Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
Vea una copia de esta licencia en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

Obra publicada con autorización del autor

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Identificación de las fallas del asfaltado y propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita, Lamas 2022

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores:

José Sánchez Puerta
https://orcid.org/0000-0001-6352-8556

Saskia Mariel Carbajal Chacaliaza
https://orcid.org/0000-0002-7871-8739

Asesor:

Ing. M.Sc. Juvenal Vicente Diaz Agip
https://orcid.org/0000-0002-2905-6185

Tarapoto, Perú

2022

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Identificación de las fallas del asfaltado y propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita, Lamas 2022

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Presentado por

José Sánchez Puerta

Saskia Mariel Carbajal Chacaliaza

Sustentada y aprobada el 15 de diciembre del 2022, ante el honorable jurado:

Presidente de Jurado
Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro

Secretario de Jurado
Ing. Ernesto Eliseo García Ramírez

Vocal de Jurado
Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta

Asesor
Ing. M.Sc. Juvenal Vicente Diaz Agip

Tarapoto, Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Formato Nº 19. Modelo único de acta de sustentación

Acta de sustentación de trabajo de investigación

Para titulo N° .....

Jurado reconocido con Resolución N° 126-2022-UNSM/FICA-CF-NLU
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.
Escuela profesional de Ingeniería Civil.

A las .....horas del día jueves fecha 15 de diciembre de 2022, inició al acto público de sustentación del trabajo de investigación **"IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS DEL ASFALTADO Y PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL TRAMO: PONGO DE CAYNARACHI A BARRANQUITA, LAMAS 2022"**, para optar el título de **Ingeniero Civil**, presentado por los Bachilleres: **José Sánchez Puerta y Saskia Mariel Carbajal Chacaliaza**, con la asesoría del **Ing. M. Sc. Juvenal Vicente Diaz Agip.**

Instalada la Mesa Directiva conformada por Ing. M. Sc. Rubén del Águila Panduro (presidente del jurado), Ing. Ernesto Eliseo Garcia Ramírez (secretario), Ing. M. Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta (vocal), y acompañados por el Ing. M. Sc. Juvenal Vicente Diaz Agip (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Circular Nº 045-2022-UNSM/FICA.

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es aprobatoria correspondiente a la calificación de diecisés.....(16) Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N°.711 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 12:15 hora el mismo día de sustentación, jueves 15 de diciembre de 2022.

Secretario del Jurado	Presidente del Jurado	Vocal del Jurado	Asesor

Declaratoria de autenticidad

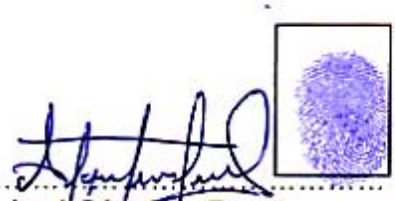
José Sánchez Puerta, con DNI N° 73118507 y **Saskia Mariel Carbajal Chacaliaza** con DNI N° 73118507, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Identificación de las fallas del asfaltado y propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita, Lamas 2022.**

Declaramos bajo juramento que:

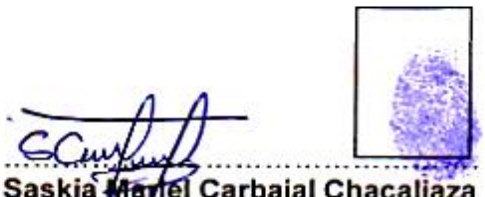
1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 15 de diciembre del 2022.



José Sánchez Puerta
DNI N° 73118507



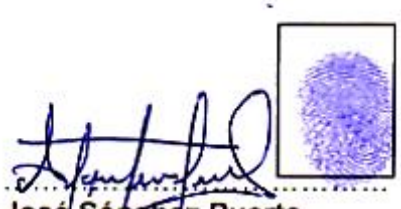
Saskia Mariel Carbajal Chacaliaza
DNI N° 70996573

Declaración jurada

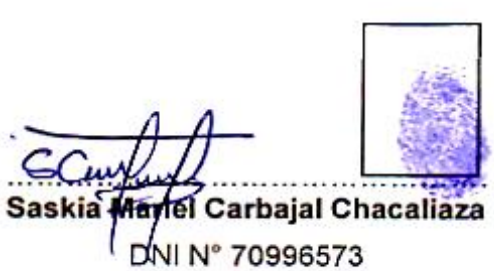
José Sánchez Puerta, con DNI N° 73118507, domiciliado en el Jr. Hipólito Rangel N°182 Soritor y **Saskia Mariel Carbajal Chacaliaza** con DNI N° 70996573, domiciliada en el Jr. Jorge Chávez N° 1468 Tarapoto, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, **Declaramos Bajo Juramento** que, toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis, que acompaño es verás y auténtica.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martin.

Tarapoto, 15 de diciembre del 2022.



José Sánchez Puerta
DNI N° 73118507



Saskia Mariel Carbajal Chacaliaza
DNI N° 70996573

Ficha de Identificación

Título del proyecto: Identificación de las fallas del asfaltado y propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita, Lamas 2022.	**Área de investigación:** Transportes. **Línea de investigación:** Estrategias de tecnología de informacion y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible. **Sublínea de investigación:** Sistema urbanisticos para el desarrollo sostenible. **Tipo de Investigación:** Aplicada

Autores: José Sánchez Puerta Saskia Mariel Carbajal Chacaliaza	Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil https://orcid.org/0000-0001-6352-8556 https://orcid.org/0000-0002-7871-8739

Asesor Ing. M.Sc. Juvenal Vicente Diaz Agip	**Dependencia local de soporte:** Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil https://orcid.org/0000-0002-2905-6185

Dedicatoria

Dedico la presente tesis primordialmente a mis padres, por su soporte absoluto durante el desarrollo de mi formación como profesional, muchos de mis logros no hubieran sido posible sin ustedes, incluyendo este.

A mi hermana y a todo mi círculo familiar cercano, por sus palabras de aliento que me motivaron a seguir adelante con mis objetivos y sueños.

Y a mi fiel amigo Corazón, por su amor incondicional y por ser mi apoyo en el proceso de cada meta lograda.

Saskia M. Carbajal Chacaliaza

A mis padres; por orientarme en el sendero de la vida, ya que sin sus consejos no lo hubiera logrado. Por eso les doy mi trabajo como regalos y gratitud por el esfuerzo que me brindaron a lo largo de mi vida.

A mis hermanos; por orientarme con sus experiencias y por su apoyo emocional y físico para culminar mis estudios universitarios.

A mis profesores de la carrera, por enseñarme lo que sé y por las experiencias compartidas para asumir los retos de la vida, y todo esto influye para guiarme y ser una mejor persona y un buen profesional, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

José Sánchez Puerta

Agradecimientos

A Dios, por ser mi guía y la fortaleza que necesito en cada momento de mi vida.

A mis padres Amos Abdías Carbajal Saravia y Mariela Rossana Chacaliaza Hernández, por haber contribuido a mi desarrollo como persona y como profesional,

A mi hermana Amiara Carbajal, por sus palabras de aliento que me motivaron a seguir adelante con mis metas y sueños.

Al Ing. Vicente Juvenal Diaz Agip, por su asesoría y acompañamiento durante el desarrollo de la presente tesis.

Saskia M. Carbajal Chacaliaza

A Dios, porque con su gracia y sabiduría, me ayudó en los momentos más complicados de mi vida.

A mis padres; Rosa Puerta Piérola y Jose C. Sanchez Mejia, por ser la fuente de inspiración para trazarme un futuro mejor mediante el estudio de la carrera profesional.

A mis hermanos; por sus consejos que me sirvieron de mucho en la vida y en mi etapa universitaria.

Al Ing. Vicente Juvenal Diaz Agip, por su apoyo incondicional en la ejecución de la presente tesis.

José Sánchez Puerta

Índice general

Ficha de Identificación 6
Dedicatoria 6
Agradecimiento 8
Índice general 9
Índice de tablas 11
Índice de figuras 12
Índice de gráficos 13
Índice de Planos 14
RESUMEN 16
ABSTRACT 16

CAPITULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACION 17

CAPITULO II MARCO TEÓRICO 19
2.1. Antecedentes de la Investigación 19
2.2. Fundamentos Teóricos 24
2.3. Definición de Términos Básicos 47

CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS 49
3.1. Ambito y condiciones de la investigación 49
3.1.1. Contexto de la investigación 49
3.1.2. Periodo de ejecución 51
3.1.3. Autorizaciones y permisos 53
3.1.4. Control ambiental de bioseguridad. 53
3.1.5. Aplicación de principios eticos internacionales 53
3.2. Sistema de Variables 53
3.2.1 Variables principales 53
3.2.2 Variables secundarias 54
3.3. Procedimiento de la investigación 54
3.3.1. Objetivo específico Nº01: Identificar las fallas del asfaltado en el Tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita. 54
3.3.2. Objetivo específico Nº02: Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en el tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita. 54
3.3.3. Objetivo específico Nº03: Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita. 54

3.3.4. Objetivo específico Nº04: Determinar la influencia de la identificación de fallas del asfaltado en la propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita. 54

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 58
4.1. Objetivo especifico N° 01: Identificar las fallas del asfaltado en el Tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita. 58
4.2. Objetivo especifico N° 02: Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en el tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita. 90
4.3. Objetivo especifico N° 03: Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita. 93
4.4. Objetivo especifico N° 04: Determinar la influencia de la identificación de fallas del asfaltado en la propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita. 96

CONCLUSIONES 97

RECOMENDACIONES 98

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 99

PLANOS

Índice de tablas

Tabla 1. Cronograma de actividades. 52
Tabla 2. Descripción de variables por objetivo específico. 53
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 57
Tabla 4. Resumen de las fallas encontradas por cada progresiva intervenida. 90
Tabla 5. Resumen de las fallas encontradas en el tramo de ejecución. 91
Tabla 6. Alternativas de Solución para mejorar la transitabilidad del Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita. 93

Índice de figuras

Figura 1. Piel de cocodrilo, Gravedad 1 28
Figura 2. Piel de cocodrilo, Gravedad 2 29
Figura 3. Piel de cocodrilo, Gravedad 3 29
Figura 4. Fisuras longitudinales, Gravedad 1 30
Figura 5. Fisuras longitudinales, Gravedad 2 30
Figura 6. Fisuras longitudinales, Gravedad 3 31
Figura 7. Deformación por deficiencia estructural – Depresión continua longitudinal, Gravedad 1 32
Figura 8. Deformación por deficiencia estructural, Gravedad 2 32
Figura 9. Deformación por deficiencia estructural, Gravedad 3 33
Figura 10. Deformación por deficiencia estructural – Hundimiento, Gravedad 2 33
Figura 11. Deformación por deficiencia estructural, Gravedad 3 33
Figura 12. Ahuellamiento, Gravedad 1 y Gravedad 2 35
Figura 13. Ahuellamiento, Gravedad 3 35
Figura 14. Reparaciones o parchado, Gravedad 1 36
Figura 15. Reparaciones o parchados, Gravedad 2 37
Figura 16. Reparaciones o parchados, Gravedad 3 37
Figura 17. Peladura y desprendimiento, Gravedad 1 38
Figura 18. Peladura y desprendimiento, Gravedad 2 38
Figura 19. Peladura y desprendimiento, Gravedad 3 39
Figura 20. Baches (huecos), Gravedad 1 40
Figura 21- Baches (huecos), Gravedad 2 40
Figura 22. Fisuras transversales, Gravedad 1 y Gravedad 2 41
Figura 23. Fisuras transversales, Gravedad 3 42
Figura 24. Ubicación del proyecto 50
Figura 25. Vista satelital del tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita (Fuente: Elaboración propia) 55

Índice de gráficos

Gráfico 1. Fallas predominantes en el Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita ... 91
Gráfico 2. Porcentajes respecto a los daños existentes en el Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita ... 92

Índice de Planos

Plano 1. Plano de Ubicación 103
Plano 2. Plano Clave..... 104

RESUMEN

El concurrente trabajo de investigación se llevó a cabo con el objeto de identificar y evaluar la infraestructura vial del Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita, la cual presenta un considerable deterioro a nivel de asfaltado que afecta el tránsito vehicular y a su vez al comercio existente de las localidades anexas al tramo en mención. Los objetivos a cumplir en la presente tesis son, identificar las fallas del asfaltado, determinar los problemas relacionados con la transitabilidad, plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad y determinar la influencia de la identificación de fallas del asfaltado en la propuesta de alternativas. El presente proyecto se realizó en el Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita ubicada en la provincia de Lamas del Departamento de San Martín. El periodo de evaluación tuvo una duración de cuatro meses, desde agosto hasta noviembre del presente año. Se realizaron las actividades principales de reconocimiento en campo para la identificación de fallas en el asfaltado del tramo mencionado, en los cuales se encontraron diferentes tipos de fallas en diferentes progresivas, éstos fueron clasificados de acuerdo al tipo y nivel de gravedad de acuerdo al Manual de Carreteras (MC-08-14 – Mantenimiento o Conservación Vial Parte IV) obteniendo así información de la situación actual, y mediante teoría referenciada al tema, plantear propuestas de mejora. Se obtuvo un inventario de condición con fotografías en las progresivas donde se encontraron las fallas en el asfalto a lo largo del tramo, así como los planos (ubicación y de identificación de fallas). Finalmente, se plantearon las alternativas de acuerdo a la problemática existente en el tramo para el adecuado mantenimiento o rehabilitación de la carretera.

Palabras clave: infraestructura vial, tránsito vehicular, deterioro, mantenimiento, conservación vial.

ABSTRACT

The purpose of this research work was to identify and evaluate the road infrastructure of the Pongo de Caynarachi to Barranquita section, which shows a considerable deterioration of the asphalt that affects vehicular traffic and at the same time the existing commerce of the towns adjacent to the mentioned section. The objectives of this thesis are to identify asphalt failures, determine the problems related to trafficability, propose alternatives to improve trafficability and determine the influence of the identification of asphalt failures in the proposal of alternatives. This project was carried out in the Pongo de Caynarachi to Barranquita section, located in the province of Lamas in the Department of San Martin. The evaluation period lasted four months, from August to November of the current year. The main field reconnaissance activities were carried out to identify faults in the asphalt of the aforementioned section, in which different types of faults were found in different stages. They were classified by type and severity level according to the Highway Manual (MC-08-14 - Road Maintenance or Conservation Part IV), thereby obtaining information about the current situation in order to propose improvement proposals by using theory related to the subject. A condition inventory was obtained with photographs of the progressives where asphalt failures were found along the stretch, as well as the plans (location and identification of failures). Finally, alternatives were proposed for the adequate maintenance or rehabilitation of the road according to the existing problems in the section.

Keywords: road infrastructure, vehicular traffic, deterioration, maintenance, road preservation.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1. Marco general del problema

Las Carreteras fueron y son la base fundamental de la unión de comunidades, ciudades y ciudadelas; por lo tanto; desde la antigüedad se realizaron caminos, con una extensa e increíble construcción y su desarrollo abarcaba mucho tiempo de arduo trabajo, llegando a construirse con una excelente calidad y durabilidad, que hasta el día de hoy persevera y se observa una grandiosa construcción.

Actualmente, los caminos y/o carreteras vigentes en el Perú, son proyectadas para una vida útil promedio. Existen dos tipos de pavimentos que conforman una red vial, pueden ser rígidos o flexibles. Los pavimentos asfálticos llamados también pavimentos flexibles, son los más propensos a presentar desgaste en la carpeta asfáltica debido a varios factores externos, ya sea, factores climatológicos, por la circulación de vehículos motorizados o fallas geológicas, entre otros agentes que afectan la transitabilidad.

Las redes viales existentes en nuestra región desarrollan un papel importante en el aspecto socioeconómico, ya que a través de estas se desarrolla el dinamismo comercial, principalmente en el sector turístico y agrícola; por esta razón deben ser cuidadas y preservadas manteniendo una adecuada serviciabilidad de las mismas; generando comodidad a los usuarios que transitan en los caminos.

El tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita actualmente presenta fallas en el asfaltado, muy notorias a simple vista, estas se deben a diversas causas; una de ellas son las precipitaciones pluviales de gran intensidad que se presentan en nuestra región, estas causan la erosión de la calzada, afectando la seguridad del tráfico ya que se presentan deformaciones, fisuras y pérdida de material; otra causa se debe al crecimiento poblacional existente el cual fue más de lo estimado al momento de la construcción del tramo asfaltado, generando así el rápido desgaste de la calzada; en ciertas partes del tramo no se presentan obras de arte que puedan evacuar adecuadamente las aguas pluviales y canalizar así también los cursos de agua fijos y perecederos, funcionando de esta manera como protección a la carretera, ante eventos que puedan afectar su tiempo de vida útil.

Por lo tanto, el presente proyecto consta del estudio del tramo, en la identificación de las fallas en el asfalto para así plantear alternativas de solución ante el evidente

deterioro de la Carretera Tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita, con la finalidad de mejorar la serviciabilidad del trayecto.

1.2. Formulación del Problema

¿De qué manera la Identificación de las fallas del asfaltado influye en la propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad en el Tramo: Pongo de Caynarachi – Barranquita?.

1.3. Hipótesis de la investigación

La identificación de las fallas del asfaltado influye positivamente en la propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad en el Tramo: Pongo de Caynarachi – Barranquita, brindando una mejor serviciabilidad del tramo en estudio.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Verificar el grado de influencia de la identificación de las fallas del asfaltado en la propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del Tramo: Pongo de Caynarachi – Barranquita.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las fallas del asfaltado en el Tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.
- Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en el tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.
- Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita.
- Determinar la influencia de la identificación de fallas del asfaltado en la propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Antecedentes Internacionales

Gonzáles (2018), en su tesis de pregrado para optar el título de Ingeniero Constructor en la Universidad Andres Bello, ubicada en Santiago de Chile, denominada “Metodologías de Reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito” concluyó que:

> La opción más rentable para las dos posibles soluciones al fallo del bache es la reparación a todo espesor, tanto en términos de costes directos y gastos generales como de presupuesto global. El coste de la solución alternativa, el reasfaltado con hormigón, es superior a la económica y representa el 37,39% del presupuesto global. Estas cifras se ajustan a la modelización sugerida en el informe. La diferencia de coste entre los dos procedimientos de reparación se debe al material utilizado para la capa de rodadura; en un caso se utilizó asfalto, mientras que en el otro se empleó hormigón. El hormigón es un material más caro, de ahí que cueste más completar esta tarea (p. 71).

Miranda (2010), en su tesis para optar el título de Ingeniero Constructor en la Universidad Austral de Chile, ubicada en Chile, denominada “Deterioros en Pavimentos flexibles y rígidos” concluyó que:

> Algunos de los métodos de reparación de pavimentos utilizados en las obras realizadas en los sectores 1 y 2 de Valdivia fueron insuficientes porque no utilizaron las normas adecuadas para el tipo de falla y su remedio apropiado. El cliente debería haber inspeccionado más a fondo las obras (p. 75).

Sepúlveda (2020), en su tesis denominada “Evaluación de deterioro en un pavimento flexible, reporte de caso: desde la Avenida Francisco Fernández de Contreras, Calle 7 hasta la Carrera 10, Ocaña Agua de la Virgen” presentada en la Universidad Pontificia Bolivariana, ubicada en Bucaramanga, Colombia, concluyó que “Dado que los problemas superficiales no se abordaron a tiempo, acabaron convirtiéndose en defectos estructurales, los daños superficiales descubiertos son bastante menores en comparación con los estructurales” (p. 130).

Banda (2018), en su tesis para optar el grado de Maestría en Ciencias en Construcción Tecnología y Gerencia, denominada “Investigating the causes of frequent failures on Maintained Asphalt Pavement Federal Roads in Ethiopia” que traducido como, Investigación de las causas de fallas frecuentes en mantenimiento de pavimento de asfalto en carreteras federales en Etiopía, en Addis Ababa Science and technology University, que puede ser traducido como Universidad de Ciencia y Tecnología de Addis Ababa, en el País de Etiopía concluyó que:

> Además de lo anterior, las razones básicas del deterioro de la carretera de mantenimiento en Etiopía incluyen: estudios de viabilidad inadecuados para determinar los requisitos de mantenimiento de la carretera, corrupción que conduce a una deficiente mano de obra por parte de los Contratistas, negligencia de los funcionarios del gobierno que están autorizados a supervisar la construcción y la falta de recursos adecuados para llevar a cabo el mantenimiento de la carretera federal pavimentada en Etiopía (p.116).

Antecedentes Nacionales

Zevallos (2018), en su tesis para optar por el grado académico de Maestro en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de Empresas de la Construcción, denominada “Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017”, presentada en la Universidad César Vallejo en la ciudad de Lima, concluyó que **“**Conocer el estado de las calles en Barranca le permitirá decidir qué acciones tomar en cada situación, establecer un diagrama de tiempos de reparaciones e incluso planear un plan de financiación” (2018, p. 81).

Cárdenas (2017), en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil, denominada “Diagnóstico de los tratamientos superficiales aplicados en las fallas de los pavimentos de la Avenida José Matías Manzanilla del Distrito de Ica, 2017”, presentada en la Universidad Alas Peruanas en la ciudad de Ica, concluyó que:

> En la ciudad de Ica, las fallas en el pavimento son uno de los problemas más frecuentes, sobre todo en avenidas con gran carga de tráfico, como es el caso de la avenida José Matias Manzanilla, a la cual no se le dio el mantenimiento adecuado debido a su condición obsoleta. Además de estas fallas, también podemos mencionar factores durante el proceso de construcción en cuanto a materiales, equipos y factores ambientales (p. 72).

Vargas (2022), en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil, titulada “Identificación de fallas más frecuentes e índice de condición de los pavimentos flexibles, a partir de investigaciones realizadas en el Perú – Cajamarca 2021”, presentada en la Universidad Privada del Norte en la ciudad de Cajamarca, concluyó que:

> La desintegración de los áridos, que representa el 24,30% de todos los problemas en los pavimentos flexibles de Perú, resultó ser la más frecuente el cual es causado típicamente por la disminución de ligante asfáltico o por un espesor insuficiente; la siguiente falla fueron los baches con un 11,8%, el cual fue causado por un drenaje inadecuado y una falta de resistencia del ligante; los parches con un 11,6%, el cual fue causado por métodos de construcción deficientes; y la falla más usual de los pavimentos flexibles en Perú, la cual es causada típicamente por la disminución de ligante asfáltico o por un espesor insuficiente (p. 74).

Ortiz y Zapata (2022), en su tesis “Determinar causas y nivel de deterioro del Pavimento Flexible de la Calle Pariñas del AA.HH. 9 de octubre, Provincia de Sullana, Departamento de Piura” presentada en la Universidad Nacional de Piura, concluyeron que:

> En la región investigada, las grietas longitudinales y transversales son los fallos superficiales más frecuentes, seguidos de las roderas, el desgaste superficial y otros. Estos fallos son el resultado de un diseño, construcción y explotación deficientes, y tienen un efecto adverso en el resultado del proyecto. Por lo tanto, para elegir la forma adecuada de mantenimiento, es necesario un estudio exhaustivo de la carretera. Se trata de un elemento clave para garantizar el mantenimiento adecuado de la carretera (p. 100).

Humpiri (2015), en su tesis “Análisis Superficial de Pavimentos Flexibles para el Mantenimiento de Vías en la Región de Puno” presentada en la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”, concluyeron que:

> Los fallos superficiales más frecuentes en la región investigada son las grietas longitudinales y transversales, seguidas de las roderas, el desgaste superficial y otros; son provocados por defectos en el diseño,

> la construcción y la explotación del proyecto, todo lo cual repercute negativamente en su resultado. Por lo tanto, el tipo de mantenimiento que se vaya a utilizar debe determinarse mediante un estudio exhaustivo de la carretera, que es un elemento clave para garantizar su correcto mantenimiento (p. 126).

Antecedentes Locales

Jiménez & Julón (2021), en su investigación para obtener el título de Ingeniero Civil, “Evaluación de la estructura del pavimento flexible y su relación con el estado de conservación de la carretera Morales – San Pedro de Cumbaza, Provincia y Departamento de San Martín”, presentada en la Universidad Científica del Perú, en la Ciudad de Tarapoto, conluyeron que:

> La vida útil de la Carretera Morales, San Pedro de Cumbaza y San Martín puede extenderse como alternativa costo-efectiva mediante la implementación de la estructura de pavimento flexible que se ha propuesto, hasta que la carretera obtenga estimación de coste de construcción para el reemplazo de los tramos que se identificaron en la apreciación, al grado de un pavimento Método AASHTO (p. 82).

Doria & De la Cruz (2016), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, “Cálculo del Índice de condición aplicado al pavimento flexible, en el Jr. Jorge Chávez en la Ciudad de Tarapoto - Barrio Huayco, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín y propuesta de solución”, presentada en la Universidad Nacional de San Martín, en la Ciudad de Tarapoto, concluyeron que:

> Se comprobó que la meteorización/desprendimiento de áridos, el pulido de áridos, las grietas longitudinales y transversales, las conexiones de parcheo y servicio, las grietas de borde, el ahuellamiento, los huecos y la depresión eran las patologías, daños y/o fallos con mayor incidencia (p.101).

Vinces (2017), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, denominada “Diagnóstico del estado situacional de la carretera PE-5N(DV) – SM – 104 (LAMAS), por el método: índice de condición de pavimentos (PCI)” presentada en la

Universidad Nacional de San Martín, en la Ciudad de Tarapoto, concluyeron que “En grados crecientes de severidad, el agregado pulido, el agrietamiento longitudinal y transversal, y la caída de carril-berma son las fallas que se encuentran con mayor frecuencia. Estas categorías de fallos aparecieron en densidades variables en las 222 unidades de muestra” (p. 194).

Rodríguez & Herrera (2022), en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil, denominada “Determinación de las fallas del asfaltado y mejorar la transitabilidad del tramo San Pedro a San Roque de Cumbaza, Lamas 2020”, presentada en la Universidad Nacional de San Martín en la Ciudad de Tarapoto, concluyeron que:

> En el tramo San Pedro a San Roque de Cumbaza se presentan las siguientes fallas en el pavimento asfáltico: ahuellamiento (5), hinchamiento (1), hundimiento (1), erosión (4), agrietamiento longitudinal (4), agrietamiento por desconchamiento (4), rotura de agregados (9) y agrietamiento por piel de cocodrilo (3). Según los problemas descubiertos, el estado de la sección es favorable en un 60%, pero es necesaria una intervención urgente para preservar la vía (p. 91).

Alata & Ruiz (2019), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, denominada “Aplicación de las Metodologías PCI y VIZIR en la Evaluación del Estado de Pavimento Flexible de las principales Calles de la AA.VV. Dos de febrero - Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia y Departamento de San Martin – 2019”, presentada en la Universidad Científica del Perú en la Ciudad de Tarapoto, concluyeron que:

> La siguiente lista incluye los diferentes tipos de fallos que se encontraron, así como los daños que cada uno de ellos contribuyó al deterioro del tramo investigado: Abombamiento y hundimiento de severidad baja (4L), Desniveles de carril-berma de severidad baja y media (9L y 9M), Cortes de servicios públicos ocurren en numerosos lugares y son sólo de severidad leve (11L). Agregado pulido (12), Baches de severidad media (13M) y ahuellamiento moderadamente severo (14M), Agrietamiento parabólico o por deslizamiento de severidad baja (16L), descascarillado como resultado del deterioro y separación del agregado (18M. p. 94).

2.2. Fundamentos Teóricos

2.2.1. Pavimento

Burgos (2014, p. 10) señala que, los pavimentos son componentes estructurales utilizados en la construcción del sistema viario de cada nación; en su interior, dentro de ellos se encuentran los pavimentos flexibles formados por capas de subrasante, subbase, base y asfalto, cada una de las cuales cumple una determinada función.

Becerra (2012, p. 5) señala que, **"**entre la capa de subrasante y la superficie superior de la capa de asfalto, el pavimento se compone de una capa o serie de capas de materiales cuidadosamente elegidos". El objetivo del pavimento es ofrecer una superficie de carretera consistente que sea bien resistente a los efectos del clima y el tráfico, al tiempo que transfiere eficazmente las tensiones.

Ministerio de Economía y Finanzas (2015, p. 13) señala que, el objetivo de la construcción de varias capas conocida como pavimento es resistir y distribuir las presiones ejercidas por los vehículos en movimiento, mejorando al mismo tiempo la seguridad y la comodidad del tráfico. La base, la subbase y la capa de rodadura son los elementos típicos de la estructura.

- Capa de rodadura: la capa superior de un pavimento, que puede ser bituminosa (flexible), de hormigón sólido de cemento Portland, de adoquines o de ambos, y cuya función es sostener directamente el tráfico.
- Base: Bajo la capa de rodadura, esta capa es la encargada de soportar, repartir y transferir las cargas provocadas por el tráfico. Esta capa debe ser de material granular drenante (CBR 80%), aunque también puede tratarse con asfalto, cemento o cal.
- Subbase: Esta capa, que soporta la base y la carpeta asfáltica, está hecha de una sustancia específica y tiene un grosor determinado. Sirve, además, como capa drenante y controladora de la capilaridad del agua. Esta capa puede ser necesaria o no, dependiendo del tipo, diseño y dimensiones del pavimento. Es posible que esta capa sea de material granular (CBR ≥ 40%) o que esté tratada con cemento, cal o asfalto.

En el Manual para la Revisión de Pavimentos publicado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua (2008), las capas conocidas como subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica que se colocan hasta la parte superior de la rasante y están diseñadas para acomodar el tráfico de vehículos se denominan colectivamente pavimento. Estas capas son normalmente horizontales y forman una estructura integral. Se construyen con materiales adecuados y convenientemente compactados y están técnicamente desarrollados (Corea y Asociados S.A., 2008, p. 27).

2.2.2. Pavimento Flexible o Asfaltado.

El pavimento flexible es una estructura formada por materiales bituminosos como ligantes, áridos y, en caso necesario, aditivos, así como capas granulares (subbase, base) que sirven de capa de rodadura. “Por encima de las capas granulares, los principales tipos de capas de rodadura asfálticas son el mortero asfáltico, el tratamiento superficial bicapa, el micropavimento, el macadán asfáltico, las mezclas asfálticas en frío y las mezclas asfálticas en caliente” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p. 25)

Según Blackman (2022), “Los pavimentos flexibles poseen una base flexible o semirrígida encima del cual se ha compuesto una capa portante hecha de combinación bituminosa de alquitrán o asfalto”. Estos pavimentos se distinguen por el hecho de que el cargamento ejercido sobre su superficie se transmite al suelo de cimentación. (p.13)

Según Rico y Del Castillo (2015), indican que “el pavimento flexible que cuenta con una vida útil de entre 10 y 15 años, es más rentable en su construcción original, pero tiene el inconveniente de necesitar un mantenimiento continuo hasta llegar al final de su vida útil”. Este tipo de pavimento se compone esencialmente de una capa asfáltica, una base y una subbase (p. 18)

Según Guerrero (2012), Los pavimentos flexibles reciben este nombre porque, en teoría, deben ser capaces de soportar una determinada deformación elástica sin romperse. Una mezcla asfáltica sirve de superficie de apoyo, y las propiedades mecánicas de los insumos utilizados para conformar las distintas capas del pavimento determinan cómo se transmiten las tensiones causadas por las cargas de los vehículos (p. 7-8)

2.2.3. Fallas en el Pavimento flexible.

Los fallos se deben a las intrincadas interacciones del diseño, los materiales, la construcción, el tráfico rodado y el entorno. “El deterioro progresivo del pavimento se debe a estos procesos interrelacionados, que empeoran si la carretera no se mantiene adecuadamente” (Rodríguez E., 2009, p.11)

“El agrietamiento, la distorsión, la pérdida de capas estructurales, los daños superficiales y otras degradaciones se engloban en cuatro categorías que describen los daños sufridos por las estructuras de los pavimentos flexibles” (Bogotá, U. N., 2006, p. 1)

A pesar de que con frecuencia es un reto precisar la causa, la tipificación de la causal más probable de un determinado fallo es crucial para su análisis.

A pesar de que con frecuencia es un reto evaluarla, la importancia para la misma no es fácil de comprender. Para ello, pueden tenerse en cuenta consideraciones como la posición de la falla, cómo ha cambiado con el tiempo en los distintos sectores del tramo, el tráfico, el clima, el drenaje, etc.

Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (2014, p. 86-101) señala lo siguiente:

Clasificación de los deterioros o fallas:

Los fallos y deterioros de los pavimentos flexibles pueden dividirse a vastos rasgos en dos clases: fallos superficiales y fallos estructurales.

Los daños de la primera categoría suelen estar relacionados con costosos proyectos de rehabilitación. El segundo tipo de deterioros suele estar relacionado con tareas periódicas de mantenimiento (por ejemplo, ligante fino de hormigón asfáltico o tratamiento de la superficie).

- **Tipos y causas de los daños estructurales**

Una condición estructural del pavimento se caracteriza por deterioros estructurales, que pueden afectar a todas las capas del pavimento o sólo a la capa superficial.

En general, las cargas circulantes provocan:

- ✓ Deformaciones verticales elásticas del terreno de fundación bajo la subrasante y de los materiales de las capas granulares
- ✓ Deformaciones horizontales causadas por la fuerza de flexión elástica en las capas inferiores del asfalto.

Se observa una deformación permanente del pavimento (formación de surcos - hundimiento o roderas – ahuellamiento de radio considerablemente grande) si la deformación vertical de los suelos y/o gravas supera lo permitido. Cuando la deformación horizontal por flexión supera el límite permitido, las partes más bajas de las capas de asfalto se fracturan, provocando fracturas longitudinales en los carriles de circulación y grietas en forma de piel de cocodrilo en la superficie.

Normalmente se necesita una exposición repetida a cargas que coincidan con la curva de fatiga de cada material para que se manifieste el deterioro o el fallo (deformación y/o agrietamiento).

- **Tipos y causas de los daños superficiales**

El deterioro de las superficies suele deberse a un fallo en el desarrollo constructivo, a un imperfecto en la calidad del producto o a una situación local específica que se agrava con el tráfico. Pueden desarrollarse como resultado del avance o evolución de un deterioro o fallo estructural.

Se distinguen:

- ✓ Los desprendimientos
- ✓ Los baches (huecos)
- ✓ Las fisuras transversales (no resultantes de la fatiga del pavimento)

Para los pavimentos flexibles, el Catálogo sugiere las siguientes categorías de degradación o fallo:

Deterioros o Fallas de los pavimentos asfaltados

Clasificación de los deterioros/fallas	Código de deterioro/ falla	Deterioro / Falla	Gravedad
Deterioros o fallas Estructurales	1	Piel de cocodrilo	1: Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto 2: Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto 3: Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto
	2	Fisuras longitudinales	1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm) 2: Fisuras medias corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm) 3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.
	3	Deformación por deficiencia estructural	1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm 3: Profundidad > 4 cm
	4	Ahuellamiento	1: Profundidad sensible al usuario pero ≤ 6 mm 2: Profundidad > 6 mm y ≤ 12 mm 3. Profundidad > 12 mm
	5	Reparaciones o parchados	1: Reparación o parchado para deterioros superficiales. 2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado. 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y Desprendimiento	1: Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial). 2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular. 3: Continuo con aparición de la base granular.
	7	Baches (Huecos)	1: Diámetro < 0.2 m 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m 3: Diámetro > 0.5 m
	8	Fisuras transversales	1: Fisuras Finas (ancho ≤ 1 mm) 2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm) 3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.

Deterioros o Fallas estructurales

a) Deterioro / falla 1: Piel de cocodrilo

Descripción

Las fisuras que conforman polígonos irregulares con ángulos agudos componen la piel de cocodrilo. Al comienzo puede ser tenue, con fisuras cerradas que forman polígonos inacabados en la superficie (es decir, de anchura nula). A continuación, el impacto de las circunstancias meteorológicas y del tráfico hace que disminuya la dimensión de la malla. En sus márgenes, se observa pérdida de material a medida que las fisuras se ensanchan.

Causas

El deterioro o fallo es el resultado de la fatiga de las capas de asfalto por la exposición repetida a cargas demasiado elevadas. Es una señal de que la entereza estructural del pavimento es inadecuada. En la base de las capas de asfalto es donde comienza este fallo. La superficie se ve afectada por el agrietamiento.

Escalas de Gravedad

El orden de magnitud de la malla sirve como criterio principal.
1: Malla grande sin material suelto (> 0.5 m)
2: Malla mediana sin o con material suelto (entre 0.3 y 0.5 m)
3: Malla pequeña sin o con material suelto (< 0.3 m)
El nivel 1 equivale a cómo aparece la red en la superficie. Las fisuras no suelen tener mucha amplitud. Comienzan en los niveles 2 y 3.

Figura 1. Piel de cocodrilo, Gravedad 1
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 2. Piel de cocodrilo, Gravedad 2
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 3. Piel de cocodrilo, Gravedad 3
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

b) Deterioro / falla 2: Fisuras longitudinales

Descripción

Se trata de grietas de carácter longitudinal. Comienzan de forma abrupta y aislada, se transforman rápidamente en grietas continuas que con frecuencia se ramifican, luego crecen en cantidad debido a la conducción hasta cerrarse severamente.

Causas

Las capas de asfalto que han sido sobrecargadas repetidamente experimentan un fenómeno de fatiga que conduce a la degradación o al fallo. Es una señal de que la integridad estructural del pavimento es inadecuada. En la base de las capas asfálticas es donde comienza este fallo. La superficie se ve afectada por el agrietamiento.

Escalas de Gravedad

1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)

2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)

3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm).

Otro nombre para ellas es grietas. Grietas transversales y longitudinales: El nivel 1 corresponde a la noción AASHTO de "hairline crack", la anchura puede considerarse normalmente menor a 1 mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, su anchura se estima generalmente por encima a 1 mm con bordes verticales (sin desintegración de los bordes) y menor o igual a 3 mm. Cuando los bordes se disgregan y poseen una anchura superior a 3 mm, pasan a ser de gravedad 3.

Figura 4. Fisuras longitudinales, Gravedad 1
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 5. Fisuras longitudinales, Gravedad 2
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 6. *Fisuras longitudinales, Gravedad 3*
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

c) Deterioro / falla 3: Deformación por deficiencia estructural

Descripción

Las siguientes características se aplican casi siempre a las deformaciones inherentes a los pavimentos flexibles:

1. Deformaciones causadas por deficiencias estructurales, depresiones continuas (deterioro 3a), o localizadas (deterioro 3b).

2. El ahuellamiento, que es una degeneración de tipo 4 causada por el comportamiento errático de la capa de rodadura.

La profundidad registrada en una regla recta y rígida de 1,50 m de longitud situada transversalmente en la calzada sirve de indicador fiable de la gravedad de cada incidente. Este punto se refiere a las deformaciones provocadas por defectos estructurales.

A causa del asentamiento de los materiales en una o más capas del pavimento y en la subrasante con presencia de tránsito pesado y canalizado, se forma una depresión continua en la huella de la rueda con una anchura mayor a 0,8 m en los laterales del pavimento entre 0,5 y 0,8 m desde el borde.

Una porción localizada del pavimento experimenta una depresión localizada, que es un hundimiento de la superficie del pavimento. Normalmente, afecta a todo el borde del pavimento. Es el resultado de defectos de soporte o estabilidad provocados por materiales deficientes o demasiado volumen de agua.

Causas

Los fallos o deterioros 3a y 3b son efectos del fenómeno de fatiga de una o varias capas del firme y de la subrasante sometidas a cargas repetidas superiores a las admisibles. Es una indicación de la debilidad estructural del pavimento.

Escalas de Gravedad

1: Una profundidad sensible al usuario de no más de 2 cm

2: Una profundidad de 2 a 4 cm

3: Una profundidad de 4 cm.

Figura 7. Deformación por deficiencia estructural – Depresión continua longitudinal, Gravedad 1.
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 8. Deformación por deficiencia estructural, Gravedad 2
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 9. Deformación por deficiencia estructural, Gravedad 3
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 10. Deformación por deficiencia estructural – Hundimiento, Gravedad 2
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 11. Deformación por deficiencia estructural, Gravedad 3
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

c) Deterioro / falla 4: Ahuellamiento

Descripción

Las siguientes características se aplican casi siempre a las deformaciones inherentes a los pavimentos flexibles:

1. Deformaciones causadas por deficiencias estructurales, depresiones continuas (deterioro 3a), o localizadas (deterioro 3b).

2. La formación de surcos, un tipo de degradación 4 provocada por el comportamiento errático de la capa de rodadura.

La profundidad registrada en una regla recta y rígida de 1,50 m de longitud colocada transversalmente sobre la calzada sirve de indicador fiable de la gravedad de cada incidente. Esta frase se refiere a las deformaciones provocadas por el carácter viscoelástico de la capa de rodadura (deterioro 4). Debido a la naturaleza viscoelástica de la capa de rodadura bajo tráfico pesado y canalizado, la huella aparece en la huella de la rueda, en una anchura inferior a 0,8 m, en los laterales del pavimento de 0,5 a 0,8 m desde el borde.

Causas

Estas son algunas causas probables por las que podría producirse:

- ✓ Un error de dosificación en el asfalto
- ✓ Inadecuación entre la temperatura de la capa de rodadura y el tipo de asfalto utilizado
- ✓ Inadecuación entre la temperatura de la capa de rodadura y la gradación de los áridos
- ✓ Entre la gradación de los áridos y la clase de tráfico

Escalas de Gravedad

1: Profundidad menor o igual a 6 mm

2: Profundidad entre 6 y 12mm

3: Profundidad mayor a 12 mm

Figura 12. Ahuellamiento, Gravedad 1 y Gravedad 2.
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 13. Ahuellamiento, Gravedad 3
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

d) Deterioro / falla 5: Reparaciones o parchado

Descripción

La cantidad, el alcance y la frecuencia del reparo destinado a minimizar los defectos del firme de forma temporal o permanente- son factores de diagnóstico. Un problema se

pone de relieve cuando se repara con frecuencia y no recientemente. Algunas reparaciones deben calificarse en el momento de la evaluación visual para determinar el estado estructural del pavimento. Si la reparación se realiza para solucionar una degradación superficial o un fallo y se resuelve el problema, puede que no se utilice para calificar el estado estructural del pavimento. Se considera un factor perjudicial cuando se emplea al agrietamiento estructural. Los niveles de severidad que se indican a continuación son consecuencia de estos criterios.

Causas

Las reparaciones son un signo de fallo superficial o estructural o de deterioro del pavimento. No es necesario adoptar medidas correctoras en su caso.

Escalas de Gravedad

1: Parcheado o reparación de desperfectos o defectos superficiales.

2: Reparación de piel de cocodrilo o grietas longitudinales en buen estado.

3. La piel de cocodrilo dañada o con grietas longitudinales debe repararse.

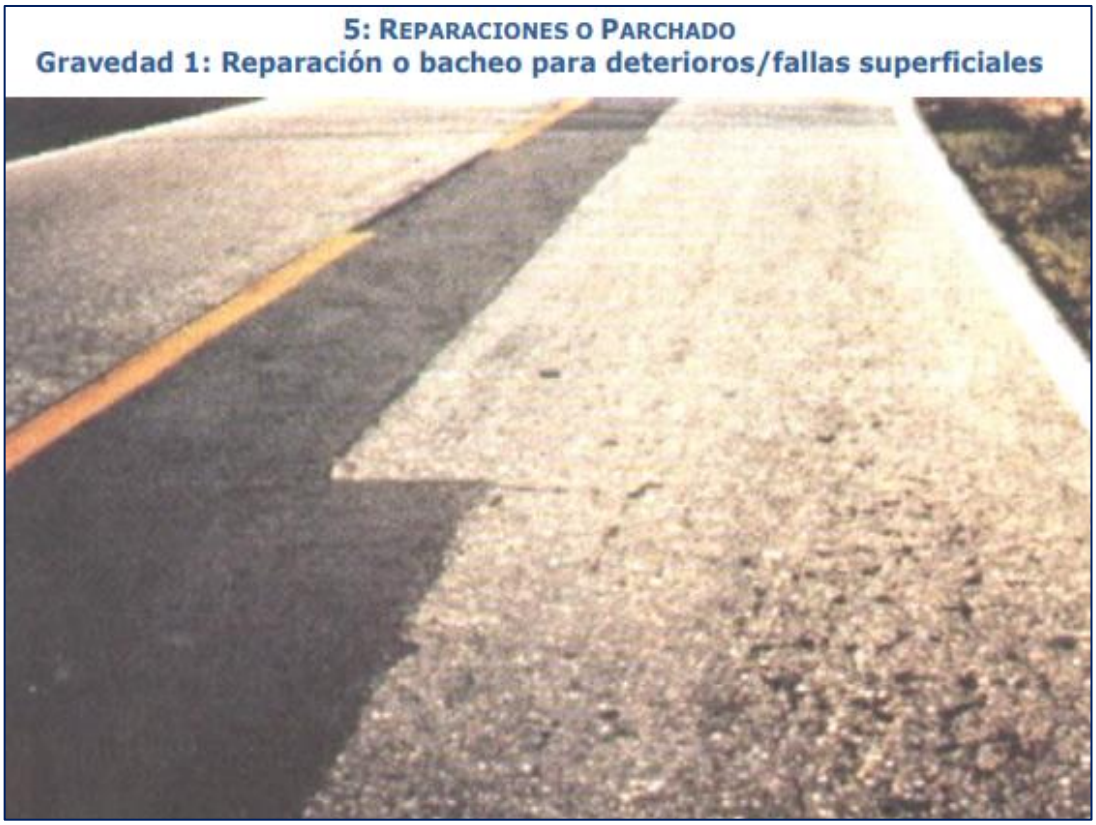


Figura 14. Reparaciones o parchado, Gravedad 1.

Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 15. Reparaciones o parchados, Gravedad 2.
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 16. Reparaciones o parchados, Gravedad 3.
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Deterioros o Fallas Superficiales

a) Deterioro / falla 6: Peladura y desprendimientos

Descripción

Este deterioro incluye:

- ✓ La disgregación superficial del ligante asfáltico causada por la pérdida de ligante bituminoso o árido es un ejemplo de esta degradación (descascarillado).
- ✓ Pérdida de la capa de rodadura, total o parcial. (desprendimiento).

Causas

Este fallo apunta a las causas potenciales enumeradas a continuación:

- ✓ Problemas de proporción o adherencia del asfalto.
- ✓ Asfalto dañado o endurecido que ha perdido su capacidad de adherencia.
- ✓ áridos deficientes (sucios o muy absorbentes)
- ✓ imperfectos en la construcción
- ✓ impacto de agentes agresivos (disolventes, agua, etc.)

Escalas de Gravedad

1: Puntiforme sin base granular visible (descamación superficial)

2: Continua sin que aparezca la base granular o base puntual con aparición de la base

3: Continua con aparición de la base granular

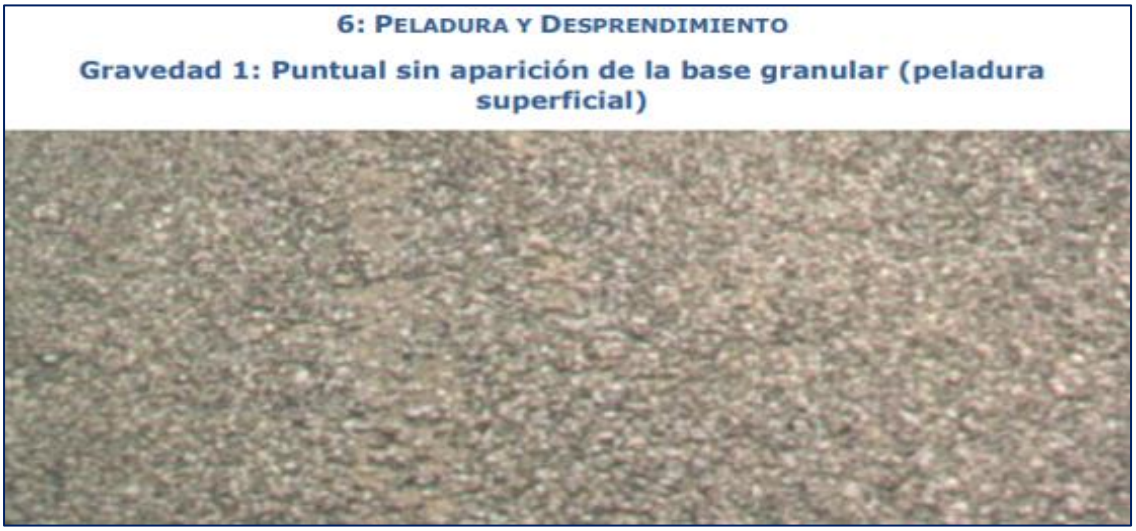


Figura 17. Peladura y desprendimiento, Gravedad 1
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 18. Peladura y desprendimiento, Gravedad 2.
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 19. Peladura y desprendimiento, Gravedad 3
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

b) Deterioro / falla 7: Baches (Huecos)

Descripción

Los baches o huecos suelen deberse al desgaste o destrucción de la capa de rodadura. Cuando aparecen inicialmente, son pequeños. Se extienden repetidamente a la periferia de las ruedas como consecuencia de la falta de cuidado, multiplicándose y creciendo en cadena.

Causas

Esta avería se produjo como consecuencia de otros deterioros y de un mantenimiento deficiente de la carretera:

- ✓ Desenganche
- ✓ Agrietamiento por fatiga

Escalas de Gravedad

1: Diámetro menor a 0.2 m

2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m

3: Diámetro mayor a 0.5 m.

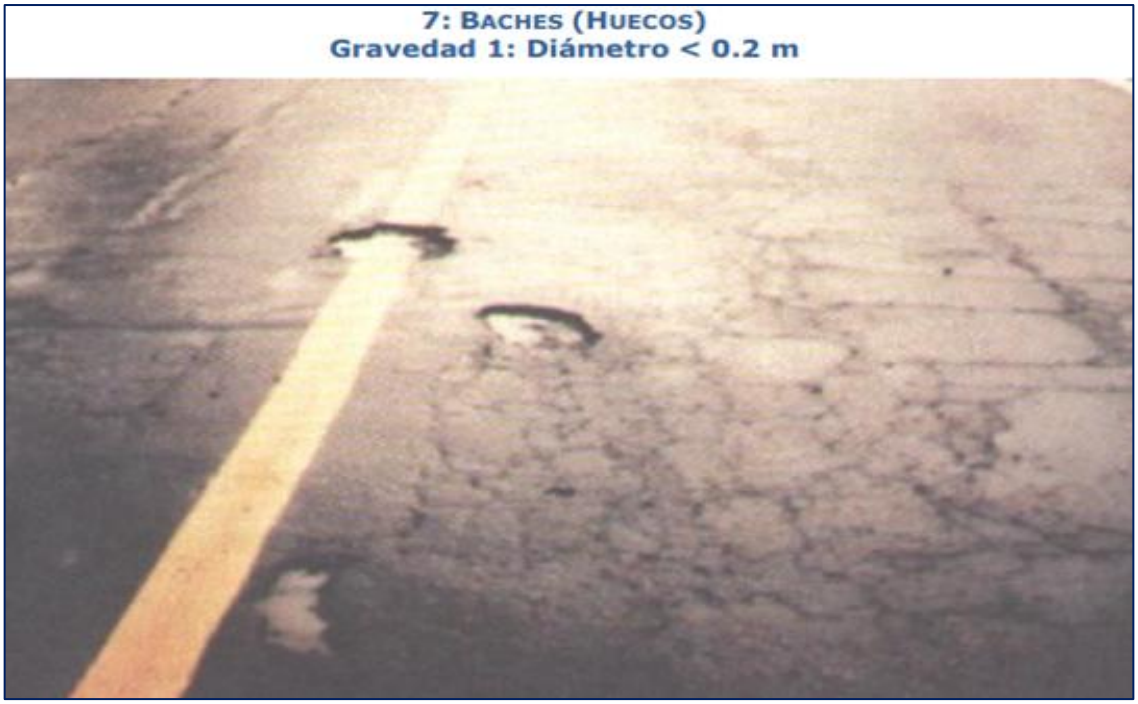


Figura 20. Baches (huecos), Gravedad 1
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 21. Baches (huecos), Gravedad 2.
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

c) Deterioro / falla 8: Fisuras transversales

Descripción

Las fracturas del pavimento conocidas como "fisuras transversales" discurren paralelas o casi paralelas al eje de la calzada.

Causas

Los siguientes factores pueden ser los culpables de este fallo:

- ✓ Contracción térmica de la mezcla asfáltica como efecto de la pérdida de flexibilidad provocada por un exceso de relleno o por el envejecimiento del asfalto.
- ✓ Reflejo de fisuras de la capa inferior y apertura de juntas mal construidas.

Escalas de Gravedad

Están a los mismos niveles que los especificados para las fisuras longitudinales.

1: Finas (anchura de 1 mm).

2: Fisuras medias, o fisuras abiertas y/o ramificadas (anchura entre 1 y 3 mm).

Las fisuras gruesas, que tienen una anchura superior a 3 mm, están representadas por fisuras abiertas y/o ramificadas. Grietas es otra forma de denominarlas.

Grietas transversales y longitudinales: La anchura puede considerarse típicamente inferior a 1,0 mm para el Nivel 1, lo que se correlaciona con la noción AASHTO de "grieta delgada." La anchura de las grietas abiertas clasificadas como gravedad 2 suele ser superior a un milímetro con bordes verticales (sin disgregación de los bordes) e inferior o igual a tres milímetros. Cuando los bordes se disgregan y son más anchos de 3 mm, se clasifican como gravedad 3.

Figura 22. Fisuras transversales, Gravedad 1 y Gravedad 2.

Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

Figura 23. Fisuras transversales, Gravedad 3.
Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Coservación Vial (2014)

2.2.4. Evaluación de fallas

La fatiga y la deformación permanente excesiva son las dos causas principales de degradación de los pavimentos flexibles que pueden diferenciarse. En la situación de las construcciones flexibles, la fatiga se produce cuando se producen niveles excesivos de deformación por tracción en la zona inferior de la capa asfáltica. La fatiga se produce en las capas ligadas. Este tipo de deformación está relacionada con la respuesta resistente de la estructura al movimiento de las cargas transportadas por los vehículos. La deformación vertical residual causada por el paso de vehículos conocida como "deformación permanente" puede causar fallos estructurales o funcionales en el pavimento. **(Rondón, Reyes 2007, p.43)**

De tantas definiciones existentes de este tópico, se la define de esta manera, “El análisis y cálculo del valor estructural remanente es el objetivo de la evaluación del firme existente. Además, esta evaluación debe ofrecer”. **(Corros, Urbaez, Corredor, 2009, p. 6).** Esto permite definir medidas de mantenimiento y/o rehabilitación en función de los defectos descubiertos.

Según **Vásquez L. R.** señala que, La calidad del tránsito (o calidad de marcha) debe evaluarse cuando se buscan daños para calibrar la gravedad de cosas como las

ondulaciones y los cruces de carriles. La siguiente guía general le ayudará a determinar la gravedad de la calidad del transporte.

L: (Low: Baja). Las ondulaciones, por ejemplo, pueden inducir vibraciones al tránsito vehicular, pero no requieren reducir la velocidad por bienestar o seguridad. Las protuberancias o depresiones individuales también pueden provocar un pequeño rebote del vehículo, aunque esto causa muy pocas molestias.

M: (Medium: Medio): El coche vibra significativamente, lo que hace necesario minorar ligeramente la velocidad por comodidad y seguridad; alternativamente, protuberancias o depresiones concretas generan fuertes rebotes, que resultan incómodos.

H: (High: Alto): El coche vibra tanto que es preciso reducir la velocidad por comodidad y seguridad; alternativamente, protuberancias o depresiones específicas hacen que el vehículo rebote excesivamente, causando un dolor importante, un riesgo alto de peligro o daños graves a los vehículos.

(2002, p. 9)

2.2.4. Transitabilidad

Grado de servicio de la infraestructura viaria: garantiza que se encuentra en una condición que permite un flujo regular de vehículos en un momento determinado.

Posibilidad de uso: muestra que una determinada carretera es utilizable, lo que es igual que no ha sido cerrada al tráfico público por emergencias viales que la hubieran cortado en algunos puntos de su trazado, “como consecuencia de deterioros importantes provocados por fuerzas de la naturaleza, como desprendimientos de materiales saturados de agua (huaicos), desprendimientos de rocas, pérdida del firme, erosión provocada por ríos, derrumbamiento de puentes, etc” (Pomasonco de la Cadena, 2010, p.36)

2.2.5. Variables que determinan el deterioro del pavimento:

Espinosa Rodríguez, D. A. (2009, pp. 41-44) señala lo siguiente:

Son muchas las causas de variaciones y daños en la superficie del pavimento, que pueden resultar incómodos e inconvenientes para las personas con movilidad reducida. Esto significa que cualquier operación de mantenimiento se llevará a cabo para remediar estas alteraciones a precios razonables para la vida útil adicional del pavimento a niveles suficientes de servicio.

En general, puede decirse que las circunstancias que influyen en el deterioro de las carreteras locales tienen un origen similar y actúan de la misma manera, con la excepción de la tendencia de algunas variables a acentuar el deterioro de las carreteras locales. Esto es así a pesar de que las vías locales de la ciudad tienen características de funcionamiento diferentes en comparación, por ejemplo, con las vías arteriales. A continuación, se exponen algunas de las causas:

Externas

- Los diseños no tuvieron en cuenta un aumento de las cargas de tráfico.
- Condiciones climáticas desfavorables o inevitables (cambios de temperatura, alta intensidad y duración de las precipitaciones, etc.).
- Baja capacidad portante del subsuelo.

Internas

- La realización de la obra y los materiales o insumos utilizados no han seguido los controles de calidad adecuados.
- Malas circunstancias de drenaje (pendientes suaves, falta de bombeo).
- Ausencia de sistemas de drenaje como pozos y desagües.

Estas y otras variables influyen directamente en las propiedades superficiales del firme. El deterioro más perjudicial se debe principalmente a factores externos como el tráfico y las inclemencias meteorológicas:

El tráfico: Las cargas de tránsito causan esfuerzos y deformaciones en la estructura del firme. Estas cargas son dinámicas y, como resultado de su aplicación repetida, provocan deformaciones que pueden ser absorbidas temporalmente por la estructura (deformaciones elásticas), pero también pueden durar permanentemente (deformaciones plásticas). Esta última acumulación da lugar a problemas de deterioro creciente y, con el tiempo, provoca daños funcionales y estructurales en el pavimento. El tráfico irregular de cargas pesadas por estas carreteras es la principal causa del deterioro de la malla local, por lo que el elemento tráfico debe tenerse en cuenta en los programas de mantenimiento de las zonas de la ciudad para el control de las principales vías de circulación. Debido a la falta de consideración en los diseños, el pavimento no reacciona a estas cargas como debería.

El clima: Debido a cómo reaccionan a los cambios de temperatura, las estructuras de los pavimentos, especialmente los asfálticos, sufren directamente el impacto del medio ambiente. Los pavimentos siempre se deterioran debido a variables ambientales como

la lluvia y la temperatura. Las bajas temperaturas ambientales, desde la perspectiva de la construcción, hacen que las capas de asfalto se enfríen, lo que impide que la compactación las densifique. Cuando el pavimento está en uso, la combinación de calor y movimiento del tráfico provoca daños estructurales. La lluvia puede empeorar los problemas visibles, como grietas y fisuras, al tiempo que pone en peligro las capas más profundas de la estructura.

Defectos de calidad y problemas constructivos: La optimización de los controles de calidad también debe tenerse en cuenta a la hora de llevar a cabo proyectos de construcción, mantenimiento y rehabilitación. Con la aplicación cuidadosa de la tecnología y la comprensión de la eficacia de los materiales y procedimientos utilizados en la construcción y mantenimiento de pavimentos, este factor de deterioro debe empezar a remediarse (aplicación de especificaciones y normas de construcción). La construcción y el mantenimiento de la red de carreteras requieren la optimización urgente del uso de materiales (áridos pétreos y ligantes), maquinaria, mano de obra cualificada y recursos financieros, centrándose menos en la adición de nuevos tramos y más en el mantenimiento de la red actual.

2.2.6. Actividades de conservación de carretera

“La conservación del pavimento llama la atención sobre los esfuerzos realizados por los organismos gubernamentales para garantizar y mantener la calidad de las carreteras utilizando tratamientos asequibles para ralentizar su deterioro" (Salomón, 1977, p.1). Por ello, según Nacional Center for Pavement Preservation menciona que “cada Estado es responsable de desarrollar un sistema de gestión de la red de carreteras que permita un uso eficaz de los recursos financieros y la identificación y reparación oportunas de los fallos del pavimento” (2003, p. 2).

Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (2014, p.37) indica, El principal medio por el que una organización logra su objetivo de ofrecer a los usuarios una carretera en condiciones adecuadas de circulación es el mantenimiento de las carreteras.

El objetivo del mantenimiento de carreteras es la prevención, que incluye una serie de acciones como las enumeradas:

- Evitar que el agua penetre en la estructura del pavimento aplicando capas finas de asfalto, aplicando selladores en fracturas y fisuras, etc.
- Restauración del sistema de eliminación o drenaje del agua de la estructura del pavimento, por ejemplo, mediante subdrenajes.

- Restaurar la uniformidad de la superficie del pavimento, ejemplo, a través perfilado y fresado.
- Prevenir el daño de los puentes, ejemplo, limpiándolos y pintándolos, tomando precauciones contra la socavación, reparando el tablero y limpiando el drenaje del mismo.

Los siguientes puntos resumen la intención preventiva del mantenimiento de las carreteras:

Mantener la continuidad de servicio de la infraestructura viaria es una forma de garantizar la transitabilidad en cualquier situación meteorológica.

b. Seguir prestando un grado de servicio adecuado en términos de seguridad y comodidad del usuario durante todo el tiempo que la vía esté en servicio.

El grado de servicio en este caso se refiere a una métrica de calidad, que en términos de comodidad y seguridad se refiere a la consistencia y adherencia de la superficie de la carretera, así como a los componentes de señalización y seguridad.

Sin embargo, hay tramos concretos de la carretera que podrían poner en peligro la seguridad del usuario. En estos casos, el acondicionamiento para preservar estas secciones concretas de la carretera se incluye en el mantenimiento de la misma. Para ello puede ser necesario amplificar el radio de una curva o aumentar la visibilidad en un cambio de rasante.

Muchas veces, el mal estado o comportamiento del pavimento no es causado por el calibre o espesor de la estructura del pavimento, sino por la inadecuada inclinación de la superficie de la calzada y bermas, o por cunetas obstruidas o ausencia de limpieza del sistema de drenaje longitudinal y/o transversal; el mantenimiento vial incorpora la resolución de estos casos.

Otro factor a tener en cuenta es el mantenimiento del puente, que incluye la limpieza del sistema de drenaje, el reparo de juntas, la solución de problemas de socavación y otras tareas que requieren una actuación rápida para eludir dificultades de tráfico.

c. Modificar el diseño del pavimento para acomodar el aumento de camiones más pesados. Esto comprende refuerzos de asfalto o recubrimientos que no impliquen bermas ni ampliación de la carretera.

El mantenimiento de la plataforma, taludes, carretera, bermas, drenaje superficial, drenaje subterráneo, muros, túneles, puentes, señales, componentes de seguridad vial, obras complementarias y derecho de paso se incluyen en la definición de conservación de carreteras.

Cada sección de las Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras de este Manual contiene una definición completa de las tareas rutinarias y periódicas de conservación de carreteras.

2.2.7. Clasificación de las Actividades de Conservación

Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (2014, p.37) señala que Las acciones o trabajos de conservación de carreteras se dividen en dos categorías principales:

1) Por la reiteración con que se repiten.

2) En función de los tipos de trabajos de mantenimiento que deben realizarse y en qué cantidades.

Tipos de conservación vial por la frecuencia como se repiten

Se consideran mantenimiento rutinario todas las tareas necesarias para mantener la seguridad de la carretera y frenar el deterioro de todos los elementos de la infraestructura viaria, incluida la plataforma, las vías, los puentes y túneles, la señalización y los equipos de seguridad, las obras de drenaje, la construcción de taludes, la limpieza de la carretera y el mantenimiento del derecho de paso. Con el fin de evitar molestias o interrumpir el flujo de tráfico, lo que aumenta el riesgo de accidentes y acelera el deterioro de la infraestructura vial, el mantenimiento rutinario trata de prevenir y, si es necesario, remediar cualquier deterioro en todos estos componentes.

a) Obra de Conservación Rutinaria

Todas las tareas necesarias para detener el daño de cualquiera de los elementos de la infraestructura viaria, incluidas las vías, puentes y túneles, las señales y dispositivos de seguridad, las obras de drenaje, la contención de taludes, la limpieza de carreteras y el derecho de paso, se incluyen en el mantenimiento ordinario, que es un conjunto de tareas realizadas dentro del presupuesto anual. El mantenimiento ordinario tiene por objeto prevenir y, en caso necesario, remediar cualquier deterioro que interrumpa la fluidez del tráfico o cause dolor, aumentando el riesgo de accidentes y deteriorando aún más la infraestructura viaria.

b) Obra de Conservación Periódica

El mantenimiento periódico es de naturaleza diferente y se refiere principalmente a las situaciones que requieren ser corregidas en los componentes que forman lo que se conoce como calzadas y bermas de la carretera en el Perú, así como reparaciones puntuales ocasionadas por alguna inestabilidad en los terraplenes que pueden producir hundimientos menores y demandar la recuperación localizada de la plataforma, la superficie de rodamiento y las obras complementarias.

2.3. Definición de Términos Básicos

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008)

Asfalto: Sustancia cementante de color entre marrón oscuro y negro, compuesta principalmente de betún de origen natural o de petróleo refinado. La mayoría de los petróleos crudos incluyen distintas cantidades de asfalto.

Carretera: Con al menos dos ejes y unas especificaciones geométricas acordes con los requisitos técnicos vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, una carretera es apta para el tránsito de vehículos de motor.

Carretera Pavimentada: Una carretera con un firme de mezcla bituminosa (flexible) o de hormigón Portland (rígido).

Fatiga: Pérdida gradual de resistencia del material provocada por presiones repetitivas.

Flujo de Tránsito: Circulación de vehículos por una sección designada de una carretera a una velocidad predeterminada.

Mantenimiento Vial: Conjunto de actuaciones técnicas que pueden ser de carácter rutinario o periódico, pero que tienen por objeto mantener el buen estado de la infraestructura viaria de forma continuada y sostenible para prestar al usuario el mejor servicio posible.

Mejoramiento: La ejecución de tareas que alteren significativamente la geometría y estructura del pavimento, así como la construcción y/o adaptación de puentes, túneles, sistemas de drenaje, muros y la señalización adecuada, con el fin de mejorar la calidad de la calzada.

Niveles de Servicio: indicativos que definen y cuantifican la condición de servicio de una carretera y que suelen utilizarse como límites aceptables para que cambien el firme, la funcionalidad, la integridad estructural y el estado de seguridad de una carretera. Dentro de un marco básico de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía), los indicadores son particulares de cada carretera y cambian en función de consideraciones técnicas y económicas. También dependen de la rentabilidad de los recursos disponibles.

Pavimento Flexible: Formado por componentes bituminosos como ligantes, áridos y, si es necesario, aditivos.

Superficie De Rodadura: Tramo de carretera sin berma diseñado para el tráfico rodado y con uno o varios carriles.

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ambito y condiciones de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

Ubicación política y geográfica

El proyecto se ejecutará en.

Pais : Perú

Region : San Martin

Departamento : San Martin

Provincia : Lamas

Distritos : Caynarachi y Barranquita

C. Poblado: Pongo de Caynarachi y Barranquita

La Provincia de Lamas se encuentra situada entre los 310 y 814 msnm en el Departamento de San Martín, a una distancia de 20 km de la ciudad de Tarapoto.

El inicio del tramo a intervenir tiene como coordenadas 6°18'29.6"S 76°16'48.3"W, con un clasificador de ruta SM-105

Las siguientes coordenadas UTM son donde se encuentran geográficamente las localidades beneficiarias.

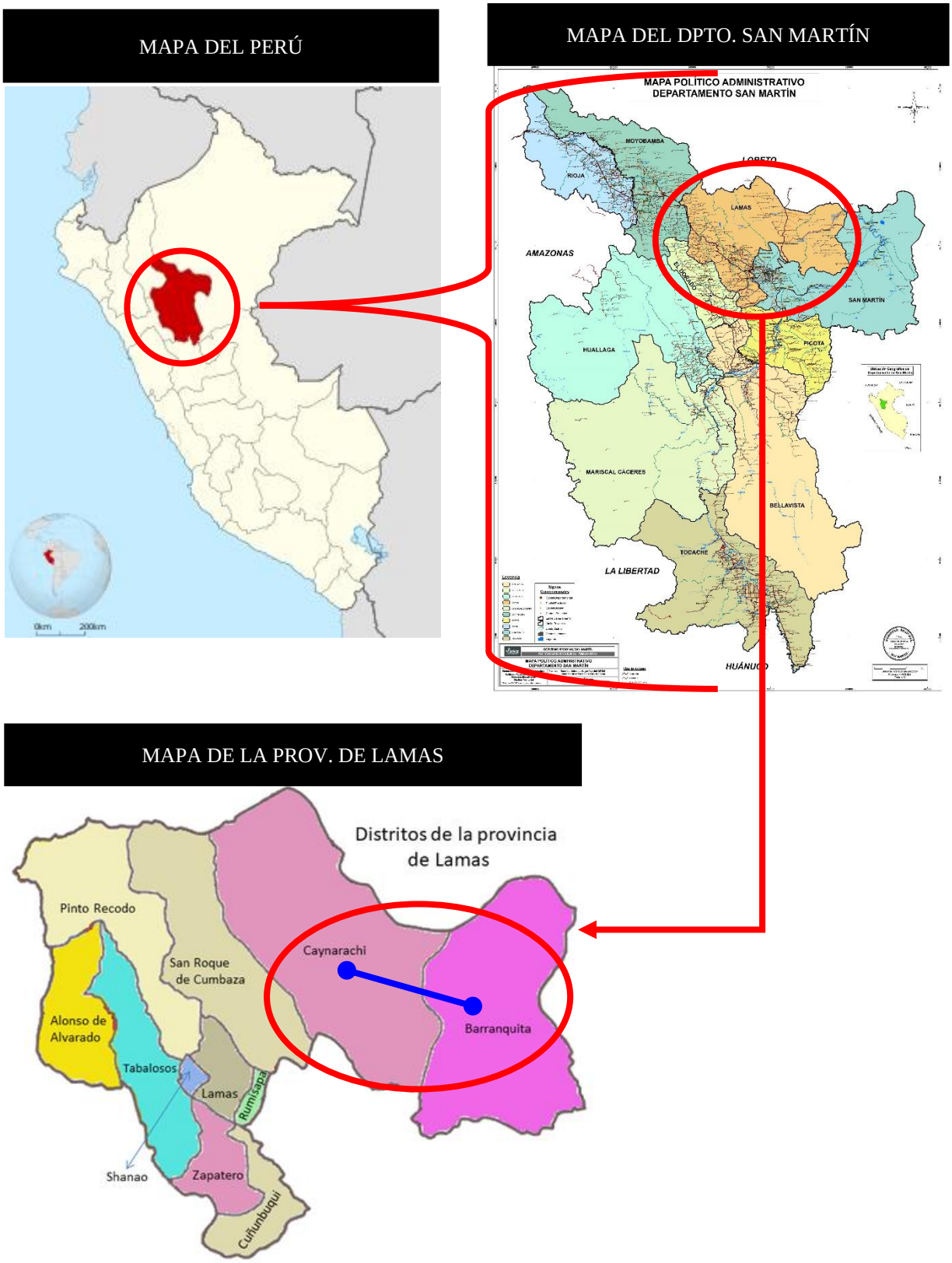


Figura 24. Ubicación del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Vías de Acceso

La duración de viaje total utilizado en la conduccion trasladándose desde el Pongo de Caynarachi a Barranquita es de 40 a 45 minutos

Situación actual

La Carretera de la ruta SM-105, donde se localiza el tramo en estudio de la presente tesis, la infraestructura vial se encuentra deteriorado y con presencia de fallas en el asfalto, debido a las continuas e intensas precipitaciones pluviales existentes en la zona, perjudicando la transitabilidad y a su vez el comercio local, regional y nacional.

Clima

Según el SERVICIO NACIONAL DE METEREOLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERÚ, afirma:

Los distritos involucrados, Caynarachi y barranquita presentan una zona muy lluviosa con humedad abundante en todas las estaciones del año. Presenta una Temp. Máxima entre 29ºC a 33ºC y una Temp. Mínima de 19ºC a 23ºC, además posee una precipitación anual entre 900 mm a 1200 mm aproximadamente. (Mapa climático del Perú - Senamhi, 2020)

3.1.2. Periodo de ejecución

El tiempo de realización de la presente fueron de (2) meses, desde octubre hasta noviembre, según el cronograma de actividades que se presenta a continuación.

Tabla 1

Cronograma de actividades.

Objetivo específico N°01: Identificar las fallas del asfaltado en el Tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.

Actividad	Octubre	Noviembre
Recopilación de información		
Reconocimiento de campo		
Identificación de fallas		
Medición métrica de las fallas		

Objetivo específico N°02: Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en el tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.

Actividad	Octubre	Noviembre
Evaluación de severidad de las fallas		
Determinar los problemas causados por las fallas		

Objetivo específico N°03: Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita.

Actividad	Octubre	Noviembre
Elaboración de planos con la información recopilada		
Planteamiento de alternativas para mejorar la transitabilidad		

Objetivo específico N°04: Determinar la influencia de las fallas del asfaltado en la propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.

Actividad	Octubre	Noviembre
Determinar la influencia de las variables de la investigación		
Redactar el proyecto de investigación		

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Autorizaciones y permisos

No aplica.

3.1.4. Control ambiental de bioseguridad.

No aplica.

3.1.5. Aplicación de principios eticos internacionales

Los autores del proyecto afirman que durante la realización de esta tesis se atuvieron a las normas éticas generales de la investigación, en particular: honradez, respeto a las personas, respeto a la ecología, beneficencia y justicia.

3.2. Sistema de Variables

3.2.1 Variables principales

Tabla 2

Descripción de variables por objetivo específico.

Objetivo específico Nº 01: Identificar las fallas del asfaltado en el Tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.			
Variable abstracta	**Variable concreta**	**Medio de registro**	**Unidad de medida**
Identificar	Fallas del asfaltado	Inspección visual del tramo	Conteo y dimensiones de las fallas
Objetivo específico Nº 02: Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en el tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.			
Variable abstracta	**Variable concreta**	**Medio de registro**	**Unidad de medida**
Determinar	Problemas de transitabilidad	Evaluación de la Situación actual	Nivel de severidad del deterioro
Objetivo específico Nº 03: Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita.			
Variable abstracta	**Variable concreta**	**Medio de registro**	**Unidad de medida**
Plantear propuestas de alternativas	Mejorar la transitabilidad	Métodos de reparación o rehabilitación	Soluciones de acuerdo al nivel de severidad del deterioro
Objetivo específico Nº 04: Determinar la influencia de la identificación de fallas del asfaltado en la propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.			
Variable abstracta	**Variable concreta**	**Medio de registro**	**Unidad de medida**
Determinar	Influencia de la identificación de las fallas del asfaltado	Comparación de resultados	Grado de influencia

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Variables secundarias

No aplica.

3.3. Procedimiento de la investigación

3.3.1. Objetivo específico Nº01: Identificar las fallas del asfaltado en el Tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.

Se realizó el recorrido para el reconocimiento en campo a lo largo de los 35.15 km que tiene el Tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita, en donde se procedió con la identificación de fallas en la infraestructura vial, donde se obtuvo un inventario de condición con información de ubicación, clasificación de las fallas (fallas estructurales o superficiales), código de las fallas, la tipificación de fallas y la gravedad de acuerdo a sus dimensiones, estas características se realizaron de acuerdo al Catálogo de fallas en pavimento flexible presente en el Manual de Carreteras (MC-08-14), que fueron anotadas en un cuaderno para después proceder con el trabajo correspondiente en gabinete.

3.3.2. Objetivo específico Nº02: Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en el tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.

En gabinete y con la información obtenida en la investigación de la bibliografía que se indica al final, se evaluó la situación en la que se encuentra el tramo y se procedió a describir los problemas que afectan al tránsito vehicular.

3.3.3. Objetivo específico Nº03: Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita.

Mediante la evaluación de fallas que se realizó se procedió a plantear propuestas para la mejora del tránsito vehicular de la zona del proyecto, concretando así soluciones de rehabilitación y mantenimiento del tramo.

3.3.4. Objetivo específico Nº04: Determinar la influencia de la identificación de fallas del asfaltado en la propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.

Se verificó el grado de influencia existente entre la adecuada identificación de las fallas y las propuestas realizadas para mejorar el estado actual del tramo, existiendo una relación proporcional directa entre ellas, quiere decir que entre más precisa sea la

identificación y clasificación de las fallas, se obtendrán mejores propuestas de alternativas que se ajusten a lo requerido debido a la problemática existente.

Diseño de la investigación

Tipo y nivel de la investigación

La presente investigación tiene la tipificación aplicada, la cual está centrada en encontrar soluciones inmediatas a problemas del mundo real modificando las condiciones de las mismas.

La investigación es de nivel explicativo, ya que busca las razones que subyacen a los hechos mediante la identificación de correlaciones causa-efecto. Por tanto, las investigaciones explicativas pueden abordar tanto la identificación de causas (investigación postfáctica) como de consecuencias (investigación experimental).

Población y Muestra

Población

La población involucrada en la investigación corresponde al Tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita, ubicado en la Provincia de Lamas, del Departamento de San Martín.

El tramo inicia desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 35+150, existiendo así una longitud de 35.15 km, tal como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 25. Vista satelital del tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita

Fuente: Elaboración propia

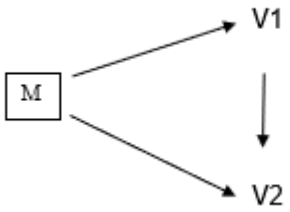
Muestra

La muestra corresponde a las progresivas donde se encontraron las fallas en el pavimento flexible, las cuales fueron las unidades de muestra para la presente tesis y se muestran a continuación.

Progresivas: Km. 0+242, Km. 0+305, Km. 1+186, Km. 2+140, Km. 2+204, Km. 2+222, Km. 2+291, Km. 3+301, Km. 3+380, Km. 3+895, Km. 4+065, Km. 4+235, Km. 4+625, Km. 5+355, Km. 7+115, Km. 15+300, Km. 19+610, Km. 19+630,Km. 24+236, Km. 24+495, Km. 31+310, Km. 31+700, Km. 32+195, Km. 33+325, Km. 34+062.

Diseño analítico, muestral o experimental

Diseño Analítico – No experimental: (hernandez, Fernandez y Baptista 2014) “En la investigación no experimental, observamos cómo se desarrollan los fenómenos en su entorno natural y luego los examinamos”.



Donde:

M : Muestra

V1: Variable 1: Identificación de fallas del asfaltado.

V2: Variable 2 : Propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad en el tramo: Pongo de Caynarachi – Barranquita.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.

Tabla 3

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

TÉCNICA	INSTRUMENTO	APLICACIÓN
Observación directa	Fichas de Observación Libreta de campo	A los pobladores y personas que pasean por esta zona
Encuestas de tipo cerrado y/o abierto según sea necesario.	Cuestionario	A los pobladores y personas que pasean por esta zona
Estudio de Fallas	Libreta de Campo	A especialistas del tema
Corrección de Fallas	Libreta de Campo	Especialistas del tema.

Fuente: Elaboración propia

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizaron tablas, gráficos, análisis y comparaciones para ilustrar los cruces que se consideraron necesarios para contrastar la hipótesis formulada. La información obtenida mediante la utilización de técnicas e instrumentos, utilizando las fuentes ya mencionadas, se introdujeron en los programas informáticos de ingeniería y otros básicos, los cuales son: Autocad, Excel y Word. Se examinó objetiva y explicativamente el estado actual del tramo. Se examinó el marco teórico y conceptual en relación con este análisis explicativo y se especificaron las conclusiones resultantes.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Objetivo específico N° 01: Identificar las fallas del asfaltado en el Tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.

Se muestran los siguientes resultados, los cuales fueron obtenidos mediante la inspección visual del tramo, donde se logró identificar y describir el tipo de falla presente.

Progresiva: Km 0+242

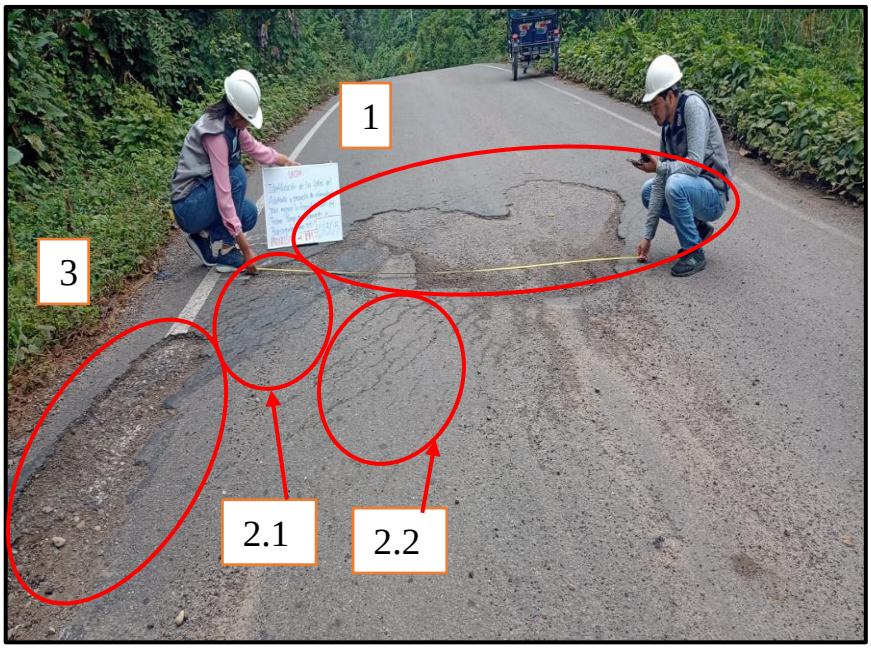
Denominación: Peladura y desprendimiento

Dimensiones: Ancho 5.60m, largo: 11.00m. Comprende un área de 61.6 m2.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad de n3: Continuo con aparición de base granular.

Descripción: Se observa un tipo de falla superficial, donde se puede visualizar la pérdida completa de la capa de rodadura asfáltica, la textura superficial se muestra rugosa y severamente “ahuecada” a causa del desgaste gradual de la superficie, que se va haciendo más notorio con los factores externos como el tránsito vehicular y las precipitaciones pluviales.

Progresiva: Km 0+305



Denominación: Baches (1 y 3), Fisuras (2) y Hundimiento (4).

Dimensiones:

Baches (1) ancho 3.54m, largo 1.62m, profundidad 5cm.

Baches (3) ancho 0.90m, largo 2.60m, profundidad 10cm.

Fisuras (2.1) largo 0.95 m.

Fisuras (2.2) largo 1.35 m.

Hundimiento (4) profundidad 7.5 cm.

Nivel de severidad:

Baches (1) y (3) Alto, Gravedad 3: Diámetro > 0.5 m.

Fisuras (2.1) y (2.2) Medio, Gravedad 2: Fisuras abiertas y ramificadas (ancho>1mm y <3mm).

Hundimiento (4) Alto, Gravedad 3: Profundidad>4cm.

Descripción: Se observa el hundimiento que hay en el pavimento, los hundimientos provocan que el tránsito vehicular perciba saltos al cambio de nivel, y esta fuerza va causando fatiga en la capa asfáltica provocando tensión y generando fisuras (2) que expuestas a la interperie y a las precipitaciones pluviales se van convirtiendo en baches (1 y 3) acompañados con la disgregación de material y desprendimiento del mismo.

Progresiva: Km 1+186

Denominación: Baches (Huecos).

Dimensiones: Ancho 0.80m, largo 0.60m, profundidad 10cm.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad 3: Diámetro > 0.5 m.

Descripción: Se observa el bache en la calzada de la vía, cuyas causas pueden ser el desgaste de la capa asfáltica, posee un tamaño considerable ya que al inicio esta falla suele ser de pequeño tamaño, pero debido a los factores externos como tránsito vehicular y exposición a la interperie van creciendo hasta llegar a tener el tamaño de las ruedas del tráfico vehicular que por el lugar transitan.

Progresiva: Km 2+140

Denominación: Disgregación en los bordes y a la mitad de la vía provocando peladura y desprendimiento (1) además de presencia de baches (2) en la calzada.

Dimensiones:

Desprendimiento, Bordes, ancho 5.40m, largo 13.30m, profundidad 8.5cm.

Desprendimiento, Calzada, ancho 4.85m, largo 15.20 m, profundidad 10cm.

Baches 1, ancho 0.75m, largo 0.80m, profundidad 10cm.

Baches 2, ancho 0.95m, largo 0.65m, profundidad 10cm

Nivel de severidad:

Peladura y desprendimiento, Alto, Gravedad 3: Continuo con aparición de base granular.

Baches, Alto, Gravedad 3: Diámetro > 0.5 m.

Descripción: Las fallas presentes en las imágenes muestran un claro deterioro de la capa asfáltica, las grietas de borde y disgregación de material se ha incrementado principalmente por motivo de las circunstancias climáticas o por producto erosivo de la arena suelta en el borde, provocando peladura y continuamente la desintegración de la carpeta asfáltica. En la situación de la calzada los huecos también se encuentran en un nivel alto de severidad, produciendo así una capa de rodadura rugosa e inestable por el desprendimiento de material de la capa de rodadura.

Progresiva: Km 2+204

Denominación: Baches (Huecos).

Dimensiones: Ancho 0.85m, largo 0.80m, profundidad 8cm.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad 3: Diámetro > 0.5 m.

Descripción: Se observa el bache en la calzada de la vía, cuyas causas pueden ser el desgaste de la capa asfáltica, posee un tamaño considerable ya que al inicio esta falla suele ser de pequeño tamaño, pero debido a los factores externos van creciendo hasta llegar a tener el tamaño de las llantas de los vehículos que transitan por el lugar, por ejemplo en esta progresiva existe la acumulación de agua dentro de la falla, y es lo que ocasiona el aumento de las dimensiones y el desprendimiento de material.

Progresiva: Km 2+222

Denominación: Disgregación en los bordes y a la mitad de la vía provocando peladura y desprendimiento (1).

Dimensiones:

Desprendimiento, Bordes, ancho 2.60m, largo 6.00m, profundidad 15cm.

Desprendimiento, Calzada, ancho 4.15m, largo 5.35 m, profundidad 15cm.

Nivel de severidad:

Peladura y desprendimiento, Alto, Gravedad 3: Continuo con aparición de base granular.

Descripción: Las fallas presentes en las imágenes muestran un claro deterioro de la estructura del pavimento, las grietas de borde y disgregación de material se ha incrementado principalmente por motivo de las condiciones climáticas o por efecto abrasivo de la arena suelta en el borde, provocando peladura y continuamente la disgregación. En el caso de la calzada se observa la desintegración total de la carpeta asfáltica, la cual se posiciona en un nivel alto de gravedad, produciendo así una capa de rodadura inestable por el desprendimiento de material de la conformación del pavimento.

Progresiva: Km 2+291

Denominación: Fisuras longitudinales (1).

Dimensiones: Largo 7.00m, ancho de fisura: 3.5mm.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad 3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho>3mm).

Descripción: Se observan múltiples fisuras longitudinales continuas debido a la fatiga del pavimento, son paralelas al eje del pavimento y al tránsito vehicular, se presencia además pequeñas áreas de desprendimiento de la capa de rodadura asfáltica, producto de las continuas cargas de tránsito sobre la superficie en las que se encuentran las grietas, estas se van abriendo provocando el desprendimiento de material.

Progresiva: Km 3+301

Denominación: Baches (Huecos).

Dimensiones: Ancho 1.80m, largo 1.50m, profundidad 8cm.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad 3: Diámetro > 0.5 m.

Descripción: Se observa el bache en el lado izquierdo de la calzada de la vía, se deduce que el bache mostrado es producto de la unión de dos baches que había anteriormente, que debido al continuo deterioro y tránsito vehicular se fueron uniendo

por el desprendimiento de material de los bordes, en esta progresiva existe la acumulación de agua dentro de la falla, y es lo que ocasiona aún más el aumento de las dimensiones del daño.

Progresiva: Km 3+380

Denominación: Fisuras longitudinales (1) y hundimiento (2).

Dimensiones:

Fisuras longitudinales, Ancho 1.80m, largo 20.00m, ancho de fisura: 3.2mm.

Hundimiento, profundidad 15cm

Nivel de severidad:

Fisuras longitudinales, Alto, Gravedad 3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho>3mm).

Hundimiento, Alto, Gravedad 3: Profundidad >4cm.

Descripción: Se observan múltiples fisuras longitudinales continuas debido al hundimiento localizado, tal como se muestra en las imagen, se presencia además una deformación por deficiencia estructural (hundimiento) localizada que puede ser por la mala calidad de los materiales que configuran la estructura del pavimento o por un alto contenido de agua.

Progresiva: Km 3+895m

Denominación: Erosión.

Dimensiones:

Área afectada, ancho 2.00m, largo 8.00m, profundidad 70cm

Nivel de severidad: De severidad considerablemente alta, se muestra que la erosión ha incrementado a tal punto donde se ha configurado enormes zanjas próximas al pavimento. En el terraplén pueden formarse con frecuencia huecos anchos y profundos, que a veces llegan incluso al borde de la carretera y/o dejan al descubierto la estructura del pavimento. Suponen un importante riesgo de accidente.

Descripción: Se observan la pérdida de una parte del pavimento debido a la erosión producto de los factores climáticos, como las fuertes precipitaciones pluviales existentes en la zona, cabe indicar que lo mostrado no es producto directo de la deficiencia del pavimento, sino de la falta de un estudio geológico e hidrológico especializado donde se pueda prever estas situaciones.

Progresiva: Km 4+065

Denominación: Piel de cocodrilo (1) y (2).

Dimensiones:

Piel de cocodrilo (1), ancho 3.80m, largo 4.00m.

Piel de cocodrilo (2), ancho 1.15m, largo 3.30m.

Nivel de severidad:

Piel de cocodrilo (1), Alto, Gravedad 3: malla pequeña (<0.30m) con material suelto.

Piel de cocodrilo (2), Media, Gravedad 2: malla mediana (entre 0.3 y 0.5m) sin material suelto.

Descripción: En (1) se observan fisuras interconectadas entre sí, formando en la superficie del pavimento pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos y de lados inferior de 0.30 m y en (2) se observan las fisuras que se desarrollan de forma paralela con pocas interconectadas. Los únicos lugares en los que aparecen estas fisuras son las zonas sometidas a tensiones de tráfico, lo que indica que este fenómeno está relacionado con la carga recurrente (fatiga) (principalmente las vías de los canales).

Progresiva: Km 4+235

Denominación: Erosión (1), bache o hueco (2), hundimiento (3).

Dimensiones:

Área afectada por erosión, ancho 3.70m, largo 7.00m, profundidad 30cm

Bache o hueco, ancho 1.35m, largo 3.60m.

Piel de cocodrilo, ancho 3.80m, largo 4.00m.

Hundimiento, profundidad 13cm.

Nivel de severidad:

La erosión se presenta en un nivel alto de severidad, pues se presenta la pérdida del pavimento por acción del agua.

Baches, Alto, Gravedad 3: diámetro >0.5m.

Hundimiento, Alto, Gravedad 3: profundidad>4cm.

Descripción: Se observan la pérdida de una parte del pavimento debido a la erosión producto de los factores climáticos, como las fuertes precipitaciones pluviales existentes en la zona, cabe indicar que lo mostrado en (1) no es producto directo de la deficiencia del pavimento, sino de la falta de un estudio geológico e hidrológico especializado donde

se pueda prever estas situaciones. Mientras que la falla (2) se deben a la condición del pavimento, que con el pasar del tiempo y con la carga vehicular que pasa reiteradamente por la zona, han logrado el nivel de deterioro que presentan. Finalmente, la falla (3) se produce por deficiencia estructural del pavimento.

Progresiva: Km 4+625

Denominación: Bache o hueco (1), piel de cocodrilo (2) y disgregación en los bordes y a la mitad de la vía provocando peladura y desprendimiento (3, 4 y 5).

Dimensiones:

Bache o hueco (1), ancho 4.00m, largo 2.20m, profundidad: 5cm.

Piel de cocodrilo (2), ancho 2.80m, largo 2.15m.

Peladura y desprendimiento (3), ancho 1.15m, largo 3.80m.

Peladura y desprendimiento (4), ancho 6.00m, largo 10.50m.

Peladura y desprendimiento (5), ancho 6.00m, largo 10.50m.

Nivel de severidad:

Bache o hueco (1), Alto, Gravedad 3: diámetro >0.50m.

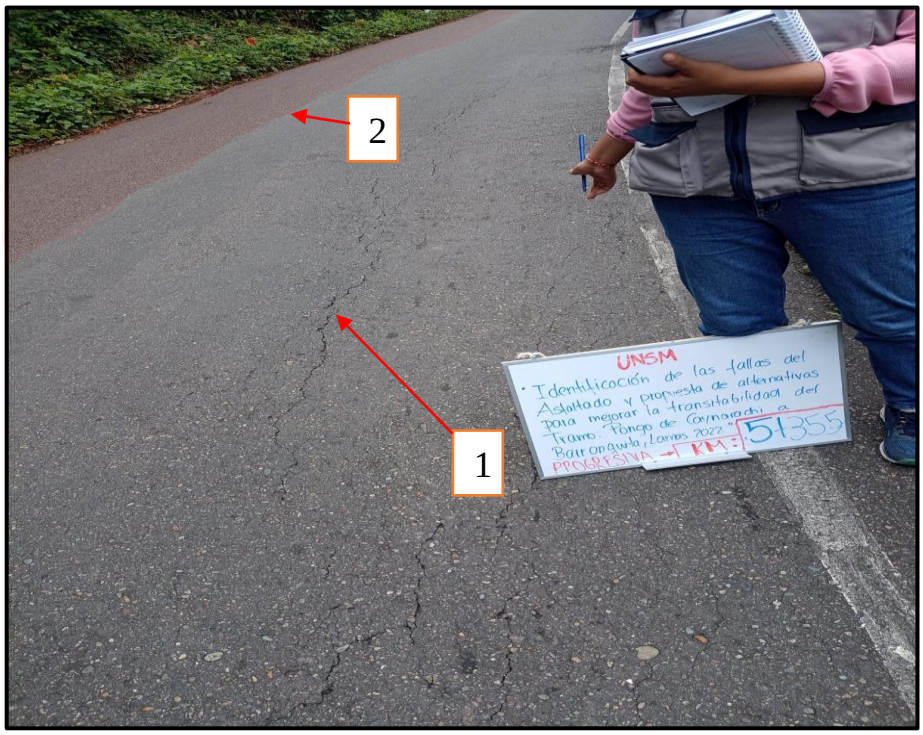
Piel de cocodrilo (2), Alto, Gravedad 3: malla pequeña (<0.3m) con material suelto.

Peladura y desprendimiento (4), Medio, Gravedad 2: Continuo y sin aparición de la base granular.

Peladura y desprendimiento (3 y 5), Alto, Gravedad 3: Continuo y con aparición de la base granular.

Descripción: Se observan en (1) el bache con desprendimiento de material debido a la carga de tránsito vehicular que pasa reiteradamente por la zona. En (2) observamos la piel de cocodrilo en un nivel severo donde se está produciendo bache y disgregación de material, y por último observamos en (3 y 5) la calzada con presencia de disgregación del pavimento, produciendo así una capa de rodadura rugosa e inestable por el desprendimiento de material de la carpeta asfáltica y en (4) se puede apreciar la falla de peladura y desprendimiento pero sin presencia de la base granular, encontrándose en un nivel de severidad media.

Progresiva: Km 5+355



Denominación: Fisuras longitudinales (1), peladura y desprendimiento (2).

Dimensiones:

Fisuras longitudinales, largo 20.00m, ancho de fisura: 3.2mm.

Peladura y desprendimiento, ancho 1.50m, largo 25.00m.

Nivel de severidad:

Fisuras longitudinales, Alto, Gravedad 3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho>3mm).

Peladura y desprendimiento, Medio, Gravedad 2: continuo sin aparición de base granular.

Descripción: Se observan múltiples fisuras longitudinales (1) continuas debido al tránsito vehicular, formándose en la parte de abajo de la carpeta asfáltica para posteriormente aparecer en la superficie de la calzada, se presencia además peladura y desprendimiento (2) en la parte izquierda debido al desgaste que causa el tránsito vehicular y su exposición a la intemperie.

Progresiva: Km 7+115

Denominación: Peladura y desprendimiento (1), fisuras longitudinales (2).

Dimensiones:

Peladura y desprendimiento, ancho 2.00m, largo 2.50m.

Fisuras longitudinales, largo 7.00m, ancho de fisura: 2.5mm.

Nivel de severidad:

Peladura y desprendimiento, Alto, Gravedad 3: continuo con aparición de base granular.

Fisuras longitudinales, Medio, Gravedad 2: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho>1mm y <3mm).

Descripción: Se observan múltiples fisuras longitudinales (2) continuas debido al tránsito vehicular, formándose en la parte de abajo de la carpeta asfáltica para posteriormente aparecer en la superficie de la calzada , se presencia además peladura y desprendimiento (1) en la parte izquierda debido al desgaste que causa el tránsito vehicular y su exposición a la intemperie.

Progresiva: Km 15+300

Denominación: Peladura y desprendimiento.

Dimensiones: Ancho 4.15m, largo 4.50m.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad 3: continuo con aparición de base granular.

Descripción: En la calzada se presencia la falla superficial denominada peladura y desprendimiento, donde se ha ido perdiendo el ligante asfáltico y las partículas de agregado, debido al desgaste que causa el tránsito vehicular y su exposición a la intemperie.

Progresiva: Km 19+610

Denominación: Peladura y desprendimiento (1 y 2), bache o hueco (3).

Dimensiones:

Peladura y desprendimiento (1), ancho 2.50m, largo 1.95m.

Peladura y desprendimiento (2), ancho 1.25m, largo 0.95m.

Bache o hueco, ancho 0.95m, largo 0.90m.

Nivel de severidad:

Peladura y desprendimiento (1), Alto, Gravedad 3: continuo con aparición de base granular.

Peladura y desprendimiento (2), Bajo, Gravedad 1: puntual sin aparición de base granular.

Bache o hueco, Alto, Gravedad 3: diámetro>0.5m.

Descripción: En la calzada se presencia la falla superficial denominada peladura y desprendimiento (1 y 2), donde se ha ido perdiendo el ligante asfáltico y las partículas de agregado, debido al desgaste que causa el tránsito vehicular y su exposición a la intemperie, sin embargo existe una diferencia en el nivel de severidad entre (1) y (2). Se presencia también en (3) un bache o hueco con desprendimiento de material y llegando a exponerse la base granular.

Progresiva: Km 19+630

Denominación: Fisuras tipo piel de cocodrilo.

Dimensiones: Ancho 2.80m.; largo 5.00 m.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad 3: malla pequeña (<0.3m) con material suelto.

Descripción: Se observan fisuras acopladas entre ellas, creando en toda el área del pavimento pequeños polígonos desiguales de ángulos agudos y tamaño comúnmente por debajo de 0.30 mm y además podemos visualizar el desprendimiento de la carpeta asfáltica. Este fenómeno es afiliado a las cargas repetidas (fatiga), estas fisuras sólo aparecen en las zonas sometidas a las tensiones del tráfico (principalmente huellas de canalización); por ende, rara vez cubren toda la superficie del pavimento.

Progresiva: Km 24+236

Denominación: Baches (Huecos).

Dimensiones: Ancho 2.20m, largo 1.90m, profundidad 8cm.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad 3: Diámetro > 0.5 m.

Descripción: Desintegración y separación total de la superficie del pavimento en una extensión determinada, dando lugar a un agujero o cavidad redondeada con bordes netos y lados verticales en su parte superior. Suponen daños estructurales que interfieren con la continuidad del pavimento.

Progresiva: Km 24+495

Denominación: Desintegración de la calzada por peladura y desprendimiento

Dimensiones: Ancho 6.20m, largo 30.00m.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad 3: Continuo con aparición de base granular.

Descripción: Rotura completa de la superficie del pavimento y cierta separación de dicha superficie, se muestra además que se han ido formando hoyos en la calzada, que son consecuencia de las precipitaciones pluviales y del tránsito vehicular.

Progresiva: Km 31+310

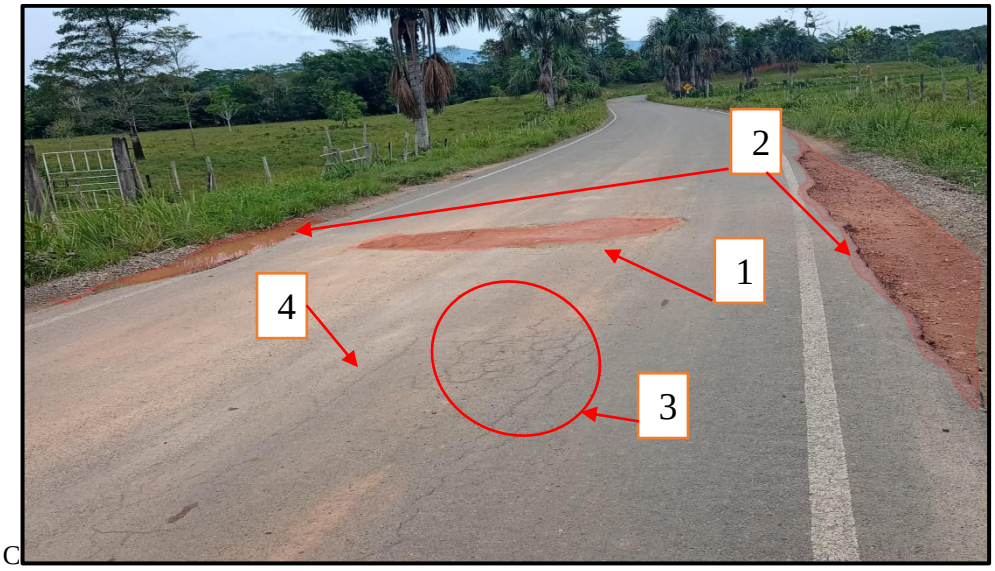
Denominación: Desintegración de la calzada y bordes por peladura y desprendimiento

Dimensiones: Ancho 6.20m, largo 30.00m.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad 3: Continuo con aparición de base granular.

Descripción: Las fallas presentes en las imágenes muestran un claro deterioro de la estructura del pavimento, las grietas de borde y disgregación de material se ha incrementado principalmente por motivo de las condiciones climáticas o por efecto abrasivo de la arena suelta en el borde, provocando peladura y continuamente la desintegración. En el caso de la calzada se observa la desintegración total de la carpeta asfáltica, la cual se encuentra en un nivel alto de severidad, produciendo así una capa de rodadura inestable por el desprendimiento de material de la conformación del pavimento.

Progresiva: Km 31+700



C

Denominación: Desintegración de la calzada y bordes por peladura y desprendimiento (1 y 2), piel de cocodrilo (3), y fisuras longitudinales (4).

Dimensiones:

Peladura y desprendimiento (1), ancho 4.15m, largo 3.20m.

Peladura y desprendimiento (2.1), ancho 0.65m, largo 4.25m.

Peladura y desprendimiento (2.2), ancho 0.60m, largo 7.00m.

Piel de cocodrilo (3), ancho 1.10m, largo 0.75m.

Fisura longitudinal (4), largo 4.00m.

Nivel de severidad:

Peladura y desprendimiento (1 y 2), Alto, Gravedad 3: continuo con aparición de la base granular.

Piel de cocodrilo (3), Medio, Gravedad 2: malla mediana (entre 0.3 y 0.5m) sin material suelto

Fisura longitudinal (4), Medio, Gravedad 2: fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho >1mm y <3mm).

Descripción: Las fallas presentes en las imágenes muestran un claro deterioro de la estructura del pavimento, las grietas de borde y disgregación de material se ha incrementado principalmente por motivo de las condiciones climáticas o por efecto abrasivo de la arena suelta en el borde, provocando peladura y continuamente la disgregación. En el caso de la calzada se observa la desintegración de la carpeta asfáltica, la cual se encuentra en un nivel alto de severidad, produciendo así una capa de rodadura inestable por el desprendimiento de material de la conformación del pavimento. Podemos observar también la falla piel de cocodrilo (3) que corresponde a una falla estructural del pavimento, así como las fisuras longitudinales (4).

Progresiva: Km 32+195

Denominación: Desintegración de la calzada y bordes por peladura y desprendimiento.

Dimensiones:

Peladura y desprendimiento (1), ancho 2.70m, largo 2.20m

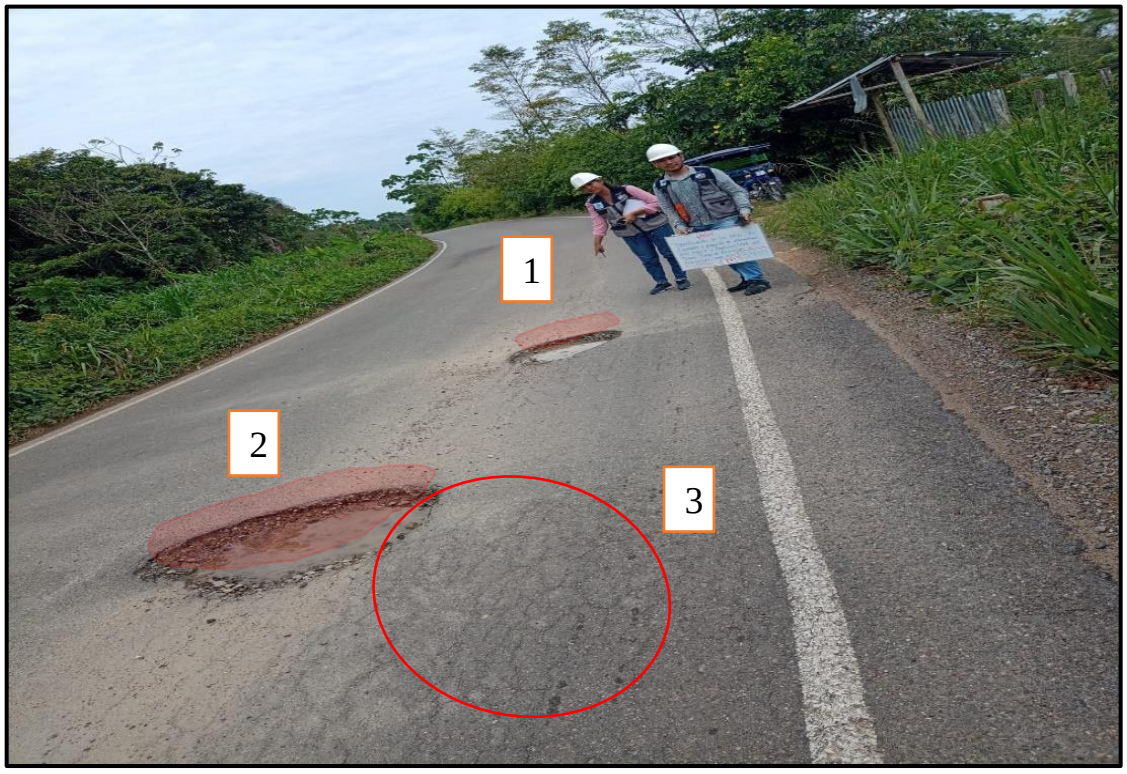
Peladura y desprendimiento (2), ancho 3.45m, largo 3.20m

Nivel de severidad:

Peladura y desprendimiento (1 y 2), Alto, Gravedad 3: continuo con aparición de la base granular.

Descripción: Debido a la abrasión de la arena suelta en el borde, acompañado de las frecuentes precipitaciones pluviales y las cargas por tránsito vehicular, se han ido formando las grietas de borde y disgregación de material del pavimento, y debido al incremento de este deterioro ha llegado a afectar también a la calzada, donde se observa también el considerable desprendimiento de material asfáltico, dejando como consecuencia la calzada inestable, perjudicando la servicialidad de la carretera.

Progresiva: Km 33+325



Denominación: Baches o huecos (1 y 2) y piel de cocodrilo (3).

Dimensiones:

Baches o huecos (1), ancho 0.70m, largo 0.60m, profundidad 6cm.

Baches o huecos (2), ancho 1.15m, largo 1.30m, profundidad 5.5cm.

Piel de cocodrilo (3), ancho 2.10m, largo 2.70m.

Nivel de severidad:

Baches o huecos (1 y 2), Alto, Gravedad 3: diámetro >0.50m.

Piel de cocodrilo (3), Mediano, Gravedad 2: malla mediana (entre 0.30m y 0.50m) sin material suelto.

Descripción: Se observa la presencia de baches o huecos (1 y 2) con desintegración de material en los bordes, y se encuentran saturados de agua, producto de las precipitaciones pluviales, estos factores climáticos provocan el aumento considerable de sus dimensiones y la disgregación del material, se presencia además el deterioro por piel de cocodrilo (3) en un estado de severidad media, donde aún no se ve el descacaramiento de material superficial.

Progresiva: Km 34+062

Denominación: Baches o huecos.

Dimensiones: Ancho 0.80m, largo 0.87m, profundidad 5cm.

Nivel de severidad: Alto, Gravedad 3: diámetro >0.50m.

Descripción: El hueco presente en la calzada presenta cerca de la zona superior, lados rectos y bordes afilados., el crecimiento de la presente falla se debe al acopio de agua dentro de ella, tal como se muestra en la imagen, además cabe decir que producto del tráfico se logra el desprendimiento de pequeños fragmentos del borde del hueco, originando así una desintegración considerable de la capa de rodadura localizada en

ese lugar, esta desintegración puede ser por mezclas pobres en la superficie, o puntos débiles de la base o subrasante.

4.2. Objetivo específico N° 02: Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en el tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.

De lo anterior se obtuvo las siguientes tablas y gráficos donde se observa la cantidad y las fallas predominantes presentes en el tramo de estudio.

Tabla 4

Resumen de las fallas encontradas por cada progresiva intervenida.

Progresiva	Tipo de falla	Cantidad
Km. 0+242	Peladura y desprendimiento	1.00
Km. 0+305	Baches	2.00
	Fisuras longitudinales	2.00
	Hundimiento	1.00
Km. 1+186	Baches	1.00
Km. 2+140	Peladura y desprendimiento	3.00
	Baches	2.00
Km. 2+204	Baches	1.00
Km. 2+222	Peladura y desprendimiento	3.00
Km. 2+291	Fisuras longitudinales	1.00
Km. 3+301	Baches	1.00
Km. 3+380	Fisuras longitudinales	3.00
	Hundimiento	1.00
Km. 3+895	Erosión	1.00
Km. 4+065	Piel de cocodrilo	2.00
Km. 4+235	Erosión	1.00
	Baches	1.00
	Hundimiento	1.00
Km. 4+625	Baches	1.00
	Piel de cocodrilo	1.00
	Peladura y desprendimiento	3.00
Km. 5+355	Fisuras longitudinales	1.00
	Peladura y desprendimiento	1.00
Km. 7+115	Peladura y desprendimiento	1.00
	Fisuras longitudinales	1.00
Km. 15+300	Peladura y desprendimiento	1.00
Km. 19+610	Peladura y desprendimiento	2.00
	Baches	1.00
Km. 19+630	Piel de cocodrilo	1.00
Km. 24+236	Baches	1.00
Km. 24+495	Peladura y desprendimiento	1.00
Km. 31+310	Peladura y desprendimiento	1.00

Km. 31+700	Peladura y desprendimiento	3.00
	Piel de cocodrilo	1.00
	Fisuras longitudinales	1.00
Km. 32+195	Peladura y desprendimiento	2.00
Km. 33+325	Baches	2.00
	Piel de cocodrilo	1.00
Km. 34+062	Baches	1.00
	Número total de fallas	***56.00***

Tabla 5

Resumen de las fallas encontradas en el tramo de ejecución.

Nº	TIPO DE FALLAS	CANTIDAD	%
1	Piel de cocodrilo	6.00	10.71%
2	Fisuras longitudinales	9.00	16.07%
3	Deformación por deficiencia estructural	3.00	5.36%
4	Ahuellamiento	0.00	0.00%
5	Reparaciones o parchados	0.00	0.00%
6	Peladura y desprendimiento	22.00	39.29%
7	Baches	14.00	25.00%
8	Fisuras transversales	0.00	0.00%
	Otros: Erosión	2.00	3.57%
	TOTAL	***56.00***	***100.00%***

Fuente: Elaboración propia

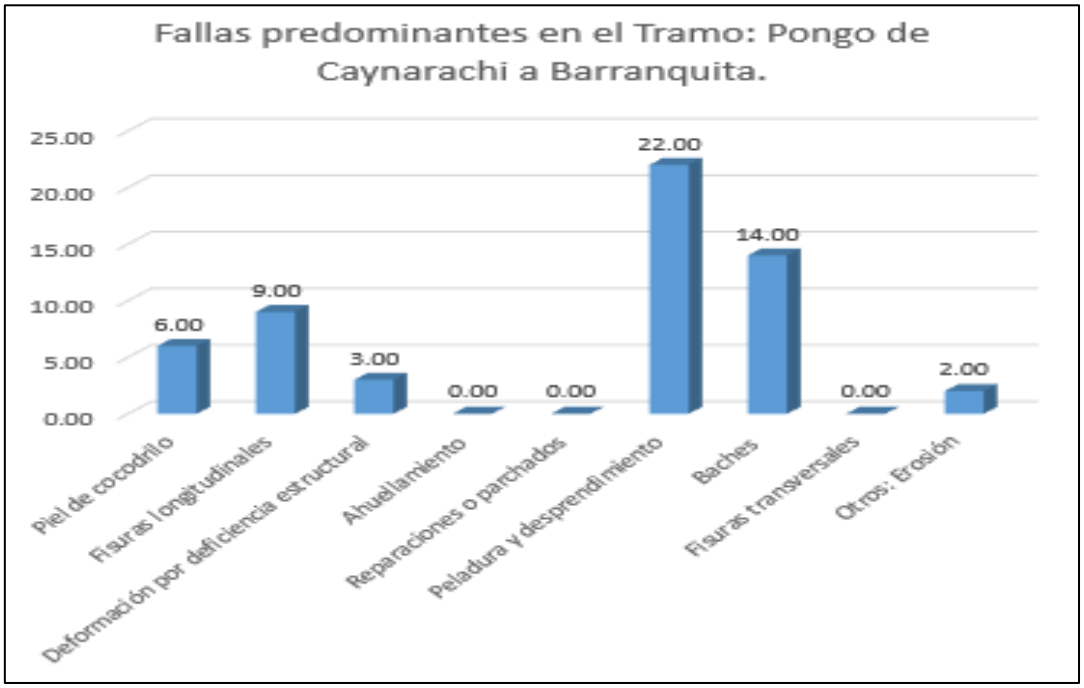


Gráfico 1. Fallas predominantes en el Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita

Fuente: Elaboración propia

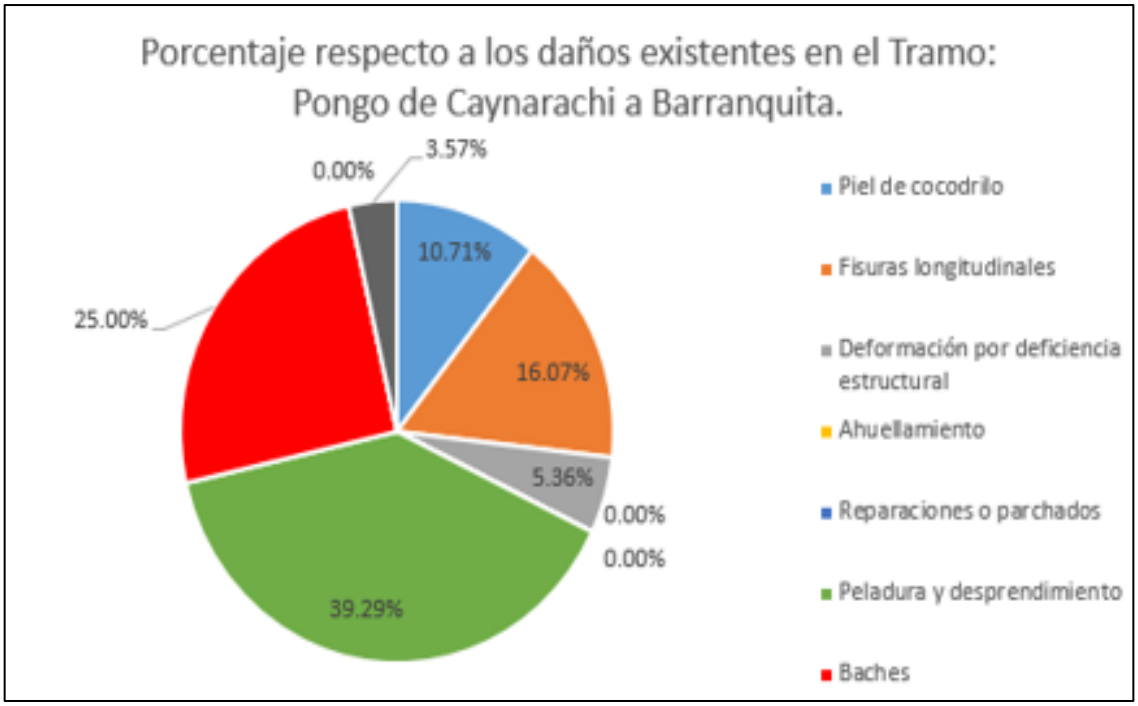


Gráfico 2. Porcentajes respecto a los daños existentes en el Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita
Fuente: Elaboración propia

De lo presentado se obtiene que las fallas más representativas en el tramo son Peladura y desprendimiento, Baches o huecos, y Fisuras Longitudinales en su mayoría de una gravedad de nivel 3, siendo la calificación más severa, y según los gráficos obtenidos podemos resaltar que el tramo pongo de caynarachi a barranquita presenta en mayor magnitud fallas superficiales, por tanto se originan problemas de transitabilidad notorios, generando malestar al usuario, y afectando directamente su seguridad.

Los tres tipos de fallas ocasionan un mal estado de funcionabilidad debido a la inestabilidad presente en la carretera, ocasionando problemas de tránsitabilidad como son: congestión del tráfico vehicular, aumento de riesgo e inseguridad de los usuarios que transitan por el tramo, es decir aumento de accidentes, malestar y retraso a los usuarios para llegar a su destino, entre otros.

4.3. Objetivo específico N° 03: Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi – Barranquita.

Tabla 6

Alternativas de Solución para mejorar la transitabilidad del Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita.

PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	NIVEL DE DETERIORO	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
KM. 0+242	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KM. 0+305	Baches	3	Parcheo profundo. Rehabilitación o reconstrucción
	Fisuras longitudinales	2	Sellado de fisuras.
	Hundimiento	3	Fresado en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta
KM. 1+186	Baches	3	Parcheo profundo. Rehabilitación o reconstrucción
KM. 2+140	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	Baches	3	Parcheo profundo. Rehabilitación o reconstrucción
KM. 2+204	Baches	3	Parcheo profundo. Rehabilitación o reconstrucción
KM. 2+222	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KM. 2+291	Fisuras longitudinales	3	Sellado de fisuras. Parcheo parcial.
KM. 3+301	Baches	3	Parcheo profundo.
KM. 3+380	Fisuras longitudinales	3	Sellado de fisuras. Parcheo parcial.
	Hundimiento	3	Fresado en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta
KM. 3+895	Erosión	Alta	Reparación. Aplicación de un estabilizador.

KM. 4+065	Piel de cocodrilo	3	Parcheo parcial o en toda la profundidad. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KM. 4+235	Erosión	Alta	Reparación. Aplicación de geosintéticos.
	Baches	3	Parcheo profundo. Rehabilitación o reconstrucción
	Hundimiento	3	Fresado en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta
KM. 4+625	Baches	3	Parcheo profundo. Rehabilitación o reconstrucción
	Piel de cocodrilo	3	Parcheo parcial o en toda la profundidad. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KM. 5+355	Fisuras longitudinales	3	Sellado de fisuras. Parcheo parcial.
	Peladura y desprendimiento	2	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta
KM. 7+115	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	Fisuras longitudinales	2	Sellado de fisuras.
KM. 15+300	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KM. 19+610	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	Baches	3	Parcheo profundo. Rehabilitación o reconstrucción
KM. 19+630	Piel de cocodrilo	3	Parcheo parcial o en toda la profundidad. Sobrecarpeta. Reconstrucción.

KM. 24+236	Baches	3	Parcheo profundo. Rehabilitación o reconstrucción
KM. 24+495	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KM. 31+310	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KM. 31+700	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	Piel de cocodrilo	2	Parcheo parcial o en toda la profundidad. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	Fisuras longitudinales	2	Sellado de fisuras.
KM. 32+195	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KM. 33+325	Baches	3	Parcheo profundo. Rehabilitación o reconstrucción
	Piel de cocodrilo	2	Parcheo parcial o en toda la profundidad. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KM. 34+062	Baches	3	Parcheo profundo. Rehabilitación o reconstrucción

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la inspección visual realizada, y al registro de fallas obtenidas, además tomando en cuenta que la superficie de rodadura es un tratamiento superficial bicapa se propone primero reparar en lugares puntuales el pavimento desintegrado debido a la erosión, además de lo ya mencionado se propone también que a lo largo del tramo se desarrolle un mantenimiento periódico donde se realicen actividades de conservación de la vía, y reparación de las fallas presentadas en las zonas críticas, en las cuales necesitan la reposición y parchado profundo de la vía.

4.4. Objetivo específico N° 04: Determinar la influencia de la identificación de fallas del asfaltado en la propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo Pongo de Caynarachi - Barranquita.

La influencia existente entre la adecuada identificación de las fallas y las propuestas realizadas para mejorar el estado actual del tramo, tiene una relación proporcional directa entre ellas, quiere decir que entre más precisa sea la identificación y clasificación de las fallas, se obtendrán mejores propuestas de alternativas que se ajusten a lo requerido debido a la problemática existente. En el presente proyecto se obtuvieron resultados numéricos representados en porcentajes, y dichos datos llegaron a determinar la solución planteada, que es un mantenimiento periódico de la vía, evitando plantear soluciones de mayor costo y no necesaria con respecto a las características encontradas por la correcta identificación y evaluación de fallas encontradas. Por lo tanto, la influencia de la correcta identificación de las fallas, radica en los costos de las soluciones a realizarse.

CONCLUSIONES

1. La identificación de fallas en el Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita, nos mostró el estado actual de la misma, obteniéndose un registro fotográfico con la descripción de las fallas, sus dimensiones, así como también los diferentes niveles de severidad que poseen en las diferentes progresivas intervenidas, concluyendo que el tramo se encuentra en estado de deterioro severo para lo cual se necesitan tomar las medidas correspondientes.

2. Las fallas predominantes en el tramo son: Peladura y desprendimiento (39.29%), Baches o huecos (25.00%) y Fisuras Longitudinales (16.07%), estas provocan problemas en la transitabilidad ya que se presenta la inestabilidad de la carretera ya que el desprendimiento de material ocasiona que no brinde la funcionalidad para la que fue construida, originando los problemas de, congestión del tráfico vehicular y peatonal, aumento de riesgo e inseguridad de los usuarios que transitan por el tramo, es decir aumento de accidentes, malestar y retraso a los usuarios para llegar a su destino, entre otros. Se resalta que el deterioro presentado en la carretera (64.29 %), se deben básicamente a las fallas superficiales.

3. Se propone el Mantenimiento periódico de la Red Vial Departamental, Ruta SM-105, Tramo: Pongo de Caynarachi – Barranquita, L=35.15km, cuyo objetivo sea la reparación y conservación vial de la carretera, Así mismo, un mantenimiento periódico mecanizado efectivo y sostenido, evitará reconstrucciones, las cuales tienen siempre repercusiones económicas costosas y son técnicamente evitables. Cabe mencionar que hay que tener en cuenta las fallas producidas a causa de erosión, en esas progresivas puntuales se propone ejecutar la rehabilitación correspondiente mediante un estudio especializado.

4. La correcta identificación de las fallas influye de manera benéfica al momento de poder elaborar las propuestas de solución, ya que con la claridad del tema producto de la investigación del mismo, es más factible el reconocimiento en campo de acuerdo a las características visuales de las fallas en el asfalto. Por ende, la solución propuesta en la conclusión (3) es la más adecuada para el proyecto, por ser la solución con menos costo para mejorar la serviciabilidad de la carretera.

RECOMENDACIONES

1. Los expedientes técnicos elaborados para la construcción de carreteras deben ser realizados por especialistas y realizar los estudios correspondientes en el lugar de ejecución, ya que las características en cada lugar son únicos y distintos, incluso si se encuentran en una misma región.

2. Se recomienda que los estudios para ejecutar los mantenimientos viales o rutinarios sean realizados por profesionales especializados y capacitados para que aborden el estudio de manera minuciosa y evitar el riesgo de que el mantenimiento no cumpla su rol principal que es mantener las carreteras en buen estado.

3. Se debe tener en cuenta el control y supervisión de los procesos constructivos como tipos de materiales, espesores y demás especificaciones técnicas al momento de ejecutar la construcción o mantenimiento de la carretera para evitar así problemas futuros a causa del mismo.

4. Las Autoridades del Sector Público, deben tener en cuenta las ventajas que brinda tener una adecuada conservación vial, ya que son los nexos del comercio entre localidades y donde se desarrollan parte de las actividades económicas, así como las actividades sociales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alata Laulate, J. M., & Ruiz Paredes, H. (2019). Aplicación de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación del estado de pavimento flexible de las principales calles Tarapoto–San Martín–San Martín–Perú 2019.

Banda, T. (2018). Investigating The Causes Of Frequent Failures On Maintained Asphalt Pavement Federal Roads In Ethiopia (Doctoral Dissertation, Doctoral Dissertation, Addis Ababa Science And Technology University).

Becerra, M. (2012). Tópicos de pavimentos de concreto. Becerra, Topicos de pavimentos de concreto. Perù, Peru. Recuperado el, 13.

Blackman, H. L. (2022). DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS: NUEVOS Y DE REFUERZO (Vías Urbanas, Estacionamientos, Carreteras y Aeropuertos). ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT DE VENEZUELA, ANIH. https://www.acading.org.ve/info/publicaciones/libros/pubdocs/DISENO_ESTRUCTURAL_DE_PAVIMENTOS_HLB.pdf

Bogotá, U. N. (2006). Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles.

Cárdenas Revatta, M. A. (2017). Diagnóstico de los tratamientos superficiales aplicados en las fallas de los pavimentos de la avenida José Matias Manzanilla del distrito de Ica, 2017.

Corea y Asociados S.A. (CORASCO). (2008). Manual para la revisión de diseños de pavimentos. Ministerio de transporte e infraestructura - División general de planificación.

Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009). Manual de Evaluación de Pavimentos. Venezuela: El Autor. Recuperado el 15 de febrero de 2015, de https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-evaluacion1.pdf

Doria Delgado, Z. F. D. M., & De La Cruz Oliva, J. B. (2016). Cálculo del índice de condición aplicado al pavimento flexible, en el jr. JORGE CHÁVEZ en la ciudad de TARAPOTO-barrio huayco, provincia de SAN MARTÍN, departamento de SAN MARTÍN y propuesta de solución.

Espinosa Rodríguez, D. A. (2009). Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá DC.

González Morgado, D. E. (2018). Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito (Doctoral dissertation, Universidad Andrés Bello).

GUERRERO, M. V. A. S., & LEÓN, C. S. N. (2012). Pavimentos Rígidos y Flexibles, Ventajas y Desventajas. ASOCIACIÓN MEXICANA DE INGENIERÍA DE VÍAS TERRESTRE, AC.

Humpiri PinedaA, K. (2015). Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de Vías en la Región de Puno.

Jiménez Flores, C. C., & Julón Flores, J. L. (2021). EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA MORALES–SAN PEDRO DE CUMBAZA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN.

Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). Pautas Metodológicas para el Desarrollo de Alternativas de Pavimentos en la Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública en Carreteras. Montero, distrito de Castilla, http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI_180.pdf?sequence=1

Miranda Rebolledo R. J. (2010) en su tesis para optar el título de Ingeniero Constructor en la Universidad Austral de Chile, ubicada en Chile, denominada “Deterioros en Pavimentos flexibles y rígidos”

MTC, M. D. (2014). Manual de Carreteras: Mantenimiento o Convervacion vial. Lima. MTC, M. d.(2014). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Lima. MTC, M. d.(sf). Manual de Carreteras: Mantenimiento y conservación Vial. Lima.

Nacional Center for Pavement Preservation. (2003). Pavement Preservation in the United Status.

Ortíz Falcón, E. A., & Zapata Saavedra, L. J. P. (2022). Determinar causas y nivel de deterioro del pavimento flexible de la calle Pariñas del AA. HH 9 de Octubre, provincia de Sullana, departamento de Piura.

Pomasonco de la Cadena, R. C. (2010). Evaluación de la transitabilidad utilizando el rugosímetro de MERLIN monitoreo de conservación carretera Cañete-Huancayo Km. 110+000 al Km. 112+000. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

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

Rodríguez Soplín, J. E., & Herrera More, A. (2022). Determinación de las fallas del asfaltado y mejorar la transitabilidad del tramo San Pedro a San Roque de Cumbaza, Lamas 2020.

Rodríguez, E. (2009): Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis

Rondón, H. Reyes, F. (2007). Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: tendencias, alcances y limitaciones. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 17(2), 41-65.

Salomón, D. (1977). Conservación de Pavimentos: Conservando la inversión del patrimonio vial.

Sepúlveda Arévalo, N. (2020). Evaluación de deterioro en un pavimento flexible, reporte de caso: desde la avenida francisco Fernández de contreras, calle 7 hasta la carrera 10, Ocaña agua de la virgen.

Vargas Leon, C. A. (2022). Identificación de fallas más frecuentes e índice de condición de los pavimentos flexibles, a partir de investigaciones realizadas en el Perú–Cajamarca 2021.

Vasquéz, B. M. (2014). Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta s/r: Santa Elvira–El Arenal, en la comuna de Valdivia. Valdivia-Chile: Universidad Austral de Chile.

Vásquez, L.R. (2002). Manual “PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS”, [Revista]. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Vinces Mori, M. A. (2017). Diagnóstico del estado situacional de la carretera pe–5n (dv)–sm–104 (lamas), por el metodo: índice de condición de pavimentos (pci).

Zevallos Gamarra, R. E. (2018). Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca–2017.

Identificación de las fallas del asfaltado y propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita, Lamas 2022

por José Sánchez Puerta / Saskia Mariel Carbajal Chacaliaza

Fecha de entrega: 05-ene-2023 02:38p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1988951552
Nombre del archivo: -_Jos_S_nchez_Puerta_y_Saskia_Mariel_Carbajal_Chacaliaza_2.docx (40.84M)
Total de palabras: 16206
Total de caracteres: 90999

Identificación de las fallas del asfaltado y propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del Tramo: Pongo de Caynarachi a Barranquita, Lamas 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	21%	1%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%