecuada comodidad a los usuarios.
- Debe ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior que influyen en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.
- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito (Mocondino, 2020, p.3).

2.1.1 Pavimentos articulados (adoquinado)

Los pavimentos articulados (adoquinados) están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloque de concreto prefabricado, llamados adoquines de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa de base granular o directamente sobre a subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circular por dicho pavimento (Mocondino, 2020, p.3).

Imagen No. 4. Capas en pavimentos de adoquín.



Fuente: Bahamondes, R. (dic. 2013). Revista de la Construcción vol.12 no.3. Santiago.

Funciones de las capas de un pavimento articulado (adoquinado)

A. Capa de arena

La arena que servirá de colchón a los adoquines deberá ser arena lavada, dura, angular y uniforme y no deberá contener más del 3% (en peso) de limo, arcilla o de ambos. Su gradación será tal que pase totalmente por el tamiz N° 4 y no más del 15% sea retenido en el tamiz N° 10. El espesor de esta capa no deberá ser menor de 3 cm ni mayor de 5 cm (MTI, NIC 2019, p.397).

Tabla No. 1. Granulometría de la Arena de Cama.

Malla	Cama Arena	Especificaciones Técnicas
N° 4	90 - 100	NIC 2019 Sección 504.2.3
N° 8	75 - 100	
N° 16	50 - 95	
N° 30	25 - 60	
N° 50	10 - 30	
N° 100	0 - 15	
N° 200	0 - 5	

Fuente: Especificaciones generales de Caminos, Calles y Puentes. NIC 2019. P.397.

B. Adoquines

Elemento de concreto, prefabricado, con la forma de prisma recto, cuyas bases pueden ser polígonos, que permiten conformar superficies completas como componente de un pavimento articulado.

Los adoquines de concreto que se utilizan como superficie de rodamiento para el tráfico de vehículos livianos y pesados en carreteras, caminos secundarios, calles y estacionamientos, así como superficie para el tráfico peatonal y ciclovías, en todo el territorio nacional. Se incluyen además los procedimientos para el control de calidad, el uso, transporte y procedimientos para su instalación.

El adoquín a usarse, incluyendo las “cuchillas”, será el denominado TIPO TRAFICO, cuya resistencia característica a los 28 días no deberá ser menor que los siguientes valores (MTI, NIC 2019, p.393):

Tabla No. 2. Resistencia del adoquín.

Tipo	Uso	Resistencia mínima a los 28 días	Especificaciones Técnicas
I	Tráfico liviano	49.00 Mpa	NIC 2019 Sección 504.2.1
II	Tráfico pesado	34.30 Mpa	NIC 2019 Sección 504.2.1

Fuente: Especificaciones generales de Caminos, Calles y Puentes. NIC 2019. P.393.

El adoquín no deberá presentar en su superficie fisuras ni cascaduras ni cavidades, ni tener materiales extraños tales como piedras, trozos de madera o vidrio, embebidos en su masa. Las aristas deberán ser regulares y la superficie no deberá ser extremadamente rugosa. El tamaño de los adoquines deberá ser uniforme para evitar irregularidades o juntas muy anchas al ser colocados (MTI, NIC 2019, p.393).

C. Sello de adoquín con arena

Consiste en cero o arena natural, usado para rellenar las juntas de adoquines. Este material debe estar libre de impurezas y materia orgánica. Para el caso específico de la actividad de sello de adoquín con arena, el que se aplicará para eliminar vacíos existentes entre las juntas, dando mejor soporte a los adoquines, evitando que estos se desprendan de su sitio o que se fracturen, producto del tráfico vehicular. Se deberá considerar la eliminación de todo material inadecuado en las juntas (maleza, limo, arcilla o cualquier material orgánico), se colocarán de manera uniforme 0.035 m³/m² de material, siendo esparcido finalmente con cepillo de fibra, de manera que las juntas queden completamente llenas, debiendo retirar el material sobrante (MTI, NIC 2019, p.397).

Tabla No. 3. Granulometría de la Arena para sello de juntas de adoquín.

Malla	Arena para sello de juntas de adoquín	Especificaciones Técnicas
N° 4	100	NIC 2019 Sección 504.2.5
N° 8	100	
N° 16	90 - 100	
N° 30	60 - 90	
N° 50	30 - 60	
N° 100	5 - 30	
N° 200	0 - 15	

Fuente: Especificaciones generales de Caminos, Calles y Puentes. NIC 2019. P.397.

D. Bordillos Laterales

El adoquinado estará confinado en sus bordes laterales por bordillos o cunetas de concreto simple, cuyo objeto es el de proteger y respaldar debidamente al adoquinado (MTI, NIC 2019, p.397).

El concreto deberá alcanzar una resistencia mínima a la compresión, a los 28 días, de 20 MPa, determinada por medio de cilindros de prueba hechos de acuerdo con la norma AASHTO T 23 (MTI, NIC 2019, p.686).

Tabla No. 4. Resistencia del concreto para bordillo.

Material	Resistencia mínima a los 28 días	Especificaciones Técnicas
Bordillo de Concreto	20 Mpa	NIC 2019 Sección 901

Fuente: Especificaciones generales de Caminos, Calles y Puentes. NIC 2019. P.686.

E. Vigas Transversales de Contención

En caso de que la carretera disponga de pendientes superior al 8% se ejecutarán vigas transversales de contención para evitar los movimientos de las piezas, según la siguiente tabla (MTI, NIC 2019, p.397):

Tabla No. 5. Separación entre vigas transversales.

PENDIENTES	DISTANCIA ENTRE VIGAS TRANSVERSALES	Especificaciones Técnicas
0% - 8%	-	NIC 2019 Sección 504.2.6
8% - 12%	Cada 100 m	
12% - 15%	Cada 30 m	
15% - 20%	Cada 20 m	
20% - 25%	Cada 15 m	

Fuente: Especificaciones generales de Caminos, Calles y Puentes. NIC 2019. P.398.

2.2 Patología en pavimento articulado

Las patologías en el pavimento inician desde el mismo momento de su finalización y puesta en servicio, por lo que su funcionamiento (calidad) tiende a disminuir. El pavimento puede desarrollar daños sustanciales y eventualmente la pérdida prematura de sus funciones.

Para la identificación de las diferentes patologías se tomó como referencia la clasificación de los daños definidos en la herramienta informática SIGMAVIAL aplicación informática que es utilizada por el FOMAV para la actualización de inventario de daños en las carreteras del país, para evaluar los niveles de severidad se hizo el uso del SIECA 2010 aunque esta no define una manera clara como medir los niveles de severidad del daño identificado. También se tomó como referencia para la identificación de los daños la Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 9, No. 17, pp. 75-94.

Tabla No. 6. Clasificación General de Deterioros de los Pavimentos Articulados.

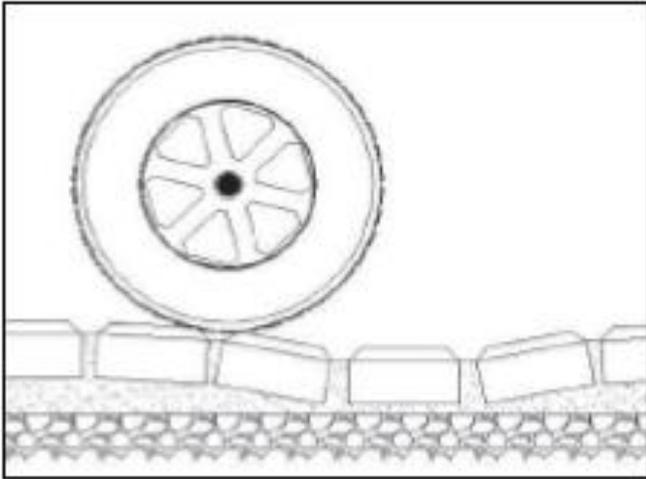
Clase	Tipo de Deterioro	Símbolo	Unidad
Deformaciones	Depresiones	DP	m ²
	Abultamiento	AB	m ²
	Ahuellamiento	AH	m ²
	Escalonamiento entre adoquines	EA	m ²
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos (vigas)	EAV	m ²
	Desplazamiento de juntas.	DJ	m ²
Fallas	Fracturamiento de adoquines.	FA	m ²
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA	m ²
	Desplazamiento de borde	DB	m ²
	Adoquines faltantes	AF	m ²
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB	m ³
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV	m ³
Juntas y otros	Ancho excesivo de juntas	AEJ	m ²
	Pérdida de arena y bombeo	PAB	m ²
	Vegetación en la Calzada	VC	m ²

Fuente: Elaboración propia

2.2.1 Depresiones

Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a ella, sin pérdida de material. Las depresiones son áreas localizadas ligeramente más bajas que la superficie del pavimento circundante (Sandoval, 2010, p.79).

Imagen No. 5 Depresión



Fuente: Sandoval, C. H. (julio 2010). Revista Ingenierías Universidad de Medellín vol.9 No. 17, pp. 75-94. Medellín-Colombia.

➤ **Causas**

- Asentamiento o consolidación en la subrasante.
- Fallas en la capa de arena cuando las partículas de ésta se degradan.
- Un inadecuado drenaje o la falta de mantenimiento de éste.
- Filtración de agua debido a ausencia de material sellante.
- Sobrecargas de los vehículos que transitan sobre la misma.
- Pérdida de la cama de arena.
- Deficiencia o ausencia de mantenimiento de los drenajes y/o subdrenajes.
- Deficiencia en la reparación de la estructura del pavimento por la instalación de servicios públicos (Sandoval, 2010, p.79).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja) flecha menor de 20 milímetros

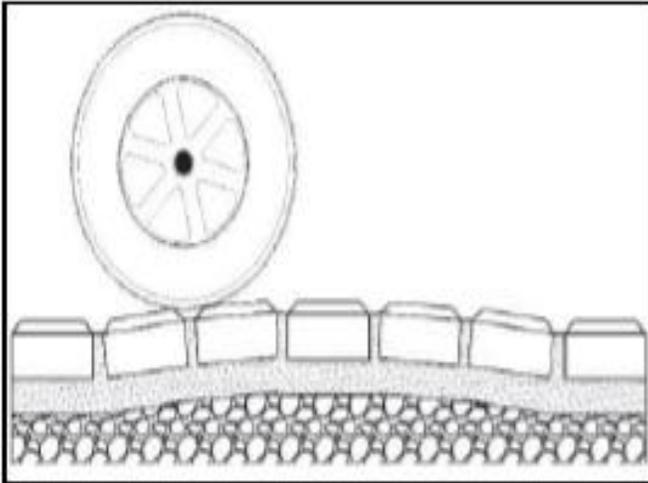
M (Media) flecha entre 20 y 40 milímetros

A (Alta) flechas mayores a 40 milímetros (Sandoval, 2010, p.79).

2.2.2 Abultamiento

Son levantamientos o protuberancias que se presentan en la superficie del pavimento (Sandoval, 2010, p.78).

Imagen No. 6. Abultamiento



Fuente: Sandoval, C. H. (julio 2010). Revista Ingenierías Universidad de Medellín vol.9 No. 17, pp. 75-94. Medellín-Colombia.

➤ **Causas**

- Generalmente se presentan en sub-rasantes con suelos expansivos (Sandoval, 2010, p.78).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja) flecha menor de 20 milímetros

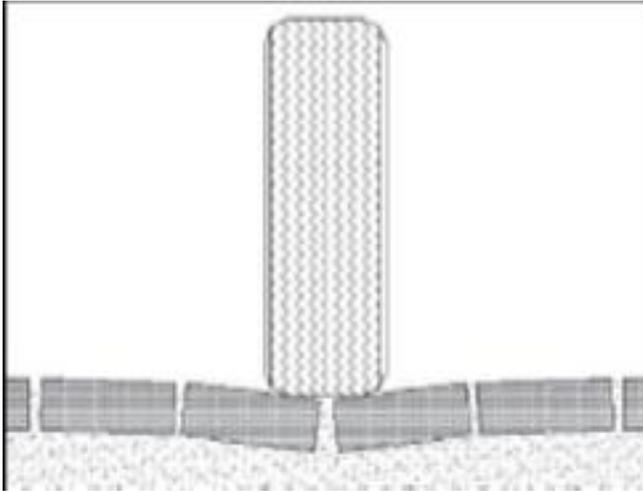
M (Media) flecha entre 20 y 40 milímetros

A (Alta) flechas mayores a 40 milímetros (Sandoval, 2010, p.78).

2.2.3 Ahuellamientos

Depresión que se presenta a lo largo del sentido del tráfico, bajo las huellas de los vehículos (Sandoval, 2010, p.79).

Imagen No. 7. Ahuellamiento



Fuente: Sandoval, C. H. (julio 2010). Revista Ingenierías Universidad de Medellín vol.9 No. 17, pp. 75-94. Medellín-Colombia.

➤ **Causas**

- Hundimientos causados por las cargas del tránsito.
- Consolidación de las capas subyacentes.
- Inadecuada compactación de las capas estructurales.
- Técnica de construcción pobre y un bajo control de calidad.
- Utilización de materiales no apropiados o de mala calidad.
- Sobrecargas y altos volúmenes de tránsito no previstos en el diseño original.
- Estacionamiento prolongado de vehículos pesados (Sandoval, 2010, p.79).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja) Profundidad menor de 20 milímetros

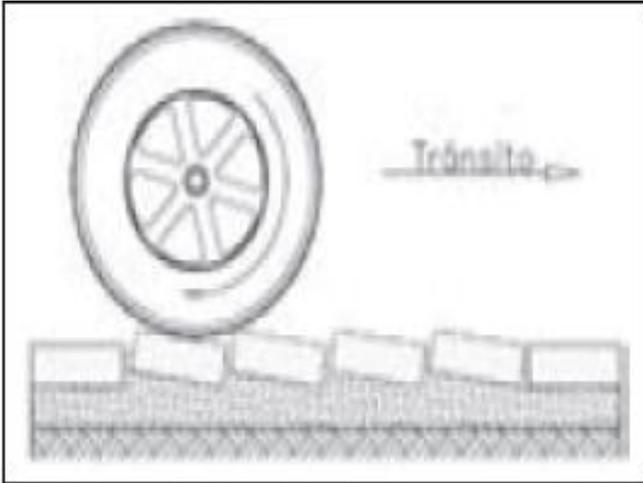
M (Media) Profundidad entre 20 y 40 milímetros

A (Alta) Profundidad mayores a 40 milímetros (Sandoval, 2010, p.79).

2.2.4 Escalonamiento entre adoquines

Es el cambio brusco de nivel entre hiladas de adoquines (Sandoval, 2010, p.83).

Imagen No. 8. Escalonamiento entre adoquines.



Fuente: Sandoval, C. H. (julio 2010). Revista Ingenierías Universidad de Medellín vol.9 No. 17, pp. 75-94. Medellín-Colombia.

➤ **Causas**

- Error constructivo, debido a la falta de control y/o precarias técnicas de construcción.
- Torsión ocasionada por las cargas del tránsito.
- El patrón de diseño de colocación de los adoquines no es el más apropiado (Sandoval, 2010, p.83).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja) La altura del desnivel es menor a 5 milímetros

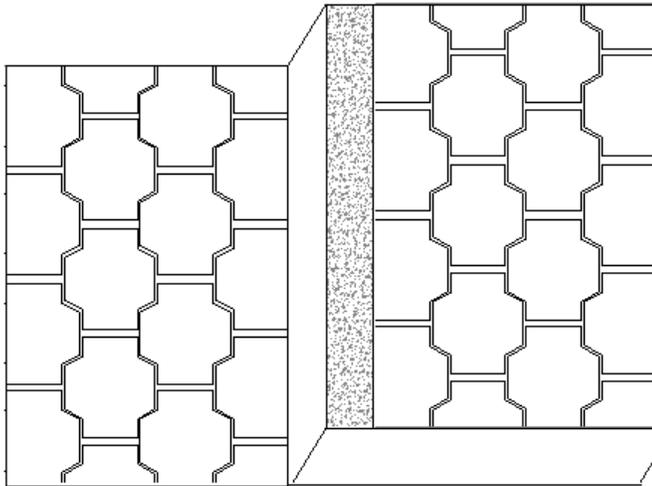
M (Media) La altura del desnivel está entre 5 milímetros y 10 milímetros

A (Alta) La altura del desnivel es mayor a 10 milímetros (Sandoval, 2010, p.84).

2.2.5 Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos (vigas)

Es el cambio brusco de nivel entre los elementos de confinamientos y los adoquines (Sandoval, 2010, p.84).

Imagen No. 9. Escalonamiento entre adoquines y confinamientos (vigas)



Fuente: Elaboración propia

➤ **Causas**

- Error constructivo.
- Debido a la variación del nivel superior del elemento de confinamiento con los adoquines al momento de construcción.
- La cota de rasante del adoquinado quedó a un nivel superior, o en su defecto, inferior al elemento de confinamiento cuando se construyó el adoquinado (Sandoval, 2010, p.84).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja) La altura del desnivel promedio es menor a 5 milímetros

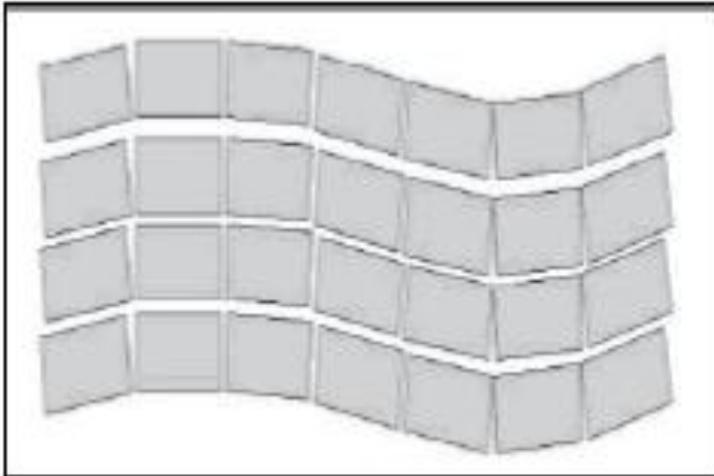
M (Media) La altura del desnivel promedio está entre 5 milímetros y 10 milímetros

A (Alta) La altura del desnivel promedio es mayor a 10 milímetros (Sandoval, 2010, p.84).

2.2.6 Desplazamiento de juntas

Los adoquines se apartan de su alineamiento inicial (Sandoval, 2010, p.81).

Imagen No. 10. Desplazamiento de juntas.



Fuente: Sandoval, C. H. (julio 2010). Revista Ingenierías Universidad de Medellín vol.9 No. 17, pp. 75-94. Medellín-Colombia.

➤ **Causas**

- En zonas de frenado.
- En sitios de alta pendiente.
- Falta de confinamientos (vigas) transversales o porque éstos no están a una distancia adecuada (Sandoval, 2010, p.81).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja) La separación promedio entre las aberturas de las juntas es menor de 5 milímetros.

M (Media) La separación promedio entre las aberturas de las juntas está entre 5 milímetros y 10 milímetros

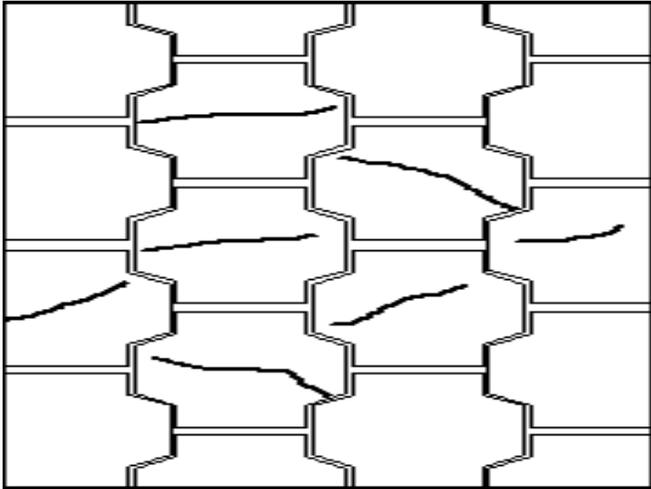
A (Alta) La separación promedio de las aberturas de las juntas es mayor a 10 milímetros (Sandoval, 2010, p.81).

2.2.7 Fracturamiento de adoquines

Es la aparición de fisuras y grietas en las piezas de adoquines. Cuando los fracturamiento llegan a evolucionar, ocurren pérdidas de material, formación de

concauidades e incrustación de objetos ajenos al pavimento (Sandoval, 2010, p.82).

Imagen No. 11. Fracturamiento de adoquines



Fuente: Elaboración propia

➤ **Causas**

- Inadecuado espesor de los adoquines.
- Inadecuado espesor de las capas de apoyo.
- Deficiencia en la calidad de los materiales de la capa de apoyo y/o de los adoquines.
- Paso de cargas extraordinarias.
- Pérdida de los materiales sellantes.
- Aflojamiento de los adoquines por acción del tránsito (Sandoval, 2010, p.82).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja) Fractura de adoquines de manera aislada. Área menor a 0.50 m².

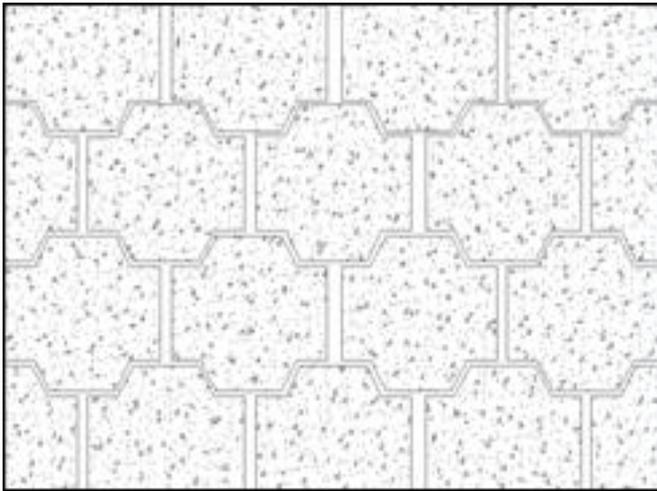
M (Media) Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Área igual a 0.50 m².

A (Alta) Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Se presenta pérdida de material, se forman concauidades que generan una textura rugosa. Área superior a 0.50 m² (Sandoval, 2010, p.82).

2.2.8 Desgaste superficial de adoquines

Es la pérdida de finos en la superficie del adoquín, creando una textura superficial rugosa, se forman cavidades y deja expuesto el agregado grueso (Sandoval, 2010, p.80).

Imagen No. 12. Desgaste superficial de adoquines



Fuente: Elaboración propia

➤ **Causas**

- Baja calidad y/o control en la fabricación en de los adoquines,
- Por la abrasión de las llantas,
- Exposición constante a flujos de aguas a presión.
- Por la colocación de material suelto por personas para ejercer la función de reductor de velocidad (Sandoval, 2010, p.80).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja) Desgaste superficial aislado. Área inferior a 0.50 m².

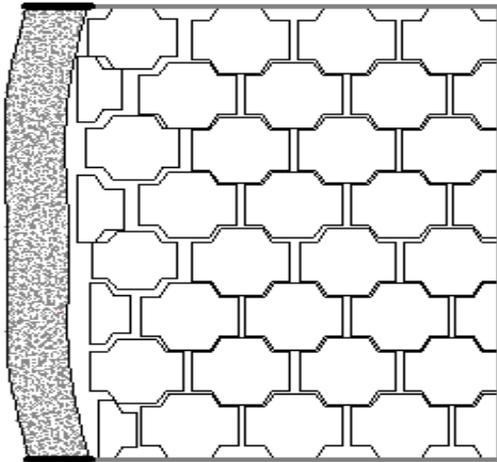
M (Media) Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, solamente con pérdida de finos. Área igual a 0.50 m².

A (Alta) Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, con pérdida de agregado grueso y formación de concavidades. Área superior a 0.50 m² (Sandoval, 2010, p.80).

2.2.9 Desplazamiento de borde

Son corrimientos localizados de los adoquines junto a los elementos de confinamiento (bordillo) (Sandoval, 2010, p.81).

Imagen No. 13. Desplazamiento de borde.



Fuente: Elaboración propia

➤ **Causas**

- Falla localizada en el lugar de construcción del elemento, inadecuada construcción y diseño del elemento de confinamiento.
- Por las cargas del tránsito (Sandoval, 2010, p.81).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja) Los adoquines aún están en su posición original y el desplazamiento de borde es menor a 2 cm.

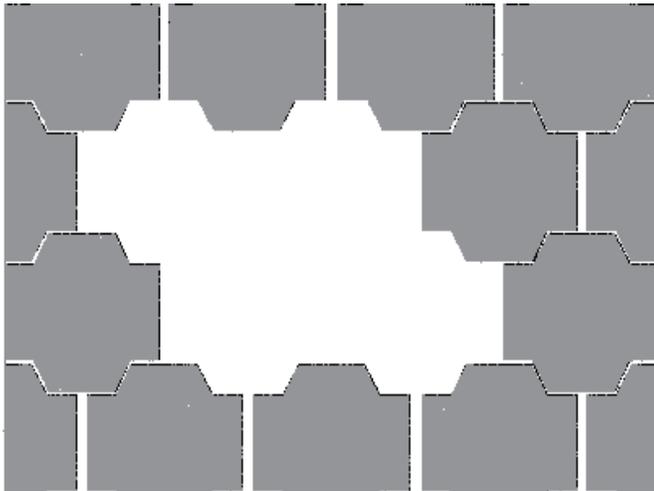
M (Media) Los adoquines se desplazaron de su posición original y el desplazamiento de borde está entre 2 cm y 5 cm.

A (Alta) Los adoquines se desplazaron de su posición original, algunas piezas ya se salieron del pavimento y el desplazamiento de borde es superior a 5 cm (Sandoval, 2010, p.81).

2.2.10 Adoquines faltantes (Baches)

Son áreas puntuales en la carretera pavimentada donde hace falta adoquines.

Imagen No. 14. Adoquines faltantes.



Fuente: Elaboración propia

➤ **Causas**

- Desprendimiento de adoquines por ancho excesivo en juntas y falta de sello de adoquín.
- Adoquines fracturados por la acción del tránsito.
- Aflojamiento de los adoquines por pérdida de los materiales sellantes.
- Efectos de la intemperie.
- Pérdida de la cama de arena (se debe a infiltración de agua por las juntas erosionando la cama de arena desestabilizando la trabazón entre adoquines de concreto y por ende se da la pérdida de adoquines de concreto).
- Proceso constructivo (SIECA, 2010, p.339).

- ✓ **Nivel de Severidad:** Se determina en función del número de adoquines desprendidos.

B (Baja): menos de 0.50 m²

M (Media): entre 0.50 m² y 1.00 m²

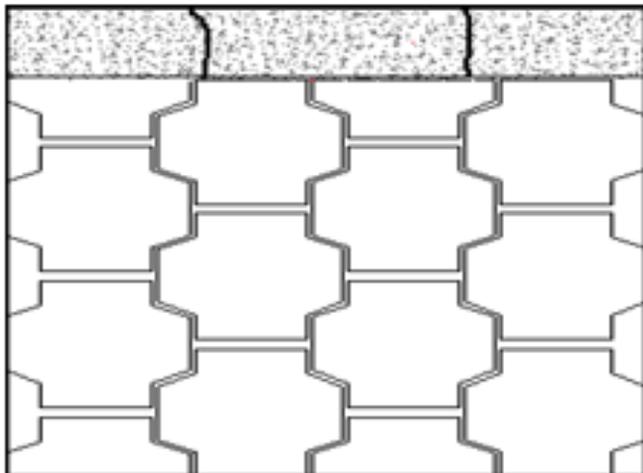
A (Alto): Mayor de 1.00 m² (SIECA, 2010, p.339).

Si bien es cierto el SIECA 2010 Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, P.339 considera que el nivel de severidad se determina en función del número de adoquines desprendidos, también nos define un rango de área afectada para determinar la severidad del daño.

2.2.11 Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo)

Es el deterioro y destrucción parcial o total de los confinamientos externos. En estados avanzados de deterioro, se presenta pérdida de material, permitiendo la incrustación de partículas y objetos extraños al pavimento (Sandoval, 2010, p.82).

Imagen No. 15. Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo)



Fuente: Elaboración propia

➤ **Causas**

- Fatiga provocada por el paso del tránsito.
- Baja calidad de los materiales y/o precario control en el proceso de construcción.

- Por impacto de las llantas de los vehículos, cuando los confinamientos están a un nivel superior al de la rasante de la carretera.
- Por invasión de vegetación.
- Por retracción del concreto (Sandoval, 2010, p.82).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja) Se presentan fisuras menores de 3 milímetros

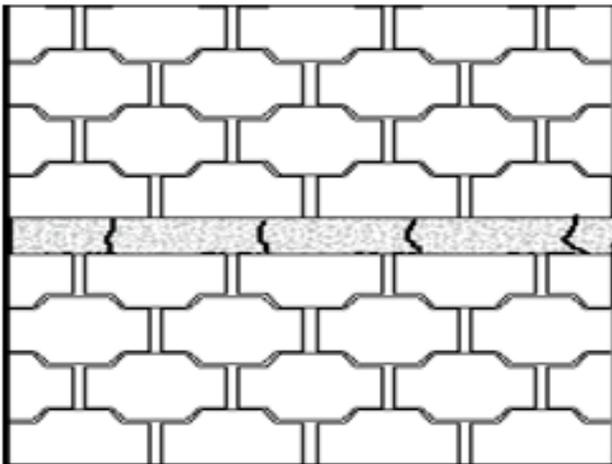
M (Media) El elemento presenta grietas (=3 milímetros) y aún se mantiene en su lugar, sirviendo como confinamiento.

A (Alta) El elemento presenta grietas (>3 milímetros), pero ya se ha desplazado de su ubicación inicial y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines (Sandoval, 2010, p.82).

2.2.12 Fracturamiento de confinamientos internos (vigas)

Es el deterioro y destrucción parcial o total de los confinamientos internos. En estados avanzados de deterioro se presenta pérdida de material, permitiendo la incrustación de partículas y objetos extraños al pavimento (Sandoval, 2010, p.83).

Imagen No. 16. Fracturamiento de confinamientos internos (vigas)



Fuente: Elaboración propia

➤ **Causas**

- Fatiga provocada por el paso del tránsito.

- Baja calidad de los materiales y/o precario control en el proceso de construcción.
- Por impacto de las llantas de los vehículos, cuando los confinamientos están a un nivel superior al de la rasante de la carretera.
- Por invasión de vegetación.
- Por retracción del concreto (Sandoval, 2010, p.83).

✓ Nivel de Severidad

BAJA (B) Se presentan fisuras menores de 3 milímetros

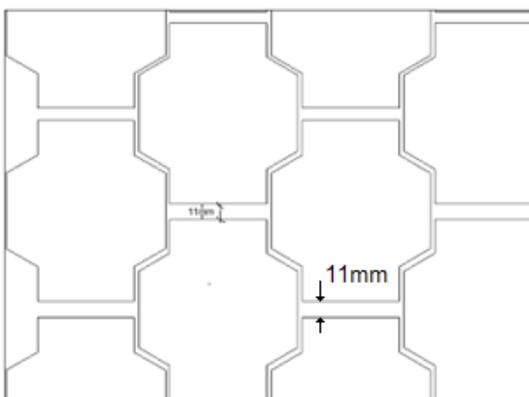
MEDIA (M) El elemento presenta grietas (≈ 3 milímetros), no se presentan pérdidas de material y aún se mantiene en su lugar, sirviendo como confinamiento.

ALTA (A) El elemento presenta grietas (>3 milímetros), se presentan pérdida de material; permitiendo la incrustación de basuras y demás partículas u objetos extraños al pavimento. El elemento no impide el desplazamiento longitudinal y lateral de los adoquines (Sandoval, 2010, p.83).

2.2.13 Ancho excesivo de juntas

Es una separación entre juntas superior a 5 milímetros, permitiendo la pérdida de arena de sello y la incrustación de partículas a través de las juntas, propiciando la destrucción de las aristas de los adoquines (Sandoval, 2010, p.85).

Imagen No. 17. Ancho excesivo de juntas



Fuente: Elaboración propia

➤ **Causas**

- Por efecto de las cargas del tránsito.
- Confinamientos inadecuados o la falta de éstos.
- Falta del sello de juntas
- Error constructivo debido a la falta de control y/o precarias técnicas de construcción (Sandoval, 2010, p.85).

✓ **Nivel de Severidad:**

B (Baja) Separación entre juntas menores a 5 milímetros.

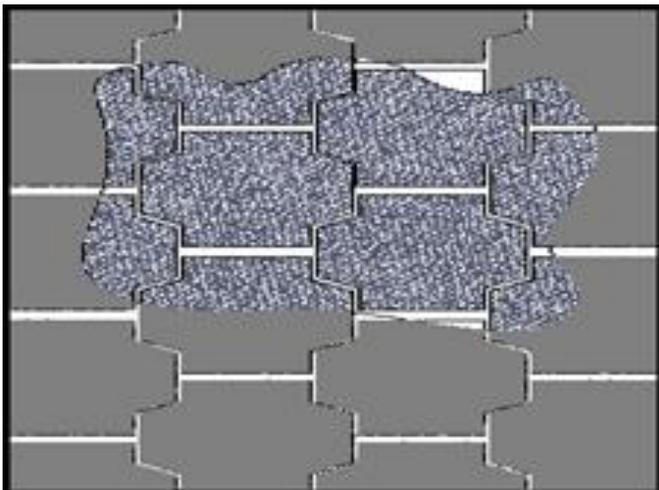
M (Media) Separación entre juntas entre 5 milímetros y 10 milímetros

A (Alta) Separación entre juntas mayores a 10 milímetros (Sandoval, 2010, p.85).

2.2.14 Pérdida de arena y bombeo

Es la aparición de partículas de arena alrededor y sobre los adoquines (Sandoval, 2010, p.80).

Imagen No. 18. Pérdida de arena y bombeo



Fuente: Elaboración propia

➤ **Causas**

- Por el arrastre de material fino.

- Por expulsión de agua al paso de los vehículos.
- Juntas abiertas y desplazamiento de juntas.
- Acción del tránsito.
- Efectos de la intemperie.
- Granulometría del material arenoso (Sandoval, 2010, p.80).

✓ **Nivel de Severidad**

B (Baja): menos de 30 metro cuadrado.

M (Media): entre 30 y 100 metros cuadrados.

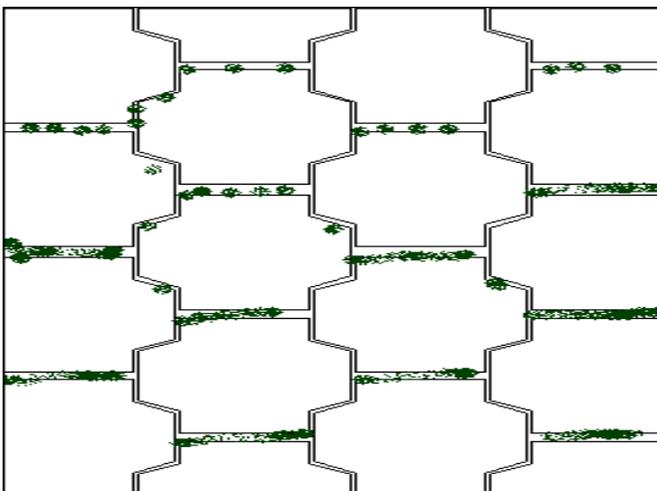
A (Alta): Mayor de 100 metros cuadrados ((SIECA, 2010, p.340).

Para determinar el nivel de severidad se ha tomado como referencia el Manual centroamericano de mantenimiento de carretera (SIECA 2010) p.340.

2.2.15 Vegetación en la Calzada

Es la invasión o crecimiento de vegetación a través de las juntas en la calzada. La vegetación puede llegar a levantar el adoquinado (Sandoval, 2010, p.85).

Imagen No. 19. Vegetación en la Calzada



Fuente: Elaboración propia

➤ **Causa**

- El uso de arena contaminada con impurezas y materia orgánica (Sandoval, 2010, p.85).

✓ **Nivel de Severidad**

BAJA (B) Solo hay aparición de vegetación entre las juntas y es apenas apreciable.

MEDIA (M) La vegetación ya está por encima de los adoquines.

ALTA (A) La vegetación empieza a levantar los adoquines (Sandoval, 2010, p.85).

CAPITULO 3
INVENTARIO DE DAÑOS
SUPERFICIALES Y EVALUACION
DE LAS PATOLOGIAS EN EL
TRAMO EN ESTUDIO

3.1 Introducción

Este capítulo está destinado a la recolección de información mediante la inspección de campo relacionada con el inventario de daños superficiales encontradas en los pavimentos de carreteras de adoquines.

Tomando como guía el catálogo de daños del manual de mantenimiento de carretera (SIECA 2010) donde solamente se definen 4 tipos de deterioros para pavimentos con adoquín, apoyados también en la herramienta informática SIGMAVIAL herramienta utilizada por el FOMAV para la recopilación de información que es utilizada en la planeación de proyectos de mantenimiento, en esta aplicación se definen de una manera más amplia los diferentes tipos de deterioros que presentan los pavimentos articulados, también se utilizó como complemento para la identificación de los daños en la superficie de rodamiento y diagnosticar el nivel de severidad la Revista de Ingenierías de la Universidad de Medellín vol.9 No. 17, pp. 75-94.

3.2 Inventario de daños

Se denomina inventario de daño a todo tipo de deterioro que se presenta en el pavimento y que afecta o puede llegar a afectar la circulación cómoda y segura de los vehículos. Estos deterioros que se manifiestan en la superficie del pavimento son medibles sin la necesidad de equipos especiales. Estos deterioros tienen una importancia relativa en la serviciabilidad del pavimento, su detección oportuna es importante debido a que permite prevenir el posible desencadenamiento de un deterioro acelerado y/o establecer un diagnóstico más preciso de las causas que originan el deterioro. Es importante por lo tanto efectuar un adecuado reconocimiento y cuantificación de estos daños. Esto se realiza mediante una inspección (superficial y visual). La inspección periódica de la superficie del pavimento brinda datos sobre la progresión de los deterioros.

Los daños ocurren en todo tipo de pavimento, ya sea flexible, rígido o articulado.

El resultado del inventario visual es la base de una programación idónea de los trabajos posteriores de evaluación destructiva y no destructiva de la calzada (Sandoval, 2012, p.33).

3.2.1 Inventario de Depresiones

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 4 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 7, ver imagen No. 20 y 21.

Tabla No. 7 Depresiones localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
114+481.00	114+483.50	Izquierda	2.50	1.35	3.38	Depresión
114+580.00	114+581.35	Derecha	1.35	1.22	1.65	Depresión
114+840.00	114+842.03	Izquierda	2.03	1.75	3.55	Depresión
122+256.10	122+260.25	Ambas	4.15	6.50	26.97	Depresión
TOTAL (m²)					35.55	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 20 y No. 21: Depresiones localizadas en estación 114+481 y 120+256.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.2 Inventario de Abultamiento o hundimiento

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 2 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 8, ver imagen No. 22 y 23.

Tabla No. 8 Abultamiento localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
121+440.00	121+450.00	Ambas	10.00	6.50	65.00	Abultamiento
122+300.00	122+314.92	Ambas	14.92	6.00	89.52	Abultamiento
TOTAL (m ²)					154.52	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 22 y No. 23: Abultamiento o hundimiento localizadas en estación 121+400 y 122+300.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.3 Inventario de ahuellamiento

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo

identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 14 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 9, ver imagen No. 24 y 25.

Tabla No. 9 Ahuellamiento localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km)

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
114+964.80	114+974.80	Ambas	10.00	6.50	65.00	Ahuellamiento
115+963.90	115+973.90	Ambas	10.00	6.50	65.00	Ahuellamiento
116+266.00	116+296.00	Ambas	30.00	6.50	195.00	Ahuellamiento
119+895.00	119+935.00	Ambas	40.00	6.50	260.00	Ahuellamiento
120+115.00	120+145.00	Ambas	30.00	6.50	195.00	Ahuellamiento
120+180.00	120+200.00	Ambas	20.00	6.50	130.00	Ahuellamiento
120+463.00	120+493.00	Ambas	30.00	6.50	195.00	Ahuellamiento
120+541.00	120+561.00	Ambas	20.00	6.50	130.00	Ahuellamiento
121+306.00	121+331.00	Ambas	25.00	6.50	162.50	Ahuellamiento
122+269.00	122+279.00	Ambas	10.00	6.50	65.00	Ahuellamiento
122+326.00	122+336.00	Ambas	10.00	6.50	65.00	Ahuellamiento
122+349.00	122+359.00	Ambas	10.00	6.50	65.00	Ahuellamiento
122+540.00	122+560.00	Ambas	20.00	6.50	130.00	Ahuellamiento
124+120.00	124+130.00	Ambas	10.00	6.50	65.00	Ahuellamiento
TOTAL (m²)					1,787.50	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 24 y No. 25: Ahuellamiento localizadas en estación 114+964 y 120+115.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.4 Inventario de escalonamiento entre adoquines

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 2 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 10, ver imagen No. 26 y 27.

Tabla No. 10 Escalonamiento entre adoquines localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
117+724.00	117+736.00	Derecha	12.00	1.72	20.64	Escalonamiento entre adoquines
119+660.00	119+666.75	Izquierda	6.75	2.70	18.23	Escalonamiento entre adoquines
TOTAL (m ²)					38.87	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 26 y No. 27: Escalonamiento entre adoquines localizadas en estación 117+724.00 y 119+660.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.5 Inventario de escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos (vigas)

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 3 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 11, ver imagen No. 28 y 29.

Tabla No. 11 Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos (vigas) localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
123+500.00	123+501.58	Ambas	1.58	6.30	9.95	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos(vigas)
126+740.00	126+741.58	Ambas	1.58	6.50	10.27	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos(vigas)
126+769.00	126+771.48	Ambas	2.48	6.50	16.12	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos(vigas)
TOTAL (m²)					36.34	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 28 y No. 29: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos (vigas) localizadas en estación 123+500 y 126+769.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.6 Inventario de desplazamiento de juntas

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 6 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 12, ver imagen No. 30.

Tabla No. 12 Desplazamiento de juntas localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
117+463.00	117+493.00	Ambas	30.00	6.50	195.00	Desplazamiento de juntas
117+640.00	117+680.00	Ambas	40.00	6.50	260.00	Desplazamiento de juntas
120+225.80	120+245.80	Ambas	20.00	6.50	130.00	Desplazamiento de juntas
121+033.40	121+053.40	Ambas	20.00	6.50	130.00	Desplazamiento de juntas
121+415.00	121+435.00	Ambas	20.00	6.50	130.00	Desplazamiento de juntas
121+800.00	121+830.00	Ambas	30.00	6.50	195.00	Desplazamiento de juntas
TOTAL (m²)					1,040.00	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 30: Desplazamiento de juntas localizadas en estación 121+800.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.7 Inventario de fracturamiento de adoquines

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 2 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 13, ver imagen No. 31 y 32.

Tabla No. 13 Fracturamiento de adoquines localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
116+646.00	116+646.92	Linea central	0.92	0.22	0.20	Fracturamiento de adoquines.
124+520.00	124+521.00	Derecha	1.00	0.24	0.24	Fracturamiento de adoquines.
TOTAL (m ²)					0.44	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 31 y No. 32: Fracturamiento de adoquines localizadas en estación 116+646 y 124+520.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.8 Inventario de desgaste superficial de adoquines

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 4 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 14, ver imagen No. 33 y 34.

Tabla No. 14 Desgaste superficial de adoquines localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
119+443.00	119+465.00	Ambas	22.00	6.00	132.00	Desgaste superficial de adoquines
124+632.00	124+642.00	Ambas	10.00	6.30	63.00	Desgaste superficial de adoquines
124+735.00	124+745.00	Derecha	10.00	2.58	25.80	Desgaste superficial de adoquines
125+800.00	125+804.60	Ambas	4.60	6.08	27.97	Desgaste superficial de adoquines
TOTAL (m ²)					248.77	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 33 y No. 34: Desgaste superficial de adoquines localizadas en estación 119+443 y 125+800.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.9 Inventario de desplazamiento de borde

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificó un estacionado que presenta este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 12, ver imagen No. 35.

Tabla No. 15 Desplazamiento de borde localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
125+950.00	125+965.00	Izquierda	15.00	2.85	42.75	Desplazamiento de borde
TOTAL (m ²)					42.75	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 35: Desplazamiento de borde localizadas en estación 125+950.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.10 Inventario de adoquines faltantes (baches)

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo

identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 4 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 16, ver imagen No. 36 y 37.

Tabla No. 16 Adoquines faltantes localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
119+720.00	119+722.25	Derecha	2.25	1.47	3.31	Adoquines faltantes (Baches)
120+210.00	120+212.25	Izquierda	2.25	0.74	1.67	Adoquines faltantes (Baches)
122+650.00	122+651.12	Derecha	1.12	1.72	1.93	Adoquines faltantes (Baches)
123+252.00	123+252.68	Derecha	0.68	2.21	1.50	Adoquines faltantes (Baches)
TOTAL (m ²)					8.41	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 36 y No. 37: Adoquines faltantes (baches) localizadas en estación 120+210 y 122+650.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.11 Inventario de fracturamiento de confinamientos externos (bordillo)

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo

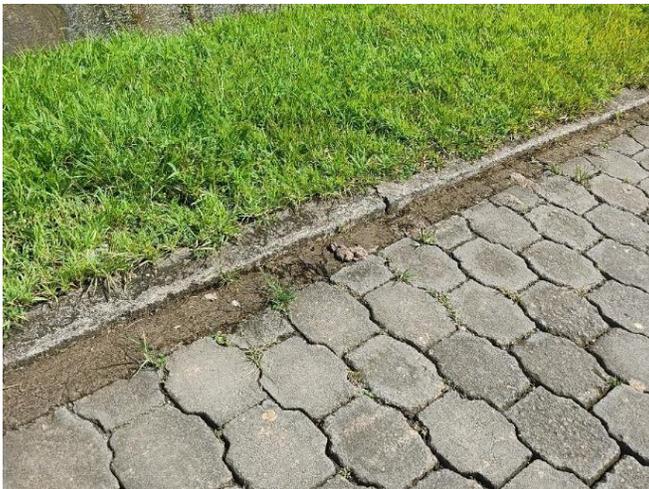
identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 2 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 17, ver imagen No. 38.

Tabla No. 17 Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo) localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO								
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL							
125+950.00	125+965.00	lzquierda	15.00	0.15	2.25	0.30	0.68	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo)
126+120.00	126+135.00	Derecha	15.00	0.15	2.25	0.30	0.68	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo)
TOTAL (m ³)							1.36	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 38: Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo) localizado en estación 126+120.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.12 Inventario de fracturamiento de confinamientos internos (vigas)

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 10 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 18, ver imagen No. 39 y 40.

Tabla No. 18 Fracturamiento de confinamientos internos (vigas) localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO								
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL							
117+122.00	117+122.20	Ambas	0.20	6.00	1.20	0.30	0.36	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)
117+546.00	117+546.20	Ambas	0.20	5.00	1.00	0.30	0.30	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)
117+576.00	117+576.20	Ambas	0.20	5.00	1.00	0.30	0.30	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)
117+673.00	117+673.20	Ambas	0.20	6.00	1.20	0.30	0.36	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)
117+822.00	117+822.20	Ambas	0.20	6.00	1.20	0.30	0.36	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)
120+562.00	120+562.20	Ambas	0.20	6.00	1.20	0.30	0.36	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)
123+258.00	123+258.20	Ambas	0.20	6.00	1.20	0.30	0.36	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)
123+840.00	123+840.20	Ambas	0.20	6.00	1.20	0.30	0.36	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)
124+634.00	124+634.20	Ambas	0.20	6.00	1.20	0.30	0.36	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)
126+778.00	126+778.20	Ambas	0.20	6.00	1.20	0.30	0.36	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)
TOTAL (m ³)							3.48	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 39 y No. 40: Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo) localizado en estación 117+822 y 123+258.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.13 Inventario de ancho excesivo de juntas

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 10 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 19, ver imagen No. 41 y 42.

Tabla No. 19 Ancho excesivo de juntas localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
116+025.50	116+030.50	Derecha	5.00	2.10	10.50	Ancho excesivo de juntas
116+048.40	116+058.40	Ambas	10.00	6.50	65.00	Ancho excesivo de juntas
120+019.00	120+039.00	Ambas	20.00	6.50	130.00	Ancho excesivo de juntas
121+061.90	121+071.90	Ambas	10.00	6.50	65.00	Ancho excesivo de juntas
121+073.70	121+093.70	Ambas	20.00	6.50	130.00	Ancho excesivo de juntas
121+357.80	121+367.80	Ambas	10.00	6.50	65.00	Ancho excesivo de juntas
122+208.00	122+228.00	Ambas	20.00	6.50	130.00	Ancho excesivo de juntas
122+246.00	122+256.00	Ambas	10.00	6.50	65.00	Ancho excesivo de juntas
122+640.00	122+660.00	Ambas	20.00	6.50	130.00	Ancho excesivo de juntas
126+103.25	126+110.00	Derecha	6.75	2.45	16.54	Ancho excesivo de juntas
TOTAL (m²)					807.04	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 41 y No. 42: Ancho excesivo de juntas localizado en estación 116+025 y 121+070.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.2.14 Inventario de pérdida de arena y bombeo

Mediante la inspección de campo se realizó un recorrido minucioso a lo largo de los 12.41 km de longitud correspondiente al tramo en estudio, permitiendo identificar las condiciones actuales de daños presentes en el mismo, se identificaron 11 estacionados que presentan este tipo de deterioro en el pavimento, a como se muestra en la tabla No. 20, ver imagen No. 43 y 44.

Tabla No. 20 Pérdida de arena y bombeo localizadas en la carretera Comalapa-Camoapa (12.41 Km).

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE DAÑO
INICIAL	FINAL					
114+491.00	114+580.00	Ambas	89.00	6.50	578.50	Pérdida de arena y bombeo
114+585.00	114+840.00	Ambas	255.00	6.50	1,657.50	Pérdida de arena y bombeo
114+845.00	114+964.80	Ambas	119.80	6.50	778.70	Pérdida de arena y bombeo
114+974.80	115+000.00	Ambas	25.20	6.50	163.80	Pérdida de arena y bombeo
115+000.00	115+963.90	Ambas	963.90	6.50	6,265.35	Pérdida de arena y bombeo
115+973.90	116+025.50	Ambas	51.60	6.50	335.40	Pérdida de arena y bombeo
116+037.50	116+048.40	Ambas	10.90	6.50	70.85	Pérdida de arena y bombeo
116+058.50	116+266.00	Ambas	207.50	6.50	1,348.75	Pérdida de arena y bombeo
116+296.00	117+463.00	Ambas	1,167.00	6.50	7,585.50	Pérdida de arena y bombeo
117+493.00	117+640.00	Ambas	147.00	6.50	955.50	Pérdida de arena y bombeo
117+680.00	117+724.00	Ambas	44.00	6.50	286.00	Pérdida de arena y bombeo
117+736.00	118+300.00	Ambas	564.00	6.50	3,666.00	Pérdida de arena y bombeo
TOTAL (m²)					23,691.85	

Fuente: Elaboración propia

Imagen No. 43 y No. 44: Pérdida de arena y bombeo localizado en estación 114+975 y 117+724.



Fuente: Proyecto Mantenimiento Rutinario Lote No.2, 2022, Grupo 62, Tramo:Comalapa-Camoapa (Long.12.41 Km).

3.3 Evaluación de las patologías de daños superficiales encontradas en el tramo en estudio

Cumpliendo con el objetivo de evaluar los daños en base a las observaciones directas de campo en el pavimento articulado, se ha realizado el inventario de daños superficiales existentes a lo largo del tramo de carretera Comalapa-Camoapa (12.41km), en las que se encontró los siguientes daños superficiales: depresiones, abultamiento o hundimiento, ahuellamiento, escalonamiento entre adoquines, escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos(vigas), desplazamiento de juntas, desplazamiento de bordes, ancho excesivo de juntas, desgaste superficial de adoquines, fracturamiento de adoquines (baches), pérdida de arena y bombeo, pérdida de adoquines, fracturamiento de confinamiento externo (bordillos) y fracturamiento de confinamiento interno (vigas). Todos estos daños fueron determinados mediante la inspección minuciosa de campo.

En la inspección de campo mediante la inspección visual se diagnosticó el nivel de severidad que presenta la superficie de rodamiento tomando como apoyo lo establecido en el manual centroamericano de mantenimiento de carretera y la Revista Ingenierias Universidad de Medillin vol.9 No. 17, pp. 75-94. Medellin-

Colombia, donde se establecen los criterios para determinar el grado de severidad que presenta el daño superficial.

Para calcular el porcentaje del área afectada se ha adoptado una longitud de muestra 1.00 kilómetro de carretera, dando como resultado 13 unidades de muestra, el ancho promedio de la calzada es de 6.50 m.

Tabla No. 21 Muestra 1, estación 114+436 a 115+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO							
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m ²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA	ESQUEMA
INICIAL	FINAL						
114+481.00	114+483.50	Izquierda	3.38	Depresión	Alta	Flecha mayor de 40mm	
114+491.00	114+580.00	Ambas	578.50	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²	
114+580.00	114+581.35	Derecha	1.65	Depresión	Media	Flecha entre 20mm y 40mm	
114+585.00	114+840.00	Ambas	1,657.50	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²	
114+840.00	114+842.03	Izquierda	3.55	Depresión	Alta	Flecha mayor de 40mm	Ver esquema 1, Anexo I
114+845.00	114+964.80	Ambas	778.70	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²	Ver esquema 1, Anexo I
114+964.80	114+974.80	Ambas	65.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm	Ver esquema 1, Anexo I
114+974.80	115+000.00	Ambas	163.80	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²	Ver esquema 1, Anexo I
TOTAL (m²)			3,252.08				

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 01, km 114+436-115+000 (longitud 564.00 m: ancho 6.50 m: área: 3,666.00 m²).

Tabla No.22 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 01.

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS			
UBICACIÓN:		UNIDAD DE MUESTREO	
COMALAPA-CAMOAPA		I MUESTRA	
ESTACION:		ÁREA DE MUESTREO	
KM 114+436 - 115+000		3,666.00	
INSPECCIONADO POR:		FECHA:	
ALVARO TRAÑA		NOVIEMBRE DEL 2022	
Deterioro		IMAGEN	
Clase	Tipo		 <p>DEPRESIONES</p>  <p>AHUELLAMIENTO</p>  <p>PERDIDA DE ARENA Y BOMBEO</p>
Deformaciones	Depresiones	x	
	Escalonamiento entre adoquines.		
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos		
	Abultamiento o Hundimiento.		
	Desplazamiento de juntas.		
Fallas	Ahuellamientos	x	
	Fracturamiento de adoquines		
	Desgaste superficial de adoquines.		
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.		
	Adoquines faltantes.		
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).		
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).		
	Ancho excesivo de juntas		
	Pérdida de arena y bombeo	x	
	Severidad	Baja	B
		Media	M
		Alta	A
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)
MUESTRA 1	DEPRESIONES	0.00	8.58
		1.65	
		6.93	
	AHUELLAMIENTO	0.00	65.00
		0.00	
		65.00	
	PERDIDA DE ARENA Y BOMBEO	0.00	3,178.50
		0.00	
		3,178.50	

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 3 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa (Castillo, 2017, p.58).

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aai = \left(\frac{Aai}{AT} \right) * 100 \quad (1)$$

Dónde:

%Aai: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aai: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 3,666.00 m².

Tabla No. 23 Porcentaje del área afectada por el deterioro.

Deterioro			%Aa por nivel de severidad		
Clase	Tipo	Símbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP	0.00	0.05	0.19
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ			
	Ahuellamientos	AH	0.00	0.00	1.77
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA			
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF			
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV			
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ			
	Pérdida de arena y bombeo	PAB	0.00	0.00	86.70
% de área total respecto a la muestra analizada			88.71		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla No. 23 se puede observar que el 88.71% de área de la muestra analizada presenta deterioros con niveles de severidad medio y alto.

Tabla No.24 Muestra 2, estación 115+000 a 116+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m ²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA
INICIAL	FINAL					
115+000.00	115+963.90	Ambas	6,265.35	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²
115+963.90	115+973.90	Ambas	65.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm
115+973.90	116+000.00	Ambas	169.65	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²
TOTAL (m²)			6,500.00			

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 02, km 115+000-116+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 25 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 02

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS							
UBICACIÓN:				UNIDAD DE MUESTREO			
COMALAPA-CAMOAPA				II MUESTRA			
ESTACION:				ÁREA DE MUESTREO			
KM 115+000 - 116+000				6,500.00			
INSPECCIONADO POR:				FECHA:			
ALVARO TRAÑA				NOVIEMBRE DEL 2022			
Deterioro				IMAGEN			
Clase	Tipo						
Deformaciones	Depresiones						
	Escalonamiento entre adoquines.						
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos						
	Abultamiento o Hundimiento.						
	Desplazamiento de borde						
Fallas	Ahuellamientos						x
	Fracturamiento de adoquines						
	Desgaste superficial de adoquines.						
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.						
	Adoquines faltantes.						
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).						
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).						
	Ancho excesivo de juntas						
	Pérdida de arena y bombeo		x	AHUELLAMIENTO			
	Severidad		Baja	B			
			Media	M			
			Alta	A			
N° Muestra	Daño		Severidad	área (m²)			
MUESTRA 2	AHUELLAMIENTO		0.00	65.00			
			0.00				
			65.00				
	PERDIDA DE ARENA Y BOMBEO		0.00	6,435.00			
			0.00				
			6,435.00				
PERDIDA DE ARENA Y BOMBEO							

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 2 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 26 Porcentaje del área afectada por el deterioro.

Deterioro			%Aa por nivel de severidad		
Clase	Tipo	Símbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ			
	Ahuellamientos	AH	0.00	0.00	1.00
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA			
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF			
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV			
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ			
	Pérdida de arena y bombeo	PAB	0.00	0.00	99.00
% de área total respecto a la muestra analizada			100.00		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla No. 26 se puede observar que el 100.00% de área de la muestra analizada presenta deterioros con niveles de severidad alto.

Tabla No.27 Muestra 3, estación 116+000 a 117+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA
INICIAL	FINAL					
116+000.00	116+025.50	Ambas	165.75	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m²
116+025.50	116+030.50	Derecha	10.50	Ancho excesivo de juntas	Alta	Separación de junta mayores de 10mm
116+037.50	116+048.40	Ambas	70.85	Pérdida de arena y bombeo	Media	Área entre 30m² y 100m²
116+048.40	116+058.40	Ambas	65.00	Ancho excesivo de juntas	Alta	Separación de junta mayores de 10mm
116+058.50	116+266.00	Ambas	1,348.75	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m²
116+266.00	116+296.00	Ambas	195.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm
116+296.00	117+000.00	Ambas	4,576.00	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m²
116+646.00	116+646.92	Linea central	0.20	Fracturamiento de adoquines.	Baja	Área menor a 0.50m²
TOTAL (m²)			6,432.05			

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 03, km 116+000-117+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 28 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 03

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS						
UBICACIÓN:				UNIDAD DE MUESTREO		
COMALAPA-CAMOAPA				III MUESTRA		
ESTACION:				ÁREA DE MUESTREO		
KM 116+000 - 117+000				6,500.00		
INSPECCIONADO POR:				FECHA:		
ALVARO TRAÑA				NOVIEMBRE DEL 2022		
Deterioro				IMAGEN		
Clase	Tipo			 <p>AHUELLAMIENTO</p>  <p>FRACTURAMIENTO DE ADOQUINES</p>  <p>ANCHO EXCESIVO DE JUNTAS</p>  <p>PERDIDA DE ARENA Y BOMBEO</p>		
Deformaciones	Depresiones					
	Escalonamiento entre adoquines.					
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos					
	Abultamiento o Hundimiento.					
Fallas	Desplazamiento de juntas					
	Ahuellamientos		x			
	Fracturamiento de adoquines		x			
	Desgaste superficial de adoquines.					
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.					
	Adoquines faltantes.					
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).					
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).					
	Ancho excesivo de juntas		x			
	Pérdida de arena y bombeo		x			
	Severidad	Baja Media Alta	B M A			
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)			
MUESTRA 3	AHUELLAMIENTO	0.00	195.00			
		0.00				
		195.00				
	FRACTURAMIENTO DE ADOQUINES	0.20	0.20			
		0.00				
		0.00				
	ANCHO EXCESIVO DE JUNTAS	0.00	75.50			
		0.00				
		75.50				
	PERDIDA DE ARENA Y BOMBEO	0.00	6,161.35			
		70.85				
		6,090.50				

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 4 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 29 Porcentaje del área afectada por el deterioro.

Deterioro			%Aa por nivel de severidad		
Clase	Tipo	Simbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ			
	Ahuellamientos	AH	0.00	0.00	3.00
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF	0.00	0.00	0.00
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA			
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF			
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV			
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ	0.00	0.00	1.16
	Pérdida de arena y bombeo	PAB	0.00	1.09	93.70
% de área total respecto a la muestra analizada			98.95		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla No. 29 se puede observar que el 98.95% de área de la muestra analizada presenta deterioros con niveles de severidad medio y alto.

Tabla No.30 Muestra 4, estación 117+000 a 118+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO							
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m ²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA	ESQUEMA
INICIAL	FINAL						
117+000.00	117+463.00	Ambas	3,009.50	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²	
117+122.00	117+122.20	Ambas	1.20	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)	Alta	Grietas mayores de 3mm	
117+463.00	117+493.00	Ambas	195.00	Desplazamiento de juntas	Alta	Aberturas de las juntas mayores a 10mm	
117+493.00	117+640.00	Ambas	955.50	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²	Ver esquema 2, Anexo I
117+546.00	117+546.20	Ambas	1.00	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)	Alta	Grietas mayores de 3mm	Ver esquema 2, Anexo I
117+576.00	117+576.20	Ambas	1.00	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)	Alta	Grietas mayores de 3mm	Ver esquema 2, Anexo I
117+640.00	117+680.00	Ambas	260.00	Desplazamiento de juntas	Alta	Aberturas de las juntas mayores a 10mm	Ver esquema 2, Anexo I
117+673.00	117+673.20	Ambas	1.20	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)	Alta	Grietas mayores de 3mm	Ver esquema 2, Anexo I
117+680.00	117+724.00	Ambas	286.00	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²	Ver esquema 2, Anexo I
117+724.00	117+736.00	Ambas	20.64	Escalonamiento entre adoquines	Alta	Altura de desnivel entre adoquines mayor de 10mm	Ver esquema 2, Anexo I
117+736.00	118+000.00	Ambas	1,716.00	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²	
117+822.00	117+822.20	Ambas	1.20	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)	Alta	Grietas mayores de 3mm	
TOTAL (m²)			6,448.24				

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 04, km 117+000-118+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 31 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 04

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS			
UBICACIÓN:		UNIDAD DE MUESTREO	
COMALAPA-CAMOAPA		IV MUESTRA	
ESTACION:		ÁREA DE MUESTREO	
KM 117+000 - 118+000		6,500.00	
INSPECCIONADO POR:		FECHA:	
ALVARO TRAÑA		NOVIEMBRE DEL 2022	
Deterioro		IMAGEN	
Clase	Tipo		 ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES  DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS  FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS  PERDIDA DE ARENA Y BOMBEO
Deformaciones	Depresiones		
	Escalonamiento entre adoquines.	x	
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos		
	Abultamiento o Hundimiento.		
	Desplazamiento de juntas	x	
Fallas	Ahuellamientos		
	Fracturamiento de adoquines		
	Desgaste superficial de adoquines.		
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.		
	Adoquines faltantes.		
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).		
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	x	
	Ancho excesivo de juntas		
	Pérdida de arena y bombeo	x	
	Severidad	Baja B Media M Alta A	
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)
MUESTRA 4	ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES	0.00	20.64
		0.00	
		20.64	
	DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS	0.00	455.00
		0.00	
		455.00	
	FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS	0.00	5.60
		0.00	
		5.60	
	PERDIDA DE ARENA Y BOMBEO	0.00	5,967.00
		0.00	
		5,967.00	

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 4 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 32 Porcentaje del área afectada por el deterioro.

Deterioro			%Aa por nivel de severidad		
Clase	Tipo	Símbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA	0.00	0.00	0.32
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ	0.00	0.00	7.00
	Ahuellamientos	AH			
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA			
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF			
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV	0.00	0.00	0.09
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ			
	Pérdida de arena y bombeo	PAB	0.00	0.00	91.80
% de área total respecto a la muestra analizada			99.20		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla No. 32 se puede observar que el 99.20% de área de la muestra analizada presenta deterioros con nivel de severidad alto.

Tabla No.33 Muestra 5, estación 118+000 a 119+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m ²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA
INICIAL	FINAL					
118+000.00	118+300.00	Ambas	1,950.00	Pérdida de arena y bombeo	Alta	Área mayor a 100m ²
TOTAL (m²)			1,950.00			

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 04, km 118+000-119+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 34 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 05

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS			
UBICACIÓN:		UNIDAD DE MUESTREO	
COMALAPA-CAMOAPA		V MUESTRA	
ESTACION:		ÁREA DE MUESTREO	
KM 118+000 - 119+000		6,500.00	
INSPECCIONADO POR:		FECHA:	
ALVARO TRAÑA		NOVIEMBRE DEL 2022	
Deterioro		IMAGEN	
Clase	Tipo		
Deformaciones	Depresiones		
	Escalonamiento entre adoquines.		
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos		
	Abultamiento o Hundimiento.		
	Desplazamiento de borde		
Fallas	Ahuellamientos		
	Fracturamiento de adoquines		
	Desgaste superficial de adoquines.		
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.		
	Adoquines faltantes.		
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).		
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).		
	Ancho excesivo de juntas		
	Pérdida de arena y bombeo		x
	Severidad	Baja	B
		Media	M
		Alta	A
			PERDIDA DE ARENA Y BOMBEO
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)
MUESTRA 5	PERDIDA DE ARENA Y BOMBEO	0.00	1,950.00
		0.00	
		1,950.00	



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró 1 daño superficial.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 35 Porcentaje del área afectada por el deterioro

Deterioro			%Aa por nivel de severidad		
Clase	Tipo	Simbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ			
	Ahuellamientos	AH			
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA			
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF			
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV			
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ			
	Pérdida de arena y bombeo	PAB	0.00	0.00	30.00
% de área total respecto a la muestra analizada			30.00		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla No. 35 se puede observar que el 30.00% de área de la muestra analizada presenta deterioro con nivel de severidad alto.

Tabla No.36 Muestra 6, estación 119+000 a 120+000.

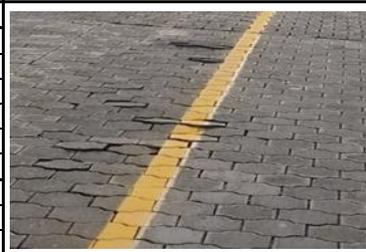
INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO							
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA	ESQUEMA
INICIAL	FINAL						
119+443.00	119+465.00	Ambas	132.00	Desgaste superficial de adoquines	Alta	Área mayor de 0.50m²	Ver esquema 3, Anexo II
119+660.00	119+666.75	Ambas	18.23	Escalonamiento entre adoquines	Alta	Altura de desnivel entre adoquines mayor de 10mm	Ver esquema 3, Anexo II
119+720.00	119+722.25	Derecha	3.31	Adoquines faltantes (Baches)	Alta	Área mayor de 1.00 m²	Ver esquema 3, Anexo II
119+895.00	119+935.00	Ambas	260.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm	Ver esquema 3, Anexo II
TOTAL (m²)			413.54				

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 06, km 119+000-120+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 37 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 06

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS			
UBICACIÓN:		COMALAPA-CAMOAPA	
ESTACION:		KM 119+000 - 120+000	
INSPECCIONADO POR:		ALVARO TRAÑA	
UNIDAD DE MUESTREO		VI MUESTRA	
ÁREA DE MUESTREO		6,500.00	
FECHA:		NOVIEMBRE DEL 2022	
Deterioro		IMAGEN	
Clase	Tipo		
Deformaciones	Depresiones		
	Escalonamiento entre adoquines.	x	
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos		
	Abultamiento o Hundimiento.		
	Desplazamiento de juntas		
Fallas	Ahuellamientos	x	
	Fracturamiento de adoquines		
	Desgaste superficial de adoquines.	x	
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.		
	Adoquines faltantes (baches)	x	
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).		
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).		
	Ancho excesivo de juntas		
	Pérdida de arena y bombeo		
	Severidad	Baja	B
		Media	M
		Alta	A
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)
MUESTRA 6	ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES	0.00	18.23
		0.00	
		18.23	
	AHUELLAMIENTOS	0.00	260.00
		0.00	
		260.00	
	DESGASTE SUPERFICIAL DE ADOQUINES	0.00	132.00
		0.00	
		132.00	
	ADOQUINES FALTANTES (BACHES)	0.00	3.31
		0.00	
		3.31	



DESGASTE SUPERFICIAL DE ADOQUINES



ADOQUINES FALTANTES (BACHES)

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 4 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 38 Porcentaje del área afectada por el deterioro

Clase	Deterioro		%Aa por nivel de severidad		
	Tipo	Símbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA	0.00	0.00	0.28
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ			
	Ahuellamientos	AH	0.00	0.00	4.00
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA	0.00	0.00	2.03
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF	0.00	0.00	0.05
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV			
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ			
	Pérdida de arena y bombeo	PAB			
% de área total respecto a la muestra analizada			6.36		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla No. 38 se puede observar que el 6.36% de área de la muestra analizada presenta deterioro con nivel de severidad alto.

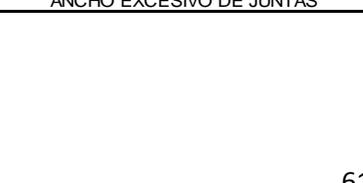
Tabla No.39 Muestra 7, estación 120+000 a 121+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO							
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m ²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA	ESQUEMA
INICIAL	FINAL						
120+019.00	120+039.00	Ambas	130.00	Ancho excesivo de juntas	Alta	Separación de junta mayores de 10mm	Ver esquema 4, Anexo II
120+115.00	120+145.00	Ambas	195.00	Ahuellamiento	media	Profundidad entre 20mm y 40mm	Ver esquema 4, Anexo II
120+180.00	120+200.00	Ambas	130.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm	Ver esquema 4, Anexo II
120+210.00	120+212.25	Izquierda	1.67	Adoquines faltantes (Baches)	Alta	Área entre 0.50m ² y 1.00m ²	Ver esquema 4, Anexo II
120+225.80	120+245.80	Ambas	130.00	Desplazamiento de juntas	Alta	Aberturas de las juntas mayores a 10mm	Ver esquema 4, Anexo II
120+463.00	120+493.00	Ambas	195.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm	
120+541.00	120+561.00	Ambas	130.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm	
120+562.00	120+562.20	Ambas	1.20	Fracturamiento de confinamientos internos	Alta	Grietas mayores de 3mm	
TOTAL (m²)			912.87				

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 07, km 120+000-121+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 40 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 07

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS					
UBICACIÓN:			UNIDAD DE MUESTREO		
COMALAPA-CAMOAPA			VII MUESTRA		
ESTACION:			ÁREA DE MUESTREO		
KM 120+000 - 121+000			6,500.00		
INSPECCIONADO POR:			FECHA:		
ALVARO TRAÑA			NOVIEMBRE DEL 2022		
Deterioro			IMAGEN		
Clase	Tipo			 <p>DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS</p> 	
Deformaciones	Depresiones				
	Escalonamiento entre adoquines.				
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos				
	Abultamiento o Hundimiento.				
	Desplazamiento de juntas		x		
Fallas	Ahuellamientos				x
	Fracturamiento de adoquines				
	Desgaste superficial de adoquines.				
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.				
	Adoquines faltantes (baches)		x		
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).				
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).		x		
	Ancho excesivo de juntas		x		
	Pérdida de arena y bombeo				
	Severidad	Baja	B		
		Media	M		
		Alta	A		
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)	IMAGEN	
MUESTRA 7	DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS	0.00	130.00	 <p>AHUPELLAMIENTOS</p>	
		0.00			
		130.00			
	AHUPELLAMIENTOS	0.00	650.00	 <p>ADOQUINES FALTANTES (BACHES)</p>	
		195.00			
		455.00			
	ADOQUINES FALTANTES (BACHES)	0.00	1.67	 <p>FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS</p>	
		0.00			
		1.67			
	FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS	0.00	1.20	 <p>ANCHO EXCESIVO DE JUNTAS</p>	
		0.00			
		1.20			
ANCHO EXCESIVO DE JUNTAS	0.00	130.00			
	0.00				
	130.00				

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 5 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 41 Porcentaje del área afectada por el deterioro

Clase	Deterioro		%Aa por nivel de severidad		
	Tipo	Símbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ	0.00	0.00	2.00
	Ahuellamientos	AH	0.00	3.00	7.00
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA			
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF	0.00	0.00	0.03
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV	0.00	0.00	0.02
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ	0.00	0.00	2.00
	Pérdida de arena y bombeo	PAB			
% de área total respecto a la muestra analizada			14.04		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla No. 41 se puede observar que el 14.04% de área de la muestra analizada presenta deterioro con nivel de severidad medio y alto.

Tabla No.42 Muestra 8, estación 121+000 a 122+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO							
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m ²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA	ESQUEMA
INICIAL	FINAL						
121+033.40	121+053.40	Ambas	130.00	Desplazamiento de juntas	Alta	Aberturas de las juntas mayores a 10mm	Ver esquema 5, Anexo III
121+061.90	121+071.90	Ambas	65.00	Ancho excesivo de juntas	Alta	Separación de junta mayores de 10mm	Ver esquema 5, Anexo III
121+073.70	121+093.70	Ambas	130.00	Ancho excesivo de juntas	Alta	Separación de junta mayores de 10mm	Ver esquema 5, Anexo III
121+306.00	121+331.00	Ambas	162.50	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm	Ver esquema 5, Anexo III
121+357.80	121+367.80	Ambas	65.00	Ancho excesivo de juntas	Alta	Separación de junta mayores de 10mm	
121+415.00	121+435.00	Ambas	130.00	Desplazamiento de juntas	Alta	Aberturas de las juntas mayores a 10mm	
121+440.00	121+450.00	Ambas	65.00	Abultamiento	Alta	Flecha mayor de 40mm	
121+800.00	121+830.00	Ambas	195.00	Desplazamiento de juntas	Alta	Aberturas de las juntas mayores a 10mm	
TOTAL (m²)			942.50				

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 08, km 121+000-122+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 43 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 08

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS			
UBICACIÓN:		UNIDAD DE MUESTREO	
COMALAPA-CAMOAPA		VIII MUESTRA	
ESTACION:		ÁREA DE MUESTREO	
KM 121+000 - 122+000		6,500.00	
INSPECCIONADO POR:		FECHA:	
ALVARO TRAÑA		NOVIEMBRE DEL 2022	
Deterioro		IMAGEN	
Clase	Tipo		
Deformaciones	Depresiones		
	Escalonamiento entre adoquines.		
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos		
	Abultamiento o Hundimiento.	x	
	Desplazamiento de juntas	x	
Ahuellamientos	x		
Fallas	Fracturamiento de adoquines		
	Desgaste superficial de adoquines.		
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.		
	Adoquines faltantes (baches)		
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).		
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).		
	Ancho excesivo de juntas	x	
	Pérdida de arena y bombeo		
	Severidad	Baja	B
		Media	M
		Alta	A
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)
MUESTRA 8	ABULTAMIENTO	0.00	65.00
		0.00	
		65.00	
	DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS	0.00	455.00
		0.00	
		455.00	
	AHUELLAMIENTOS	0.00	162.50
		0.00	
		162.50	
	ANCHO EXCESIVO DE JUNTAS	0.00	260.00
		0.00	
		260.00	
			ABULTAMIENTO
			
			DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS
			
			AHUELLAMIENTOS
			
			ANCHO EXCESIVO DE JUNTAS

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 5 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 44 Porcentaje del área afectada por el deterioro

Deterioro			%Aa por nivel de severidad		
Clase	Tipo	Símbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB	0.00	0.00	1.00
	Desplazamiento de juntas.	DJ	0.00	0.00	7.00
	Ahuellamientos	AH	0.00	0.00	2.50
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA			
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF			
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV			
Fuentes:	Ancho excesivo de juntas	AEJ	0.00	0.00	4.00
	Pérdida de arena y bombeo	PAB			
% de área total respecto a la muestra analizada			14.50		

Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la **Tabla No. 44** se puede observar que el 14.50% de área de la muestra analizada presenta deterioro con nivel de severidad alto.

Tabla No.45 Muestra 9, estación 122+000 a 123+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO							
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA	ESQUEMA
INICIAL	FINAL						
122+208.00	122+228.00	Ambas	130.00	Ancho excesivo de juntas	Alta	Separación de junta mayores de 10mm	Ver esquema 6, Anexo III
122+246.00	122+256.00	Ambas	65.00	Ancho excesivo de juntas	Alta	Separación de junta mayores de 10mm	Ver esquema 6, Anexo III
122+256.10	122+260.25	Ambas	26.97	Depresión	Alta	Flecha mayor de 40mm	Ver esquema 6, Anexo III
122+269.00	122+279.00	Ambas	65.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm	Ver esquema 6, Anexo III
122+300.00	122+314.92	Ambas	89.52	Abultamiento	Alta	Flecha mayor de 40mm	Ver esquema 6, Anexo III
122+326.00	122+336.00	Ambas	65.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm	Ver esquema 6, Anexo III
122+349.00	122+359.00	Ambas	65.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm	Ver esquema 6, Anexo III
122+540.00	122+560.00	Ambas	130.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm	
122+640.00	122+660.00	Ambas	130.00	Ancho excesivo de juntas	Alta	Separación de junta mayores de 10mm	
122+650.00	122+651.12	Derecha	1.93	Adoquines faltantes (Baches)	Alta	Área mayor de 1.00 m²	
TOTAL (m²)			768.42				

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 09, km 122+000-123+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 46 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 09

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS				
UBICACIÓN:			UNIDAD DE MUESTREO	
COMALAPA-CAMOAPA			IX MUESTRA	
ESTACION:			ÁREA DE MUESTREO	
KM 122+000 - 123+000			6,500.00	
INSPECCIONADO POR:			FECHA:	
ALVARO TRAÑA			NOVIEMBRE DEL 2022	
Deterioro			IMAGEN	
Clase	Tipo			
Deformaciones	Depresiones	x		DEPRESIONES
	Escalonamiento entre adoquines.			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos			
	Abultamiento o Hundimiento.	x		
	Desplazamiento de juntas			
Fallas	Ahuellamientos	x		AHUELLAMIENTOS
	Fracturamiento de adoquines			
	Desgaste superficial de adoquines.			
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.			
	Adoquines faltantes (baches)	x		
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).			ADOQUINES FALTANTES (BACHES)
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).			
	Ancho excesivo de juntas	x		ANCHO EXCESIVO DE JUNTAS
	Pérdida de arena y bombeo			
	Severidad	Baja Media Alta	B M A	
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)	
MUESTRA 9	DEPRESIONES	0.00	26.97	
		0.00		
		26.97		
	ABULTAMIENTO	0.00	89.52	
		0.00		
		89.52		
	AHUELLAMIENTOS	0.00	325.00	
		0.00		
		325.00		
	ADOQUINES FALTANTES (BACHES)	0.00	1.93	
		0.00		
		1.93		
	ANCHO EXCESIVO DE JUNTAS	0.00	325.00	
		0.00		
		325.00		

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 5 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 47 Porcentaje del área afectada por el deterioro

Clase	Deterioro		%Aa por nivel de severidad		
	Tipo	Simbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP	0.00	0.00	0.41
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB	0.00	0.00	1.38
	Desplazamiento de juntas.	DJ			
	Ahuellamientos	AH	0.00	0.00	5.00
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA			
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF	0.00	0.00	0.03
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV			
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ	0.00	0.00	5.00
	Pérdida de arena y bombeo	PAB			
% de área total respecto a la muestra analizada			11.82		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la **Tabla No. 47** se puede observar que el 11.82% de área de la muestra analizada presenta deterioro con nivel de severidad alto.

Tabla No.48 Muestra 10, estación 123+000 a 124+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m ²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA
INICIAL	FINAL					
123+252.00	123+252.68	Derecha	1.50	Adoquines faltantes (Baches)	Alta	Área mayor de 1.00 m ²
123+258.00	123+258.20	Ambas	1.20	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)	Alta	Grietas mayores de 3mm
123+500.00	123+501.58	Ambas	9.95	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos(vigas)	Alta	Grietas mayores de 3mm
123+840.00	123+840.20	Ambas	1.20	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)	Alta	Grietas mayores de 3mm
TOTAL (m ²)			13.85			

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 10, km 123+000-124+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 49 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 10

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS			
UBICACIÓN:		COMALAPA-CAMOAPA	
ESTACION:		KM 123+000 - 124+000	
INSPECCIONADO POR:		ALVARO TRAÑA	
Deterioro		FECHA:	
		NOVIEMBRE DEL 2022	
Clase		Tipo	
Deformaciones	Depresiones		
	Escalonamiento entre adoquines.		
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos.	x	
	Abultamiento o Hundimiento.		
	Desplazamiento de juntas		
Fallas	Ahuellamientos		
	Fracturamiento de adoquines		
	Desgaste superficial de adoquines.		
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.		
	Adoquines faltantes (baches)	x	
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).		
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	x	
Severidad	Ancho excesivo de juntas		
	Pérdida de arena y bombeo		
		Baja	B
		Media	M
		Alta	A
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)
MUESTRA 10	ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES Y CONFINAMIENTOS INTERNOS	0.00	9.95
		0.00	
		9.95	
	ADOQUINES FALTANTES (BACHES)	0.00	1.50
		0.00	
		1.50	
	FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS	0.00	2.40
		0.00	
		2.40	



ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES Y CONFINAMIENTOS INTERNOS



ADOQUINES FALTANTES (BACHES)



FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 3 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 50 Porcentaje del área afectada por el deterioro

Clase	Deterioro		%Aa por nivel de severidad		
	Tipo	Simbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV	0.00	0.00	0.15
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ			
	Ahuellamientos	AH			
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA			
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF	0.00	0.00	0.02
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV	0.00	0.00	0.04
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ			
	Pérdida de arena y bombeo	PAB			
% de área total respecto a la muestra analizada			0.21		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la **Tabla No. 50** se puede observar que el 0.21% de área de la muestra analizada presenta deterioro con nivel de severidad alto.

Tabla No.51 Muestra 11, estación 124+000 a 125+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m ²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA
INICIAL	FINAL					
124+120.00	124+130.00	Ambas	65.00	Ahuellamiento	Alta	Profundidad mayor de 40mm
124+520.00	124+521.00	Derecha	0.24	Fracturamiento de adoquines.	Baja	Área menor a 0.50m ²
124+632.00	124+642.00	Ambas	63.00	Desgaste superficial de adoquines	Alta	Área mayor de 0.50m ²
124+634.00	124+634.20	Ambas	1.20	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)	Alta	Grietas mayores de 3mm
124+735.00	124+745.00	Derecha	25.80	Desgaste superficial de adoquines	Alta	Área mayor de 0.50m ²
TOTAL (m ²)			155.24			

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 11, km 124+000-125+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 52 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 11

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS			
UBICACIÓN:		UNIDAD DE MUESTREO	
COMALAPA-CAMOAPA		XI MUESTRA	
ESTACION:		ÁREA DE MUESTREO	
KM 124+000 - 125+000		6,500.00	
INSPECCIONADO POR:		FECHA:	
ALVARO TRAÑA		NOVIEMBRE DEL 2022	
Deterioro		IMAGEN	
Clase	Tipo		
Deformaciones	Depresiones		
	Escalonamiento entre adoquines.		
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos		
	Abultamiento o Hundimiento.		
	Desplazamiento de juntas		
Fallas	Ahuellamientos	x	
	Fracturamiento de adoquines	x	
	Desgaste superficial de adoquines.	x	
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.		
	Adoquines faltantes (baches)		
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).		
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	x	
	Ancho excesivo de juntas		
	Pérdida de arena y bombeo		
	Severidad	Baja	B
		Media	M
		Alta	A
			
			AHUELLAMIENTOS
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)
MUESTRA 11	AHUELLAMIENTOS	0.00	65.00
		0.00	
		65.00	
	FRACTURAMIENTO DE ADOQUINES	0.24	0.24
		0.00	
		0.00	
	DESGASTE SUPERFICIAL DE ADOQUINES	0.00	88.80
		0.00	
		88.80	
	FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS	0.00	1.20
		0.00	
		1.20	
			
			FRACTURAMIENTO DE ADOQUINES
			
			DESGASTE SUPERFICIAL DE ADOQUINES
			
			FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 4 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 53 Porcentaje del área afectada por el deterioro

Clase	Deterioro		%Aa por nivel de severidad		
	Tipo	Simbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ			
	Ahuellamientos	AH	0.00	0.00	1.00
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF	0.00	0.00	0.00
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA	0.00	0.00	1.37
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF			
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB			
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV	0.00	0.00	0.02
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ			
	Pérdida de arena y bombeo	PAB			
% de área total respecto a la muestra analizada			2.39		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la **Tabla No. 53** se puede observar que el 2.39% de área de la muestra analizada presenta deterioro con nivel de severidad alto.

Tabla No.54 Muestra 12, estación 125+000 a 126+000.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m ²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA
INICIAL	FINAL					
125+800.00	125+804.60	Ambas	27.97	Desgaste superficial de adoquines	Alta	Área mayor de 0.50m ²
125+950.00	125+965.00	Izquierda	42.75	Desplazamiento de borde	Alta	Desplazamiento de borde mayor de 5cm
125+950.00	125+965.00	Izquierda	2.25	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo)	Alta	Grietas mayores de 3mm
TOTAL (m²)			72.97			

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 12, km 125+000-126+000 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 6,500.00 m²).

Tabla No. 55 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 12

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS			
UBICACIÓN:		COMALAPA-CAMOAPA	
ESTACION:		KM 125+000 - 126+000	
INSPECCIONADO POR:		ALVARO TRAÑA	
UNIDAD DE MUESTREO		XII MUESTRA	
ÁREA DE MUESTREO		6,500.00	
FECHA:		NOVIEMBRE DEL 2022	
Deterioro		IMAGEN	
Clase	Tipo		
Deformaciones	Depresiones		
	Escalonamiento entre adoquines.		
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos.		
	Abultamiento o Hundimiento.		
	Desplazamiento de juntas		
Fallas	Ahuellamientos		
	Fracturamiento de adoquines		
	Desgaste superficial de adoquines.	x	
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.	x	
	Adoquines faltantes (baches)		
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	x	
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).		
	Ancho excesivo de juntas		
	Pérdida de arena y bombeo		
	Severidad	Baja	B
		Media	M
		Alta	A
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m²)
MUESTRA 12	DESGASTE SUPERFICIAL DE ADOQUINES	0.00	27.97
		0.00	
		27.97	
	DESPLAZAMIENTO DE BORDE	0.00	42.75
		0.00	
		42.75	
	FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS	0.00	2.25
		0.00	
		2.25	
			
			

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 3 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 56 Porcentaje del área afectada por el deterioro

Deterioro			%Aa por nivel de severidad		
Clase	Tipo	Símbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV			
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ			
	Ahuellamientos	AH			
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA	0.00	0.00	0.43
	Desplazamiento de borde.	DB	0.00	0.00	0.66
	Adoquines faltantes (baches).	AF			
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB	0.00	0.00	0.03
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV			
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ			
	Pérdida de arena y bombeo	PAB			
% de área total respecto a la muestra analizada			1.12		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la **Tabla No. 56** se puede observar que el 1.12% de área de la muestra analizada presenta deterioro con nivel de severidad alto.

Tabla No.57 Muestra 13, estación 126+000 a 126+778.20.

INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES PAVIMENTO ARTICULADO						
ESTACIÓN		BANDA	ÁREA(m ²)	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	NORMA
INICIAL	FINAL					
126+103.25	126+110.00	Derecha	16.54	Ancho excesivo de juntas	Alta	Separación de junta mayores de 10mm
126+120.00	126+135.00	Derecha	2.25	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo)	Alta	Grietas mayores de 3mm
126+740.00	126+741.58	Ambas	10.27	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos(vigas)	Alta	Grietas mayores de 3mm
126+769.00	126+771.48	Ambas	16.12	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos(vigas)	Alta	Grietas mayores de 3mm
126+778.00	126+778.20	Ambas	1.20	Fracturamiento de confinamientos internos (viga)	Alta	Grietas mayores de 3mm
TOTAL (m²)			46.38			

Fuente: Elaboración propia

Unidad de Muestra 13, km 126+000-126+778.20 (Longitud 1,000.00 m, ancho 6.50 m: área: 5,058.30 m²).

Tabla No. 58 Formatos de inspección de daños superficiales, Muestra 13

FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS			
UBICACIÓN:		COMALAPA-CAMOAPA	
ESTACION:		KM 126+000 - 126+778.20	
INSPECCIONADO POR:		ALVARO TRAÑA	
UNIDAD DE MUESTREO		XIII MUESTRA	
ÁREA DE MUESTREO		5,058.30	
FECHA:		NOVIEMBRE DEL 2022	
Deterioro		IMAGEN	
Clase	Tipo		
Deformaciones	Depresiones		
	Escalonamiento entre adoquines.		
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	x	
	Abultamiento o Hundimiento.		
	Desplazamiento de juntas		
Fallas	Ahuellamientos		
	Fracturamiento de adoquines		
	Desgaste superficial de adoquines.		
	Restricción de borde o desplazamiento de borde.		
	Adoquines faltantes (baches)		
Juntas y otros.	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	x	
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	x	
	Ancho excesivo de juntas	x	
	Pérdida de arena y bombeo		
	Severidad	Baja	B
		Media	M
		Alta	A
N° Muestra	Daño	Severidad	área (m ²)
MUESTRA 13	ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES Y CONFINAMIENTOS INTERNOS	0.00	26.39
		0.00	
		26.39	
	FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS	0.00	2.25
		0.00	
		2.25	
	FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS	0.00	1.20
		0.00	
		1.20	
	ANCHO EXCESIVO DE JUNTAS	0.00	16.54
		0.00	
		16.54	

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron 4 daños superficiales.

Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa.

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 6,500.00 m².

Tabla No. 59 Porcentaje del área afectada por el deterioro

Clase	Deterioro		%Aa por nivel de severidad		
	Tipo	Simbolo	Bajo	Medio	Alto
Deformaciones	Depresiones	DP			
	Escalonamiento entre adoquines.	EA			
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos	EAV	0.00	0.00	0.52
	Abultamiento o Hundimiento.	AB			
	Desplazamiento de juntas.	DJ			
	Ahuellamientos	AH			
Fallas	Fracturamiento de adoquines	AF			
	Desgaste superficial de adoquines.	DSA			
	Desplazamiento de borde.	DB			
	Adoquines faltantes (baches).	AF			
	Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).	FB	0.00	0.00	0.04
	Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).	FV	0.00	0.00	0.02
Juntas y otros.	Ancho excesivo de juntas	AEJ	0.00	0.00	0.33
	Pérdida de arena y bombeo	PAB			
% de área total respecto a la muestra analizada			0.92		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la **Tabla No. 59** se puede observar que el 0.92% de área de la muestra analizada presenta deterioro con nivel de severidad alto.

Tabla No. 60. Resumen de la evaluación de los daños en base a las observaciones directas de campo realizada, causa y nivel de deterioro.

Descripción del Deterioro	Área afectada (m ²)	% respecto al área total de daños encontrados	Volumen afectad (m ³)	Causa	Nivel de severidad		
					Baja	Media	Alta
Depresiones	35.55	0.13%		Filtración de agua debido a ausencia de material sellante, falta de drenaje.		4.64%	95.36%
Abultamiento	154.52	0.55%		Cambio volumétrico de la sub-rasante debido al tipo de suelo.			100.00%
Ahuellamiento	1,787.50	6.41%		Hundimientos causados por las cargas del tránsito.		10.91%	89.09%
Escalonamiento entre adoquines	38.87	0.14%		Error constructivo, debido a la falta de control y/o precarias técnicas de construcción.			100.00%
Escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos(vigas)	36.34	0.13%		Debido a la variación del nivel superior del elemento de confinamiento con los adoquines al momento de construcción			100.00%
Desplazamiento de juntas.	1,040.00	3.73%		Falta de confinamientos (vigas) transversales o porque éstos no están a una distancia adecuada.			100.00%
Fracturamiento de adoquines.	0.44	0.00%		Inadecuado espesor de las capas de apoyo, Pérdida de los materiales sellantes.	100.00%		
Desgaste superficial de adoquines.	248.77	0.89%		Por la abrasión de las llantas, Por la colocación de material suelto por personas para ejercer la función de reductor de velocidad.			100.00%
Desplazamiento de borde	42.75	0.15%		Inadecuada construcción y diseño del elemento de confinamiento			100.00%
Adoquines faltantes (Baches)	8.41	0.03%		Desprendimiento de adoquines por ancho excesivo en juntas y falta de sello de adoquín, Aflojamiento de los adoquines, Pérdida de los materiales sellantes.			100.00%
Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo).			1.36	Baja calidad de los materiales y/o precario control en el proceso de construcción.			100.00%
Fracturamiento de confinamientos internos (vigas).			3.48	Baja calidad de los materiales y/o precario control en el proceso de construcción.			100.00%
Ancho excesivo de juntas	807.04	2.89%		Falta del sello de juntas, Error constructivo debido a la falta de control y/o precarias técnicas de			100.00%
Pérdida de arena y bombeo	23,691.85	84.94%		Juntas abiertas y desplazamiento de juntas, Por expulsión de agua al paso de los vehículos.		0.30%	99.70%
Total (m²)	27,892.04	100.00%					

Área Total Pavimentada		m ²	77,755.86
Área Total afectada		m ²	27,892.04
% afectado respecto al área total y daños encontrados			35.87%

Fuente: Elaboración propia

**CAPITULO 4
PROPUESTA DE
MANTENIMIENTO A LA
CARPETA DE RODAMIENTO**

4.1 Introducción

El manual centroamericano de mantenimiento de carretera identifica ciertos tipos de deterioros que se presentan en las carreteras con superficie de rodamiento de adoquín, pero no define que tipo de actividades se debe ejecutar para atender los daños de los diferentes tipos de deterioros que se presentan en el pavimento.

En base a la experiencia de campo en la ejecución de diferentes proyectos con superficie de rodamiento de este tipo en este capítulo se hace una propuesta de las medidas a tomar, es decir, que actividad se debe ejecutar para atender los daños superficiales presentes en el rodamiento.

4.2 Propuesta de Mantenimiento Vial

Todos los pavimentos requieren de mantenimiento, para evitar ahuellamiento, hundimientos, depresiones y otros tipos de fallas que son evidencias visibles del pavimento.

Es importante resaltar que el objetivo del mantenimiento vial, es el sostenimiento de las características físicas de los elementos que conforman una carretera, para brindar al usuario una conducción cómoda y segura, por lo que deben monitorearse las vías en busca de fallas iniciales que puedan ser atendidas con un programa de mantenimiento rutinario o periódico, y en la medida de lo posible, realizar las acciones para evitar que las estas ocurran al establecer un mantenimiento preventivo.

4.2.1 Reposición de adoquín

Se propone esta actividad para reparar el área afectada por los siguientes tipos deterioros:

- ✓ Fracturamiento de adoquines (ver tabla No.13, p.38)
- ✓ Desgaste superficial de adoquines (ver tabla No.14, p.39)

- ✓ Adoquines faltantes (ver tabla No.16, p.41)

El trabajo de reposición de adoquín consiste en el suministro y colocación de adoquines de concreto sobre una superficie preparada de acuerdo con las especificaciones y de conformidad razonable con las líneas, rasantes y secciones transversales mostradas en los planos u orientadas por el ingeniero residente.

El adoquín no deberá presentar en su superficie fisuras ni cascaduras ni cavidades, ni tener materiales extraños tales como piedras, trozos de madera o vidrio, embebidos en su masa. Las aristas deberán ser regulares y la superficie no deberá ser extremadamente rugosa. El tamaño de los adoquines deberá ser uniforme para evitar irregularidades o juntas muy anchas al ser colocados.

El proceso de ejecución de esta actividad comprende las siguientes etapas:

- a) Remoción de adoquín existente.

Una vez definida el área de adoquín a ser repuesto se procede a remover esta área, se remueve el adoquín, así como el colchón de área existente.

- b) Estabilización de base si es necesario (el adoquinado se apoyará en una capa de terracería mejorada, subbase o base del espesor indicado en los planos).

- c) Colocación de colchón (cama) de arena.

- a) Sobre la superficie de apoyo se colocará una capa suelta de arena que servirá de lecho a los adoquines. El espesor requerido de arena suelta que se colocará dependerá de su contenido de humedad, graduación y grado de compactación. Dado que la arena no es vibrada sino hasta que los adoquines han sido colocados, el espesor suelto correspondiente al espesor compacto requerido de 3cm a 5 cm es determinado por tanteos al comenzar los trabajos. La

granulometría de la arena debe cumplir con las especificaciones NIC-2019 descritas en Tabla No. 1, p.9 de este documento.

d) La colocación de los adoquines sobre la superficie preparada.

Deberán ser colocadas con mucho cuidado para evitar el desalojo de los adoquines que ya están colocados que no quede escalonamiento entre adoquines y considerando un ancho de junta de 3mm a 5 mm entre adoquines. Si hay áreas en que hayan quedado juntas muy abiertas se les removerá y volverá a colocar.

e) El recorte de los adoquines en los bordes de la vía.

Aquellas formas irregulares que queden en los bordes donde la abertura entre el bordillo y la última hilada de adoquín sean mayores de 8cm serán rellenadas con cuñas o pedazos de adoquín cortados con un cortador de adoquines.

Debe evitarse colocar piezas muy pequeñas o delgadas, pues con frecuencia se hacen pedazos con la vibración. El recorte de los adoquines para ajustar el pavimento a los bordes, no se hará sino hasta haber colocado adoquines en un área considerable.

En las parrillas de tragantes, en pozos de visita y tapas de inspección se procederá de una manera similar hacia los bordes, teniendo cuidado de que los bloques, al ser compactados, queden ligeramente más arriba del nivel de entrada al dren.

f) El sellado de las juntas de los adoquines con arena.

Finalmente, se rellenarán las ranuras o juntas entre adoquines con arena, la que será aplicada con escoba o cepillo y, luego, se pasará el vibrador dos o tres veces hasta completar la trabazón entre los adoquines. La granulometría de la arena debe cumplir con las especificaciones NIC-2019 descritas en Tabla No. 3, p.11 de este documento.

Las ranuras que queden entre los bordillos o cunetas laterales o entre los remates o travesaños de concreto y los adoquines serán rellenas con mortero de arena y cemento en proporción de 1:3.

A fin de evitar la retención de agua en el colchón de arena, se mantendrán ranuras laterales sin sellar hasta la cota inferior del colchón de arena o llorones de 3/4" máximo cada 5-6 m (estos se dejan en los bordillos).

Antes de aceptar cada tramo de adoquinado el Ingeniero comprobará si está de acuerdo con la rasante longitudinal y con el bombeo indicado en los planos.

g) La vibración de toda el área adoquinada.

Una vez que los bordes del adoquinado hayan sido completados a lo largo de la calle o camino, se vibrará la superficie por medio de una plancha o rodillo vibratorio. El número de pases requerido dependerá de una variedad de factores y será determinado por medio de tanteos en el sitio, tratando de obtener una superficie que sea transitable con suavidad y que no sea posteriormente compactada por los vehículos. Generalmente, bastan dos o tres pasadas. No se aplicará vibración a áreas que queden dentro de un metro de adoquines no confinados. Por otra parte, no se deberán dejar áreas sin vibrar de un día para otro.

Los adoquines a utilizarse deben cumplir con las especificaciones del NIC-2019 sección 504.

4.2.2 Remoción y conformación de adoquín

Se propone esta actividad para reparar el área afectada por los siguientes tipos deterioros:

- ✓ Depresiones (ver tabla No.7, p.32)
- ✓ Abultamiento (ver tabla No.8, p.33)
- ✓ Ahuellamiento (ver tabla No.9, p.34)
- ✓ Escalonamiento entre adoquines (ver tabla No.10, p.35)
- ✓ Escalonamiento entre adoquines y confinamientos (vigas) (ver tabla No.11, p.36)
- ✓ Desplazamiento de juntas (ver tabla No.12, p.37)
- ✓ Desplazamiento de borde (ver tabla No.15, p.40)
- ✓ Ancho excesivo de juntas (ver tabla No.19, p.44)

Al igual que la reposición de adoquines, se deberá considerar la reconformación y compactación al 95% proctor estándar como mínimo de la base existente de ser necesario con el fin de obtener una superficie adecuada para la colocación de la capa de arena (5 cm), posteriormente la correcta colocación de los adoquines, considerando un ancho de junta de 3mm a 5 mm, y el respectivo sello de arena.

El proceso de ejecución de esta actividad comprende las siguientes etapas:

- b) La remoción de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolocación.
- c) Retirar la cama de arena existente y desalojarla fuera del área de trabajo.
- d) Reemplazar la base existente con material selecto en una proporción de 0.20m³ por cada m² de la actividad (20cm de espesor de base) en caso de ser necesario.
- e) Una vez pasado el periodo de curado de la base estabilizada (7 días mínimo) se procederá a la colocación de adoquines colocando un colchón o cama de arena entre 3cm a 5cm y considerando un ancho de junta de 3mm a 5mm, la arena debe estar libre de impureza y materia orgánica. La granulometría de la

arena debe cumplir con las especificaciones NIC-2019 descritas en Tabla No. 1, p.9 de este documento.

- f) Posterior a la colocación de los adoquines se procederá a sellar las juntas con arena para eliminar los vacíos existentes para dar mejor soporte a los adoquines y así evitar desplazamientos, que se fracturen y se desprendan debido al tráfico vehicular.

Finalmente, una vez sellada las juntas se procederá a la compactación del tramo adoquinado. La granulometría de la arena debe cumplir con las especificaciones NIC-2019 descritas en Tabla No. 3, p.11 de este documento.

4.2.3 Sello de adoquín con arena

Se propone esta actividad para reparar el área afectada por el siguiente tipo deterioro siempre y cuando el nivel de severidad no sea medio a alto:

- ✓ Pérdida de arena y bombeo (ver tabla No.20, p.45)

La actividad de sello de adoquín con arena consiste en la aplicación de arena para eliminar vacíos existentes entre las juntas para dar mejor soporte a los adoquines, evitando que estos se desprendan de su sitio o que se fracturen, producto del tráfico vehicular.

Se deberá considerar la eliminación de todo material inadecuado en las juntas (maleza, limo, arcilla o cualquier material orgánico), se colocarán de manera uniforme $0.01 \text{ m}^3 / \text{m}^2$ de material, siendo esparcido finalmente con cepillo de fibra, de manera que las juntas queden completamente llenas, debiendo retirar el material sobrante.

La granulometría de la arena debe cumplir con las especificaciones NIC-2019 descritas en Tabla No. 3, p.11 de este documento.

4.2.4 Construcción de Bordillo de Concreto

Se propone esta actividad para atender la longitud afectada por el siguiente tipo deterioro:

- ✓ Fracturamiento de confinamientos externos (bordillo) (ver tabla No.17, p.42)

La actividad de construcción de bordillo de concreto consiste en construir elementos en los bordes laterales para confinar y proteger debidamente el adoquinado, el procedimiento que se lleva a cabo es el siguiente:

- a) Identificar el estacionado donde este elemento haya colapsado cediendo al desplazamiento del adoquín.
- b) Una vez identificado el estacionado se procede a remover el adoquín del área circundante afectada demoler el bordillo existe y completar la excavación a la profundidad que se requiere para garantizar la altura o espesor del elemento a construir.
- c) Se procede a colocar a colocar la formaleta para garantizar el dimensionamiento del elemento a construir, en las formaletas se podrá usar madera, metal u otro material. Las formaletas deben estar limpias y recubiertas con un agente especial para desencofrar. Deben ser recubiertas con aceite antes de colocar el concreto
- d) Colocar el concreto de manera que se evite la segregación y consolidarlo con vibrador. La resistencia del concreto debe cumplir con las especificaciones NIC-2019 descritas en la Tabla No.4, p.11 de este documento.

- e) El concreto deberá ser curado durante un mínimo de 7 días conforme a lo establecido en NIC-2019 sección 901.

4.2.5 Construcción de Viga de concreto

Se propone esta actividad para atender la longitud afectada por el siguiente tipo deterioro:

- ✓ Fracturamiento de confinamientos internos (vigas) (ver tabla No.18, p.43)

La actividad de construcción de viga de concreto consiste en construir vigas de concreto transversales a la carretera, el procedimiento que se lleva a cabo es el siguiente:

- a) Identificar el estacionado donde se requiere construir una viga nueva o se requiere reconstruir la existente.
- b) Una vez identificado el estacionado se procede a cortar el adoquín con cortadora de concreto o demoler la viga existe y completar la excavación a la profundidad que se requiere para garantizar la altura o espesor de la viga.
- c) Se procede a colocar a colocar la formaleta para garantizar el dimensionamiento de la viga a construir, en las formaletas se podrá usar madera, metal u otro material. Las formaletas deben estar limpias y recubiertas con un agente especial para desencofrar. Deben ser recubiertas con aceite antes de colocar el concreto.
- d) Colocar el concreto de manera que se evite la segregación y consolidarlo con vibrador.
- f) El concreto deberá ser curado durante un mínimo de 7 días conforme a lo establecido en NIC-2019 sección 901.

CAPITULO 5
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En el inventario de daños realizado se ha encontrado 14 fallas las cuales son: depresiones, abultamiento, ahuellamiento, escalonamiento entre adoquines, escalonamiento entre adoquín y confinamiento internos(vigas), desplazamiento de juntas, fracturamiento de adoquines, desgaste superficial de adoquines, desplazamiento de borde, adoquines faltantes (pérdida de adoquines), fracturamiento de confinamientos externos (bordillos), fracturamiento de confinamientos internos (vigas), ancho excesivo de juntas y pérdida de arena y bombeo. Entre las cuales destaca con mayor participación, pérdida de arena y bombeo, ahuellamiento, ancho excesivo de juntas y otras con menor incidencia como, desgaste superficial de adoquines, abultamiento o hundimiento, escalonamiento entre adoquines, desplazamiento de borde, depresiones y escalonamiento entre adoquines y confinamientos internos (vigas); presentes a lo largo de 11.68km.
- En base a las observaciones directas de campo realizado al tramo de carretera Comalapa-Camoapa se evaluaron los daños en el pavimento encontrando un área de daños de 27,892.04m² de estos el 0.96% presenta daños con niveles de severidad medio y el 99.04% presenta alto nivel de severidad.
- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del inventariado de fallas encontrándose que los daños presentan niveles de severidad alta y media para evitar que el área afectada se incremente se propone el mantenimiento rutinario y de esta manera prolongar la vida útil de la carretera brindando un mejor servicio al usuario.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda el mantenimiento rutinario para atender los daños en el pavimento que presenten nivel de severidad medio y alto, con el propósito de que la vía recupere las condiciones iniciales de construcción.
- Se recomienda que a la hora de la ejecución de una nueva obra se implemente un buen control de calidad en los diferentes procesos y etapas constructivas, garantizando espesores de cama de arena, separación entre adoquines todo conforme a las especificaciones de NIC-2019.
- Cumplir con el control de calidad en cuanto a la granulometría y calidad de la arena a utilizarse como colchón del adoquín, así como la que se empleará como sello de junta de adoquín.
- Realizar un previo análisis de los materiales a utilizar según las condiciones donde se ejecute la obra, con el objetivo de que la estructura de pavimento sea capaz de soportar las cargas repetidas del tráfico y de esta manera alargar la vida útil de la carretera.
- Se recomienda que, para atender los tipos de deterioros identificados como desgaste superficial de adoquines, adoquines faltantes (baches), adoquines fracturados realizar la actividad como reposición de adoquín, el adoquín debe cumplir con las especificaciones de resistencia establecidas en NIC-2019.
- Se recomienda que al ejecutar la actividad propuesta como remoción y conformación de adoquines garantizar separación entre juntas de adoquines de acuerdo a las establecidas en NIC-2019 así como garantizar el bombeo en la carretera para evitar estancamiento de agua que ocasionen daños a la superficie de rodamiento por la acción de tráfico.

- Garantizar la construcción de elementos de confinamiento internos como lo son las vigas transversales donde se presenten pendientes superiores al 8% para evitar el desplazamiento de los adoquines (ver tabla No. 5 de este documento).
- En cuanto al concreto a utilizarse para la construcción de los elementos de confinamiento externo al ejecutarse esta actividad cumplir con la resistencia del concreto establecida en NIC-2019.
- El fracturamiento de confinamiento interno se debe a la mala calidad del concreto y proceso de construcción, se recomienda que el concreto a utilizarse sea de la misma resistencia del adoquín utilizado en el pavimento.
- Se recomienda obras de protección donde sea necesario como construcción de cunetas revestidas con piedra bolón o adoquines disponibles producto de la actividad de reposición de adoquín, siendo estas obras elementos que garantizan la vida útil de esta carretera.

BIBLIOGRAFIA

- ✓ Castillo, J. A. (2017). Fallas y causas en los pavimentos articulados de las vías urbanas en la ciudad de Jaén. Jaén-Cajamarca-Perú.
- ✓ Fernandez, E. C. (Febrero 2018). Propuesta de mejoramiento vial y funcional de la terminal de transporte terrestre de la Ciudad de Nueva Guinea RACCS. Managua.
- ✓ FOMAV. (abril 2022). Documento base de concurso con precalificación para la selección de firmas consultoras. Managua.
- ✓ MTI. (NIC-2019). Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes. Managua.
- ✓ Lombardi, V. Z. (2008). Manual para el diseño de carretera pavimentada de bajo volumen de tránsito. Lima-perú.
- ✓ Sandoval, C. H. (julio 2010). Revista Ingenierias Universidad de Medellin vol.9 No. 17, pp. 75-94. Medellin-Colombia.
- ✓ Nacional, I. P. (Agosto 2014). Drenaje y subdrenaje en carreteras. México D.F.
- ✓ Navarro, T. E. (2013). Manual de Diseño de pavimento de adoquines de Hormigón . Chile.
- ✓ Nicaragua, A. N. (agosto 2000). Ley creadora del fondo de mantenimiento vial. Managua.
- ✓ Sandoval, C. H. (2012). Nociones sobre evaluación y rehabilitación de estructuras de pavimentos. Tunja, Boyacá-Colombia.
- ✓ SIECA. (Edición 2010). Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras.

ANEXOS