



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA.
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

Tesis

Identificación visual de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8.00 km

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Giovanni Renato Arpasi Vega
<https://orcid.org/0000-0003-1500-2386>

Asesor:

Ing. Dr. Serbando Soplopucó Quiroga
<https://orcid.org/0000-0002-0629-3532>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA.
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

Tesis

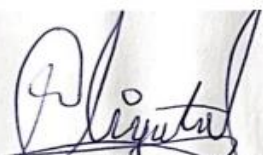
Identificación visual de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8.00 km

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil


Autor:

Giovanni Renato Arpasi Vega

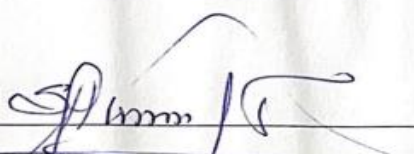
Sustentado y aprobado el 26 de julio de 2023 por los jurados:




Presidente de Jurado
Ing. M.Sc. Gilberto Aliaga Atalaya



Secretario de Jurado
Ing. M.sc. Ruben del Aguila
Panduro



Vocal de Jurado
Ing. M. Sc. Santiago Chávez Cachay



Asesor
Ing. Dr. Serbando Soplopucó Quiroga

Tarapoto, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA



Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo

**Acta de Sustentación de Trabajo de
Investigación Para título de Ingeniero Civil N° 777**

Jurado reconocido con Resolución N° 251-2023-UNSM/FICA-CF-NLU
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela profesional de Ingeniería Civil



A las 19.05 del día Viernes, 26/07/23, inició el acto público de sustentación del trabajo de investigación "IDENTIFICACIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS EN LA CARRETERA VECINAL TRAMO MORALES – SAN PEDRO, L = 8.00 KM", para optar el título profesional de Ingeniero Civil, presentado por el Bach. Giovanni Renato Arpasi Vega, con la asesoría del Ing. Dr. Serbando Soplopucú Quiroga.

Instalada la Mesa Directiva conformada por Ing. M.Sc. Gilberto Aliaga Atalaya (presidente del jurado), Ing. M. Sc. Rubén Del Águila Panduro (secretario), Ing. M. Sc. Santiago Chávez Cachay (vocal) y acompañados por Ing. Dr. Serbando Soplopucú Quiroga (asesor).

El presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Circular N° 043-2023-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.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG – CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue 16 (...); tal como se deja constar en la siguiente descripción:



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA



Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es 16 y correspondiente a la calificación de APROBADO

Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo de treinta (30) días calendario.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 777. De Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

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 19.30 hora el mismo día de Miércoles 26 Julio del 2023.





Ing. M. Sc. Rubén Del Aguila Panduro
Secretario del Jurado




M.Sc. Gilberto Aliaga Atalaya
Presidente del Jurado




Ing. M. Sc. Santiago Chávez Cachay
Vocal del Jurado




Gildardo Renato Arpasi Vega
Autor




Ing. M. Sc. Sebastián Sopopuco Quiroga
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Giovanni Renato Arpasi Vega, con DNI N° 70142965, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Identificación visual de patologías en la carretera vecinal tramo Morales-San Pedro, L= 8.00KM**

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, asumo 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, 26 de julio de 2023.



Giovanni Renato Arpasi Vega
DNI N °70142965

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Identificación visual de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8 km.</p>	<p>Área de investigación: Transporte</p> <p>Línea de investigación: Estrategias de tecnología de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible</p> <p>Sub línea de investigación: Tecnología de materiales de construcción.</p> <p>Grupo de investigación:</p> <p>Resolución N° 004-2023-UNSM/FICA-D-NLU</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
---	--

<p>Autor(es):</p> <p>Giovanni Renato Arpasi Vega.</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil.</p> <p>https://orcid.org/0000-0003-1500-2386</p>
--	--

<p>Asesor:</p> <p>Ing. Dr. Serbando Soplopucó Quiroga.</p>	<p>Dependencia local de soporte:</p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil.</p> <p>Laboratorio de Suelos y Pavimentos.</p> <p>https://orcid.org/0000-0002-0629-3532</p>
---	---

Dedicatoria

A mi familia por su constante apoyo moral y económico a lo largo de la carrera, de igual manera expreso mi profundo agradecimiento a Blanca Mesía por su apoyo moral de siempre, a mis docentes, cuya dedicación y conocimientos han sido fundamentales en mi formación académica como ingeniero civil.

Giovanni R. Arpasi Vega

Agradecimiento

Agradecer a Dios por permitirme culminar un peldaño más en mi vida, de la misma manera a mis padres por estar presente durante todo el proceso de mi crecimiento profesional y a Blanquita Mesía por su apoyo incondicional.

A mi hermana Zaida, por ser un pilar importante que con su motivación constante me demostró que podemos lograr nuestros objetivos.

Giovanni R. Arpasi Vega

Índice general

Declaratoria de Autenticidad.....	7
Ficha de identificación.....	8
Agradecimiento	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I	15
INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes de la investigación.....	17
2.2. Fundamentos teóricos.....	18
CAPÍTULO III	30
MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	30
3.1.1. Ubicación política.....	30
3.1.2. Ubicación Geográfica	31
3.1.3. Periodo de ejecución	31
3.1.4. Autorización y permisos.....	31
3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	32
3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales.....	33
3.2. Sistema de variables	33
3.2.1. Variables principales.....	33
3.2.1 Variables secundarias	35
3.3 Procedimientos de la investigación.....	36
CAPÍTULO IV.....	44

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1 Resultados del objetivo específico 1:.....	44
4.2 Resultados del objetivo específico 2:.....	45
4.3 Resultado del objetivo específico 3:	46
4.4 Resultado del objetivo específico 4:	47
4.5 Resultado del objetivo específico 5:	50
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS 01	57

Índice de tablas

Tabla 1. Deterioros o fallas de los pavimentos asfaltados.....	21
Tabla 2. Ubicación Geográfica	31
Tabla 3. Descripción de variables por objetivos específicos	28
Tabla 4. Identificación de patologías en el camino en estudio	39
Tabla 5. Tipos de patologías encontradas en el camino y su estado.....	45
Tabla 6. Estructura del protocolo	45
Tabla 7. Matriz de Consistencia	54

Índice de figuras

Figura 1: Estructura de pavimento.....	16
Figura 2: Esquema del paquete estructural para pavimento flexible y rígido.....	19
Figura 3: Fisura transversal la carpeta	21
Figura 4: Fisuras longitudinales. Gravedad 3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3mm). También se denominan grietas	24
Figura 5: Piel de cocodrilo	25
Figura 6: Piel de cocodrilo. Gravedad 3: Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto	25
Figura 7: Deformaciones (3a depresión continua longitudinal). Gravedad 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm	26
Figura 8: Ahuellamiento (AHU). Unidad de medida: m ²	26
Figura 9: Ahuellamiento. Se observa un levantamiento de materiales formando cordones a lo largo del trazado de las ruedas. Gravedad 3: Profundidad > 12 mm.	27
Figura 10: Reparaciones o parchado. Gravedad 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.	27
Figura 11: Baches (Huecos). Gravedad 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m.	28
Figura 12. Mapa de Ubicación.....	30
Figura 13. Control ambiental.....	32
Figura 14: Información meteorológica.	35
Figura 15: Reconocimiento e identificación de patologías en el tramo de investigación. Se aprecia el inicio, fisuras y ahuellamientos tratados.	36
Figura 16: Diagrama de flujo de acciones a realizar para la conservación	46
Figura 17: Programación PERT para las acciones de mantenimiento permanente	48
Figura 18: Programación GANTT para las acciones de mantenimiento permanente...	49

RESUMEN

Este proyecto de tesis se desarrolló en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín con el objetivo de obtener una titulación en Ingeniería Civil como una contribución a la sociedad, para identificar y definir métodos y estrategias que faciliten a la conservación y mantenimiento del pavimento en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro. El aporte consiste en que mediante un diagnóstico visual ha permitido conocer los tipos de patologías que se presentan en la misma, identificando las diferentes fallas, ubicación y magnitud, que hizo posible conocer la situación actual del pavimento existente en la carretera vecinal, levantándose la información pertinente, que facilita estimar las áreas comprometidas, dando lugar a señalar acciones de reparación, conservación o mantenimiento vial de la carretera; permitiendo elaborar una propuesta de las acciones de intervención en conservación vial que deben efectuarse para restaurar el adecuado funcionamiento de la carretera vecinal y proponer acciones de mantenimiento permanente de la carretera para lograr la sostenibilidad de funcionamiento en el tiempo. Se realizaron estudios profundos sobre aspectos relacionados con la normatividad en vigencia, que, para el caso, corresponde a la que maneja el ente rector nacional, así como aspectos relacionados con la gestión. Sobre esta base, se realizaron actividades de diagnóstico del pavimento, efectuando una identificación visual de su estado actual a lo largo del tramo en estudio, determinando que existe un pavimento flexible, donde se observó la presencia de fallas estructurales y superficiales; en el primer caso, fisuras longitudinales y transversales, ahuellamientos, y en el segundo caso, baches, desprendimientos, reparaciones efectuadas, no existen puntos críticos. Asimismo, mediante el auxilio de diagramas de flujo y diagramas de la programación PERT-CPM y de Gantt, se elaboró programas de acción para reparar las patologías encontradas y restablecer la situación actual; como también para efectuar el mantenimiento o conservación vial anualmente, para mantener la carretera vecinal en condiciones de servicialidad en forma permanente. Como resultado del estudio, se logró la identificación visual completa del pavimento, caracterizada en tablas, la elaboración de los diagramas de programación de acciones de mantenimiento o conservación vial.

PALABRAS CLAVE: Patología de pavimento, gestión de pavimentos, programación, conservación vial, protocolo de intervención.

ABSTRACT

This thesis project was developed at the Professional School of Civil Engineering of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martín with the objective to obtain a degree in Civil Engineering as a contribution to society and to identify and define methods and strategies to facilitate the conservation and maintenance of the pavement on the Morales - San Pedro road. Through a visual diagnosis it has been possible to determine the types of pathologies that are present in the road, identifying the different faults, location and magnitude, which made possible to identify the current situation of the existing pavement in the local road. The relevant information was collected, which facilitates the estimation of the compromised areas, leading to the identification of actions for the repair, conservation or road maintenance of the road. This allows the preparation of a proposal for road conservation intervention actions to be carried out in order to restore the proper functioning of the local road and to propose permanent maintenance actions for the road to achieve the sustainability of its operation over time. In-depth studies were conducted on aspects related to the regulations in force, which, in this case, corresponds to those managed by the national governing entity, as well as aspects related to management. On this basis, pavement diagnosis activities were carried out, making a visual identification of its current condition along the section under study, determining that there is a flexible pavement, where the presence of structural and surface failures was observed; in the first case, longitudinal and transverse cracks, rutting, and in the second case, potholes, landslides, repairs carried out, there are no critical points. Likewise, using flow charts and PERT-CPM and Gantt programming diagrams, action programs were prepared to repair the pathologies found and restore the current situation, as well as to carry out annual road maintenance or conservation, in order to maintain the local road in a permanent serviceable condition. As a result of the study, a complete visual identification of the pavement was achieved, characterized in tables, and diagrams were prepared for the programming of road maintenance or conservation actions.

Keywords: pavement pathology, pavement management, scheduling, road maintenance, intervention protocol.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

En un contexto general, los proyectos de ejecución de obras, entre las cuales también se involucran las obras viales, tiene una serie de problemas durante su ejecución, que pueden ser debidas a incumplimiento de especificaciones técnicas, malos procedimientos de ejecución de los trabajos, falta de experiencia de los residentes o supervisores de obra, problemas de equipos mecánicos u otras variables que influyen de manera negativa en la obra que dan origen a que se presencien problemas en el ciclo de operación y mantenimiento durante la vida favorable de la misma. En efecto, como investigación tengo interés de abordar este tema, con la finalidad de conocer cuáles son los verdaderos problemas que se presentan.

En el Perú, se han ejecutado y se ejecutan grandes, medianos y pequeños proyectos de obras viales, que estuvieron y están a cargo del ente rector. En tal caso, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (en adelante el MTC), con sus Unidades Ejecutoras llámese Provias Nacional, Provias Departamental, Provias Rural, Provias Descentralizado, etc. También ejecutan proyectos viales los gobiernos regionales y los gobiernos locales. Haciendo u recorrido en la región San Martín por la Carretera nacional Arqº Fernando Belaúnde Terry, carreteras departamentales y carretera vecinales, podemos observar situaciones que nos indican serias anomalías que preocupan. Todos hemos oído mucho últimamente sobre el mal estado de nuestras carreteras debido a la falta de inversión en mantenimiento y conservación.

Encaminaremos los documentos del MTC (2018) para comenzar a comprender lo que está debajo de nuestros neumáticos cuando conducimos. El perfil de nuestras carreteras se compone principalmente de tres componentes: terreno subyacente, explanado y firme. El terreno natural que existía antes de la construcción de la carretera o la obra de tierra subyacente se conoce como terreno subyacente. La explanada se compone de las capas debajo del pavimento, que generalmente se subdividen en la capa de cimienta, de núcleo y de coronación o de rodadura. Las capas del pavimento se conformarán de acuerdo con el tipo de firme que se utilice: rígido, semirígido o flexible. Es posible indagar mucho en este tema, sin embargo, en líneas generales, seguimos la idea de que el suelo se compone de una capa base y el pavimento. La intensidad del tráfico pesado, la categoría de explanada y las condiciones ambientales determinan el dimensionado del firme.

Sin embargo, lo que se observa en muchas obras, de lejos es otra cosa, de manera que podría decirse que en la ejecución de las obras no se estarían siguiendo los lineamientos que establecen los códigos y reglamentos que norman la ejecución de obras viales en el Perú. En efecto, las obras viales, sabemos que todas cumplen una función loable, cuando se construyen en tales o cuales condiciones de calidad porque van a traer progreso a la zona de su ubicación. Sin embargo, cuando apreciamos que su capa de rodadura, en determinadas carreteras presenta deformaciones, fisuras, derrumbes, roturas nos dan señales claras de que hay causales que determinan la presencia de patologías y la carretera vecinal Morales - San Pedro no es ajena a este problema. Situación que me lleva a efectuar un estudio tendiente a la Identificación de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8.00 km, cuya finalidad es aportar al conocimiento científico para que sirva de base para los futuros estudios de proyectos que se realicen en nuestra región y para que el estudiante tenga fuentes de consulta.

Para desarrollar esta investigación se formuló la interrogante, ¿De qué manera se podrá efectuar la identificación de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8.00 km?

La interrogante se respondió con la hipótesis, *“Efectuando un adecuado diagnóstico, se podrán identificar patologías en el pavimento de la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8 km., pudiendo conocer su estado y proponer una solución para superarlas”*. Formulado el problema e hipótesis indicada se suscitó como objetivo general: Identificar las Patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8.00 Km.

Para alcanzar este objetivo se enunció los posteriores objetivos específicos, reconocer los tipos de patologías que se presentan en la carretera vecinal Tramo Morales – San Pedro, L = 8 km; estime los componentes y áreas involucradas para conseguir los resultados de la evaluación actual del pavimento, señalando las acciones a desarrollar para la reparación; elaborar una propuesta de las acciones de intervención en conservación vial que deben efectuarse para restaurar el adecuado funcionamiento de la carretera; proponer acciones de mantenimiento permanente de la carretera para lograr la sostenibilidad de funcionamiento en el tiempo; proponer un protocolo de acciones para atender el mantenimiento permanente de la carretera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes Internacionales

Miranda (2010), realizó una indagación ante la Universidad Austral de Chile, denominada "Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos", donde concluye que aún no se presta la debida atención al caso. La mantención de vías es más económica que reparar el mismo pavimento, y las reparaciones deben llevarse a cabo de inmediato una vez que sea necesario, ya que los pavimentos se deterioran a diario. Es esencial realizar un mantenimiento y constante a fin de conservar la inversión y el pavimento disponible para el público en general durante las labores de conservación vial, estas deben ser efectuadas por un personal calificado y siguiendo lo establecido en un documento o expediente técnico (p 143).

Rodríguez & Rodríguez (2004), efectuó una investigación ante la Universidad de El Salvador "Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje" donde se llega a la conclusión de que se ha demostrado que en el país se conocen estas técnicas y que se están implementando en varios lugares del país, evaluando los pavimentos para aplicar la conservación correspondiente. (p 52).

Antecedentes Nacionales

Cárdenas (2016), en su investigación ante la Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. En la región Ayacucho, se llevó a cabo una evaluación y determinación de las patologías del pavimento flexible para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de rodadura en agosto de 2016. Se descubrió que la presencia de estas en cada unidad muestra era comparable y presentaba una incidencia principal constante. Igualmente, los cálculos efectuados en su trabajo para determinar el índice de condición operacional a través del método (PCI) en las 16 unidades muestrales del pavimento del área de estudio mostraron un valor promedio de PCI = 34, lo que lo catalogó como un pavimento en estado de conservación. MALO (p138).

Zeña llevó a cabo una investigación en el distrito de Veintiséis de Octubre en 2018 para determinar y evaluar las patologías de la carpeta asfáltica de la avenida Grau, "entre la avenida dos y la avenida Chulucanas, Distrito de Veintiséis de Octubre, Provincia de Piura; concluyó que las patologías en el tramo de estudio eran severas y tuvieron un

PCI de 41.36, que se encuentra en el rango de afecta” (p.231).

Valles & Pulache (2021), realizaron una investigación ante la Universidad Científica del Perú “Evaluación del estado superficial del pavimento flexible, mediante el método del Índice de Condición del Pavimento, en la vía Lamas – Cruce con la Vía Fernando Belaunde Terry, en la Provincia de Lamas, Región San Martín”, “concluyendo que, se pudo identificar nueve (09) tipos de fallas: Piel de cocodrilo, Hundimiento y Abultamiento, Parchados, Agregado pulido, Baches y Desprendimiento de Agregados, considerándose las 14 uds de muestra en cada una de las 16 secciones que abarca los 8.00 Km examinados, consiguió un PCI de 48.74, lo que indica que en su tramo de estudio, el pavimento es REGULAR (p121).

Antecedentes Locales

Vinces (2017), indica en su estudio ante la Universidad Nacional de San Martín “Diagnóstico del estado situacional de la carretera PE – 5N (DV) – SM – 104 (Lamas), por el Método: Índice de Condición de Pavimentos (PCI)”, finalizando que el estado del pavimento en las secciones 06, 08 y 09 tuvo un PCI de 61.85, 59.57 y 65.83, lo que indica un estado bueno. Los PCI de las demás secciones 01, 02, 03, 04, 05 y 07 fueron de 54.20, 51.85, 42.46, 52.11, 45.44 y 52.81, respectivamente, lo que indica un estado regular. Las fallas encontradas incluyen agregado pulido, fisuras longitudinales y transversales, así como desniveles en varios niveles de gravedad. En general, el PCI juicioso para los 8,222 mts de la carretera de Lamas es de 54.02, lo que indica que la situación del pavimento examinado es REGULAR. (p13).

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1 Pavimento

Según (Sanchez, 2007, pág. 4), indica que el pavimento es un conjunto de capas de materiales específicos que se hallan entre la superficie de rodamiento o rasante y la subrasante. proporcionando una superficie de rodamiento uniforme, resistente al tránsito y al clima, y transmitiendo los esfuerzos de manera adecuada

Para MTC (2018, pág. 17), es una estructura que se coloca sobre la subrasante de la vía para distribuir los esfuerzos causados por los vehículos y perfeccionar la estabilidad y el bienestar del tránsito.

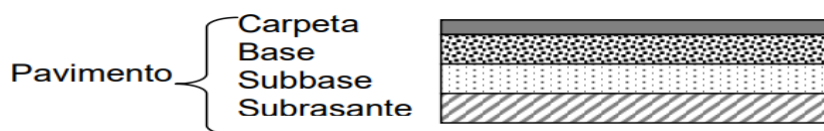


Figura 1: Estructura de pavimento
Fuente: (Coronado Iturbide, 2002)

2.2.2 Clasificación de pavimentos

Varios modelos de pavimento pueden utilizarse para una variedad de propósitos. Pocos pavimentos pueden ser utilizados para más de un modelo de vehículo, carga o transporte, pero con frecuencia solo unos pocos son adecuados para el propósito por el que fueron diseñados. (Ayat, 2014, pág. 26).

2.2.2.1 Pavimento flexible

Este tipo de pavimento actúa como capas flexibles porque la estructura total se flexiona bajo las cargas del tráfico. Los pavimentos flexibles suelen tener varias capas, en consecuencia, el diseño de un pavimento flexible utiliza el juicio de sistema de capas (Shaafan, Sheyan, & Hussein, 2020, pág. 223).

2.2.2.2 Pavimento rígido

Al igual que los pavimentos flexibles, los pavimentos rígidos para carreteras se diseñan como estructuras duraderas y resistentes a cualquier condición meteorológica para dar servicio al tráfico moderno de alta velocidad. Ofrecen superficies de alta calidad para el desplazamiento seguro de los vehículos y funcionan como capas estructurales para distribuir las cargas de las ruedas de los vehículos (Kumar, 2017, pág. 35).

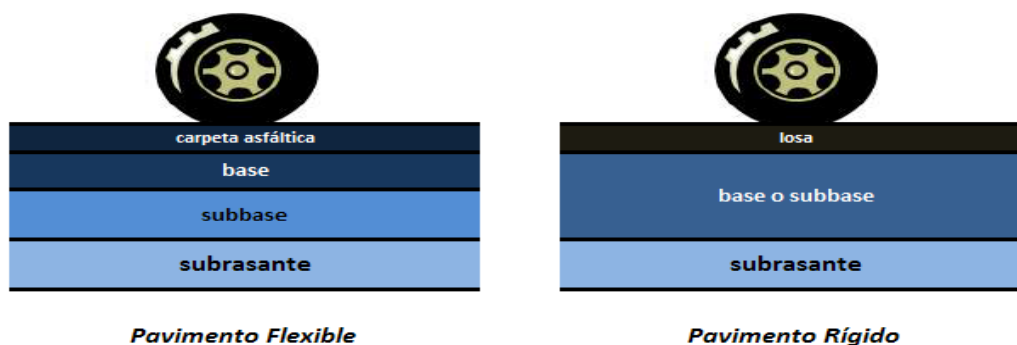


Figura 2: Esquema del paquete estructural para pavimento flexible y rígido
Fuente: (Rodríguez, 2009, pág. 5)

2.2.3 Carreteras

En su Glosario de términos MTC (2018, pág. 7), nos menciona que las carreteras son caminos destinados al tránsito de vehículos por lo menos dos ejes, cuyos detalles geométricos deben cumplir con las normas técnicas actuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.2.3.1 Clasificación de las Carreteras

2.2.3.1.1 Clasificación por demanda

De acuerdo con MTC (2014, pág. 12), las carreteras en Perú se dividen en diferentes categorías según su demanda: Autopistas de alta calidad. Las carreteras contienen un IMDA (Índice Medio Diario Anual) superior a 6.000 vehículos por un día. Roads of Second Class Son carreteras que tienen un IMDA de entre 6.000 y 4.001 vehículos por día. Roads of First Class. Son carreteras con IMDA de 4.000 a 2.001 vehículos por día. Las carreteras son de segunda categoría. Las carreteras tienen un IMDA de entre 2.000 y 400 vehículos por día. Roads of Third Class. Son carreteras con un IMDA de menos de 400 vehículos por día. Trochas que se pueden transportar. Son carriles que no tienen las características geométricas de una carretera y generalmente tienen un IMDA inferior a 200 veh/día.

2.2.4 Patologías

Según Pérez & Ramírez (2018, pág. 26), la patología del pavimento “asfáltico” se define como el detrimento temprano de la estructura del pavimento en función del tipo de daño, su severidad, su cantidad. Se pueden detallar mediante inspecciones visuales, evaluaciones superficiales y/o evaluaciones estructurales, así como mediante la toma de muestras para evaluarlas en el laboratorio. En la actualidad, la tecnología se utiliza para identificar las patologías, por lo que el uso de “drones” para inspeccionar las patologías en los pavimentos asfálticos es bastante preciso y en un tercio del tiempo que la metodología tradicional (Vasconcelos 2021).

2.2.5.1 Causas de patologías o fallas en pavimento asfáltico en carreteras

Según Corros, Urbáez y Corredor (2009, p. 3-1), hay muchas razones que afectan la salud de la superficie de rodamiento durante la vida útil de un pavimento, lo que dificulta que los usuarios disfruten de un rodaje seguro, cómodo y económico.

De acuerdo con Corros, Urbáez y Corredor (2009, p. 3-1), un pavimento puede fallar debido a un aumento del tránsito en comparación con las estimaciones iniciales del diseño, el final de la fase de diseño original y la falta de medidas de rehabilitación mayores. Errores en el proceso de construcción como en la particularidad de los materiales utilizados El diseño no es adecuado. Cambios climáticos imprevistos Los pavimentos no han sido mantenidos o rehabilitados adecuadamente.

Por otro lado, Corros, Urbáez & Corredor (2009, pág. 3-1), menciona que, las imperfecciones pueden ser clasificadas como fallas funcionales (superficiales) o fallas estructurales según su origen.

2.2.5.2 Clasificación de los deterioros o fallas.

En el Manual de Mantenimiento o Conservación de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, pág. 86), se afirma que "Los deterioros / fallas de los pavimentos flexibles pueden clasificarse en dos grandes categorías: deterioros / fallas estructurales y deterioros / fallas superficiales". La Tabla 4.8, que aquí se denomina Tabla 1, se encuentra en el manual.

Tabla 1
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.

Fuente: (Manual de carreteras, Mantenimiento o conservación vial, MTC, 2018)

2.2.5.3 Definición de los tipos de daños en pavimentos flexibles.

Según su naturaleza, los daños o imperfectos de una estructura de pavimento flexible logran clasificarse en varias categorías: fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales y otros daños.

Según el Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles del Ministerio de Transporte de la República de Colombia (MTRC), cada categoría tiene su propio deterioro ocasionado por una variedad de factores, de los cuales se han descubierto a través de la revisión de la literatura y otros mediante evaluaciones de campo o ensayos de laboratorio. Ahora, se presentan las definiciones y severidades de cada uno de estos deterioros.

2.2.5.3.1 Fisuras

2.2.5.3.1.1 Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT).

Según el MTRC (2006, pág.1), en su Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, las interrupciones en la carpeta asfáltica pueden ser en el mismo camino o transversales. Son indicaciones de que los esfuerzos de tensión en una capa de la estructura superan la firmeza del material afectado.

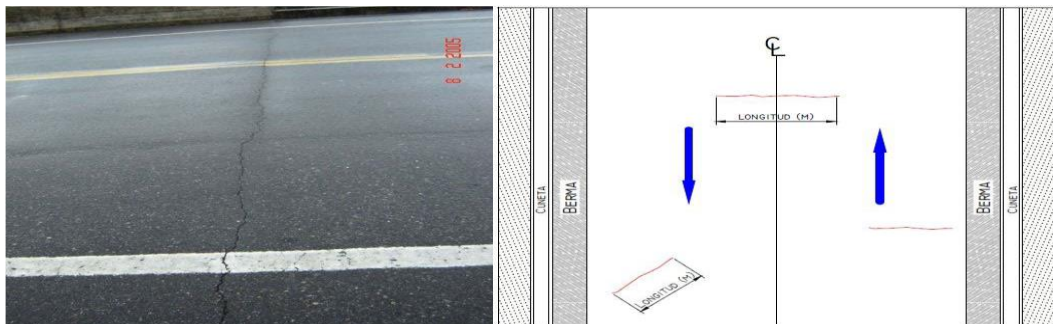


Figura 3: Fisura transversal (FT, unidad de medida: m). Discontinuidades en la carpeta
Fuente: Manual MTRC, (2006, pág. 1).

Norma peruana: De acuerdo con el Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018, pág.88), nos indica sobre las fisuras que “Son discontinuas y únicas al inicio, evolucionan rápidamente hacia una fisuración continúe y muchas veces ramificada antes de multiplicarse debido al tráfico, hasta convertirse en muy cerradas”.

Causas

Según el mismo Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2018, pág. 88) nos menciona que “el deterioro / falla es consecuencia del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible



Figura 4: Fisuras longitudinales. Gravedad 3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3mm). También se denominan grietas

Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación vial, (2018, pág. 90)

2.2.5.3.1.2 Fisuras en juntas de construcción (FCL, FCT).

El **MTRC** (2006, pág. 2) mediante su Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006), indica que: Corresponden a fisuras longitudinales y transversales generadas por la mala ejecución de las juntas de construcción de la carpeta asfáltica o de las juntas en zonas de ampliación.

Causas:

Carencia de ligante en las paredes de la junta, deficiencia en el corte vertical de las franjas construidas con anterioridad, deficiencias de compactación en la zona de la junta”.

2.2.5.3.2 Piel de cocodrilo (PC)

Según el MTRC (2006, pág. 7), el Manual de inspección visual de pavimentos flexibles se refiere a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares que se encuentran con frecuencia en áreas sujetas a repeticiones de carga. Al principio, las grietas se extienden a la superficie en forma de una o más grietas longitudinales paralelas. Como resultado de la repetición de cargas de tránsito, las fisuras se propagan formando piezas angulares que desarrollan un modelo parecido a la piel de cocodrilo.

Causas: La falla por la fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica es la causa más frecuente y se debe principalmente a un espesor de estructura insuficiente, deformaciones de la subrasante, problemas de drenaje que afectan los materiales granulares, compactación deficiente de las capas granulares.

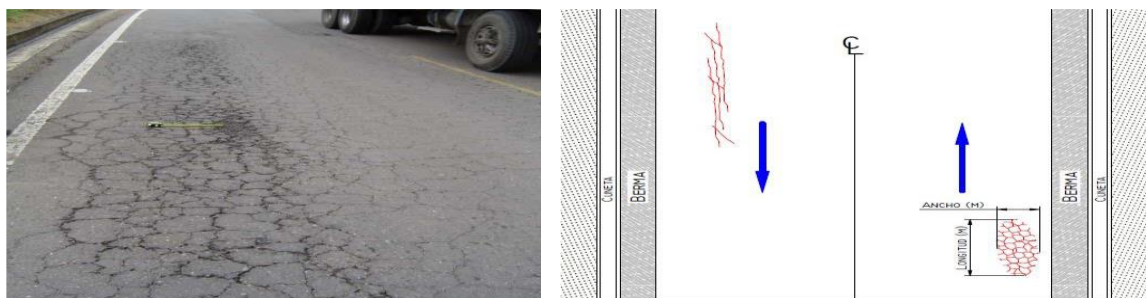


Figura 5: Piel de cocodrilo

Fuente: Manual MTRC, (2006, pág. 7)

Norma peruana: Conforme el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018, pág. 87) nos indica sobre las fisuras que la piel de cocodrilo es una falla estructural formada por fisuras que forman polígonos irregulares con ángulos agudos. En principio, puede ser algo grave, ya que la superficie tiene polígonos incompletos dibujado por fisuras cerradas (es otras palabras, de ancho nulo).

Causas:

El MTC (2018, pág. 87) menciona que “el deterioro/falla es consecuencia del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento.



Figura 6: Piel de cocodrilo. Gravedad 3: Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto

Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación vial, (2018, pág. 88)

2.2.5.3.3 Deformaciones

2.2.5.3.3.1 Deformación por deficiencia estructural

Según el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018. p. 90) “las deformaciones de los pavimentos flexibles se caracterizan, en la casi totalidad de los casos, por: Las deformaciones por deficiencia estructural, depresiones continuas (deterioro 3a) o localizadas (deterioro 3b), el ahuellamiento (deterioro 4) relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura”.

Causas:

Según el mismo Manual (2018, pág.90) indica que “los deterioros o fallas son consecuencias del fenómeno de fatiga de una o varias capas del pavimento y de (a subrasante sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento”).



Figura 7: Deformaciones (3a depresión continua longitudinal). Gravedad 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm

Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación vial, (2018, pág. 92)

2.2.5.3.3.2 Ahuellamiento (AHU)

El **MTRC** (2006, pág.13) en su Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles señala que: El ahuellamiento es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación de las áreas adyacentes a la zona deprimida y de fisuración. Un ahuellamiento significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidropilano por almacenamiento de agua.

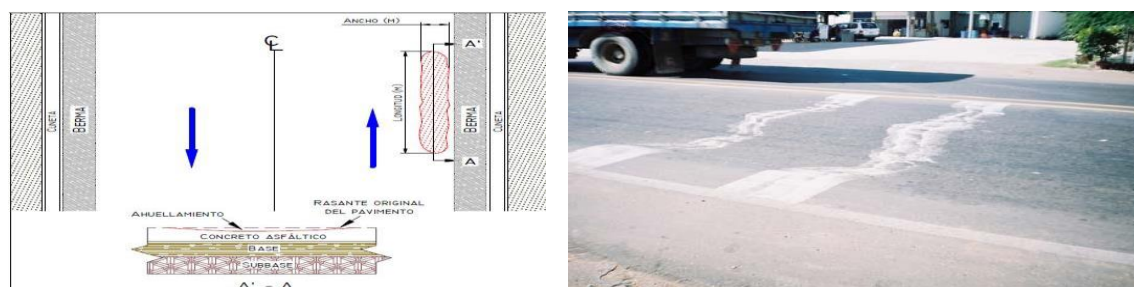


Figura 8: Ahuellamiento (AHU). Unidad de medida: m^2

Fuente: Manual MTRC (2006, pág. 13)

Norma peruana: El Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial del **MTC** (2018, p.93), “llama ahuellamiento a las deformaciones propias de los pavimentos flexibles que se caracterizan, en la casi totalidad de los casos, por: Las deformaciones por deficiencia estructural, depresiones continuas (deterioro 3a) o localizadas (deterioro 3b), el ahuellamiento (deterioro 4) relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura”.

Causas

Según el Manual MTC (2018) estos problemas provienen de las siguientes causas probables: Defecto de dosificación del asfalto, Inadecuación entre el tipo de asfalto y la temperatura de la capa de rodadura, Inadecuación entre la gradación de los agregados y la temperatura de la capa de rodadura, Inadecuación entre la gradación de los agregados y la clase de tránsito



Figura 9: Ahuellamiento. Se observa un levantamiento de materiales formando cordones a lo largo del trazado de las ruedas. Gravedad 3: Profundidad > 12 mm.

Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación vial, (2018, pág. 94)

2.2.5.3.4 Pérdida de las capas de la estructura

2.2.5.3.4.1 Parche (PCH).

Reparaciones o parchado. El Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018, pág. 94-95), indica que: Las reparaciones están destinadas a mitigar los defectos del pavimento, de manera provisional o definitiva; su número, su extensión y su frecuencia son elementos del diagnóstico. Una reparación reciente enmascara un problema, reparaciones frecuentes lo subrayan

Causas

Las reparaciones son indicativas de insuficiencia estructural del pavimento o de deterioros/fallas superficiales. No requieren medidas correctivas”.



Figura 10: Reparaciones o parchado. Gravedad 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.

Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación vial, (2018, pág. 96)

2.2.5.3.5 Daños superficiales

2.2.5.3.5.1 Baches (BCH).

El Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018, pág.98), “los baches o huecos son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la capa de rodadura. Cuando aparecen, su tamaño es pequeño. Por falta de mantenimiento ellos aumentan y se reproducen en cadena, muchas veces con una distancia igual al perímetro de una rueda de camión”.

Causas

El Manual (2018) indica que “esta falla proviene de la evolución de otros deterioros y carencia de conservación vial: Desprendimiento y Fisuración de fatiga dentro de los niveles de gravedad considera”: 1) Diámetro < 0.2 m, 2) diámetro 0.2 0.5m.



Figura 11: Baches (Huecos). Gravedad 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m.

Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación vial, (2018, pág. 96).

1.2.6 Concepto de Conservación

(Van Dam, y otros, 2015), nos muestra que el mantenimiento y conservación de los pavimentos incluye acciones que ayudan a disminuir el ritmo regular de deterioro de los pavimentos, identificando y tratando los defectos específicos que contribuyen al deterioro general.

1.2.7 Gestión de pavimentos

Una estrategia clave para alcanzar la sostenibilidad de la infraestructura es la gestión del mantenimiento vial. Para lograr esto, se debe crear un sistema de gestión integrada de seguridad-pavimento que pueda administrar la red de carreteras de acuerdo con los recursos disponibles y garantizar el concepto de seguridad a lo largo de la vida útil de carreteras. (Gaber, Diab, Elbeltagi, & Wahaballa, 2023). La conservación vial deberá tener una buena estrategia de optimización de la efectividad del mantenimiento, donde se incluya metas ambientales sostenibles (Liu, Balieu, & Kringos, 2022).

1.2.8 Legislación

Los pavimentos son fragmentos que se realizan como obras de beneficio público. En Perú, la Ley de Contrataciones del Estado N°30225, sus modificatorias y su reglamento, establece las regulaciones para la adquisición de bienes y servicios, incluyendo la obra pública (Congreso de la República, 2014). El 11 de julio de 2014 se llevó a cabo la promulgación de la Ley N°30225, y el reglamento fue aprobado por medio del Decreto Supremo N°350-2015-EF, que fue publicado en el Diario Oficial El Peruano el 10 de diciembre de 2015. El Decreto Legislativo N°1444, que fue publicado en El Peruano el 16 de septiembre del año 2018, esta es la versión final de la Ley N°30225. El Decreto Supremo N°234-2022-EF, publicado en El Peruano el 07 de octubre del año 2022, hizo la última modificación del reglamento.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

Contexto de la Investigación

3.1.1. Ubicación política

El tramo de carretera se encuentra ubicado políticamente:

- País : Perú
- Región : San Martín
- Provincia : San Martín
- Distrito : Morales – San Antonio de Cumbaza

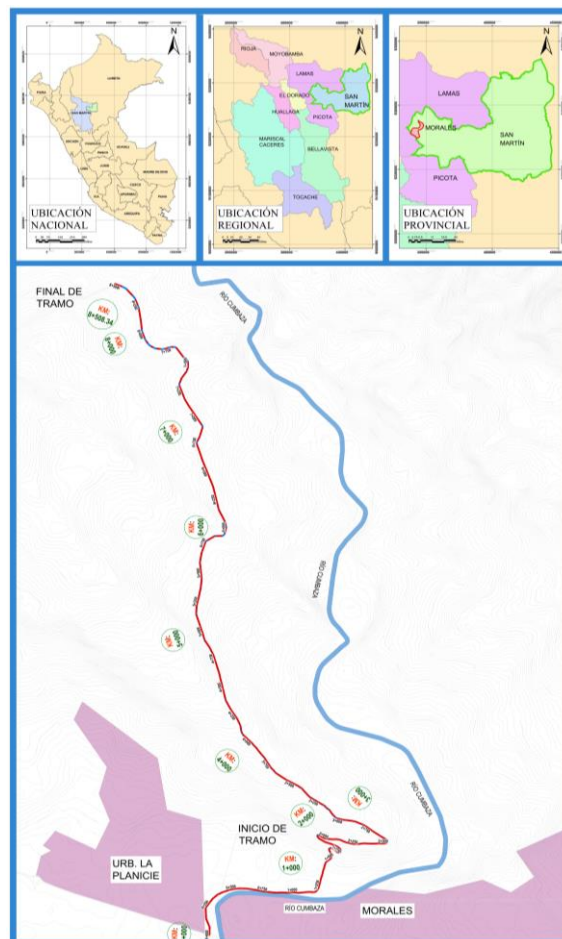


Figura 12. Mapa de Ubicación.

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Límites de la área de estudio, según el Google Earth 2023.

- Por el Norte : colinda con el distrito de Cacatachi.
- Por el Sur : colinda con el distrito de Tarapoto
- Por el Este : colinda con el distrito de Tarapoto.
- Por el Oeste : colinda con el distrito de Cacatachi.

3.1.2. Ubicación Geográfica

Geográficamente el lugar a estudiar se encuentra entre el Óvalo del Soldado hacia la localidad de San Pedro de Cumbaza, teniendo como la ubicación del inicio del tramo a investigar el Hito de Kilometraje N° 0, mismo tiene por coordenada Este: 346,160.80 E y Sur: 9,284,033.05 S. Y el Hito de Kilometraje N° 8, que tiene por coordenada Este: 345,045.00 E y Sur: 9,289,647.00 S, del tramo Morales – San Pedro.

Tabla 2
Ubicación Geográfica

UBICACIÓN	COORDENADAS	
	ESTE (E)	SUR (S)
Hito N° 0	346,160.80	9,284,033.05
Hito N° 8	345,045.00	9,289,647.00

Fuente: Google Earth Pro, adaptado por el autor, (2023)

3.1.3. Periodo de ejecución

La investigación comenzará el 24 de noviembre de 2023 y se iniciará. La resolución número 004-2023-UNSM/FICA-D-NLU del 17 de enero de 2023 aprobó oficialmente el desarrollo de la investigación actual.

Se culmina para presentar ante FICA de UNSM-T el 18 de mayo de 2023, lo que equivale a 5 meses y 23 días, o 175 días, que duró la investigación.

3.1.4. Autorización y permisos

No aplica

3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Control Ambiental

Se realizó un control ambiental siguiendo los pasos descritos en la Figura 13.

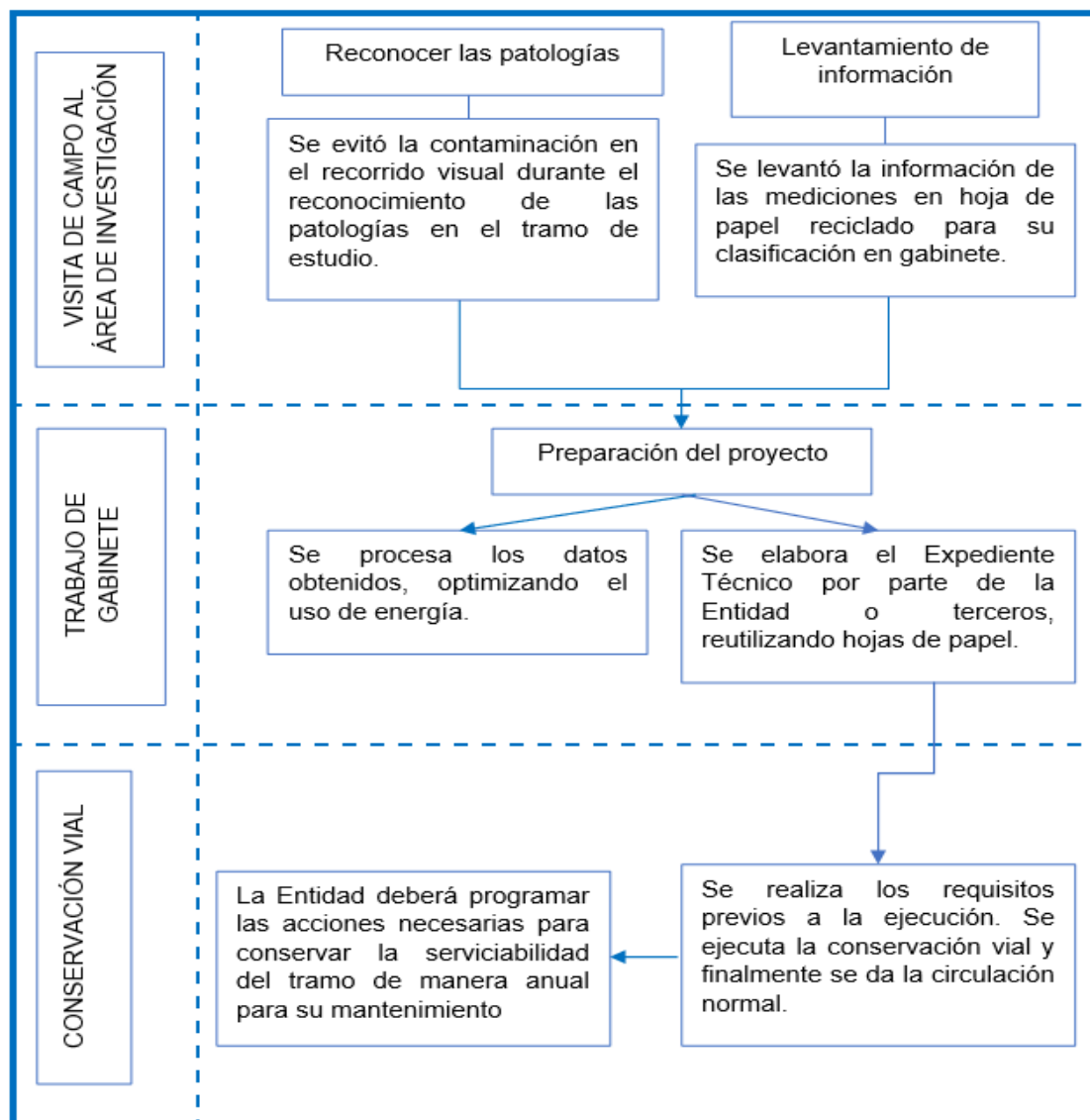


Figura 13. Control ambiental
Fuente: Elaboración propia, (2023)

Protocolos de bioseguridad:

Los protocolos de bioseguridad son conjuntos de medidas y procedimientos establecidos para prevenir, controlar y reducir los riesgos asociados con el manejo de agentes biológicos o sustancias peligrosas. Estos protocolos son especialmente importantes en laboratorios, centros de investigación médica, hospitales, centros de atención de salud y otras instalaciones donde se trabaja con microorganismos patógenos o materiales biológicos que puedan causar infecciones o enfermedades.

Los protocolos de bioseguridad pueden incluir el uso adecuado de equipos de protección personal como guantes, mascarillas, el diseño de laboratorios con sistemas de contención adecuados, la esterilización de equipos y materiales, la segregación y manejo seguro de residuos peligrosos, y la implementación de prácticas seguras de trabajo para evitar la liberación de agentes biológicos o tóxicos al medio ambiente.

El control ambiental y los protocolos de bioseguridad son esenciales para asegurar la seguridad de las personas que trabajan en entornos potencialmente peligrosos y para prevenir accidentes, fugas o exposiciones a sustancias que puedan ser perjudiciales para el medio ambiente o la salud humana. Estos aspectos son particularmente importantes en las industrias que manejan materiales peligrosos, la atención médica y la investigación científica.

3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales

El autor del estudio afirma que respeta los principios éticos generales, incluidos los de totalidad e integridad, así como los sistemas de conducta que debemos seguir (Moreno, 2010).

Se consideró tanto a la gente como al ecosistema. Todos los libros, revistas, artículos, informes y páginas web que contribuyeron al desarrollo de esta investigación se citaron y verificaron con el software Turnitin para aplicar la cultura del no plagio en el estudio.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables principales

3.2.1.1. Variable Independiente:

Diferentes patologías del pavimento asfáltico

3.2.1.2. Variables Dependientes:

Estado del pavimento asfáltico de la carretera vecinal Morales – San Pedro

3.2.1.3. Operacionalización de variables dependientes.

Tabla 3
Descripción de variables por objetivos específicos

Objetivo específico N° 1: Reconocer los tipos de patologías que se presentan en la carretera vecinal Tramo Morales – San Pedro, L = 8 Km.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Patologías a evaluar en la carretera	Piel de cocodrilo	Tamaño de malla	m
	Fisuras longitudinales	Grosor	mm
	Deformación por deficiencia estructural	Profundidad	cm
	Ahuellamiento	Profundidad	mm
	Reparaciones o parchados	Áreas a resanar	cm
	Baches (huecos)	Diámetro	cm
	Fisuras transversales	Grosor	mm
Objetivo específico N° 2: Estimar los diferentes elementos y áreas comprometidas para obtener los resultados de la evaluación actual del pavimento, señalando las acciones a desarrollar para la reparación.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Resultado de la evaluación de las patologías	Observación en pista	Identificación	observación
	Marcado en pista	Ubicar patologías	cm, m
	Mediciones	Uso de wincha	mm, cm, m
	Obtención de resultados	Tablas, apuntes	mm, cm, m
Objetivo específico N° 3: Elaborar una propuesta de las acciones de intervención en conservación vial que deben efectuarse para restaurar el adecuado funcionamiento de la carretera.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Restauración vial para su funcionamiento	Levantamiento de campo	Libretas, equipos	cm, m
	Preparación de proyecto	Expediente técnico	metrados
	Asignación presupuestal	Presupuesto	S/, S/km
	Conservación vial	Ejecución en campo	m, km
	Recepción de obra	Acta	m, km
Objetivo específico N° 4: Proponer acciones de mantenimiento permanente de la carretera para lograr la sostenibilidad de funcionamiento en el tiempo.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Mantenimiento permanente	Inspección permanente	Apuntes de campo	m, m ²
	Disposición de hacerlo	Directivas	Informes
	Asignación presupuestal	Presupuesto	S/, S/km
	Adquisiciones de insumos	Cotizaciones	facturas
	Trabajos de mantenimiento	Mano de obra	Hora-hombre
	Circulación óptima	Encuesta	Comodidad OK
Objetivo específico N° 5: Proponer un protocolo de acciones para atender el mantenimiento permanente de la carretera			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Protocolo de mantenimiento permanente	Inspección regulares	Apuntes de campo	m, m ²
	Reparaciones de patologías	Medrado	m, m ² , m ³ , unidad
	Mantenimiento de señalización vial	Medrado	Unidad, global
	Mantenimiento de sistema de drenaje y ornato	Medrado	m, m ²

Fuente: Elaboración propia, (2023)

3.2.1 Variables secundarias

Meteorología

Se presenta información extraída del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) correspondiente a febrero de 2023. Contiene temperaturas y precipitaciones que se presentan en el área de estudio.

Estación : TARAPOTO , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : SAN MARTIN			Provincia : SAN MARTIN			Distrito : TARAPOTO			Ir : 2023-02 ▾			
Latitud : 6° 28' 33.5"			Longitud : 76° 22' 13.4"			Altitud : 382						
Dia/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-2023	33.2	23.8	26.6	30.2	28.2	25	27	25.6	0	0	NW	6
02-Feb-2023	32.2	23.6	24	29.2	26	23.6	26.8	24.8	0	0	NW	4
03-Feb-2023	32.8	21.8	22	30.4	29.2	21.6	28.2	28.6	0	0	C	
04-Feb-2023	30.8	21.6	22.6	30	28.2	22.4	28.2	26.8	16	0	C	
05-Feb-2023	33.2	22.2	22.6	31	28.4	22.4	28.6	26.8	0	0	N	6
06-Feb-2023	28.8	22	22.4	25.6	26.4	22.2	25	25.8	10.2	1.2	C	
07-Feb-2023	26.4	21.6	21.8	23.6	25	21.6	23.2	24.6	.9	10.2	C	
08-Feb-2023	32.4	20.8	21.2	29	28.6	21	27.2	27.2	0	0	C	
09-Feb-2023	30.8	21.8	22	30.4	27.8	21.8	27.8	26.4	6.4	0	NW	6
10-Feb-2023	30.6	22.2	23.2	29.6	27.8	22.8	27.8	26.4	0	0	NW	2
11-Feb-2023	29.6	23	24	25.6	27	23.8	24.8	26.6	0	9	C	
12-Feb-2023	29.2	23.2	23.4	27	27.4	23.2	25.8	26	0	.8	C	
13-Feb-2023	31	22.6	22.8	27.4	26.4	22.6	26.4	25.8	6.6	0	C	
14-Feb-2023	32.6	22.4	22.8	31	28.8	22.6	28.2	27.6	0	0	NW	4
15-Feb-2023	31.4	23	24.2	30	24	23.8	27.8	23.8	0	1.8	NW	2
16-Feb-2023	32	21.8	22	31	27.6	21.8	28	25.4	.4	0	N	8
17-Feb-2023	32.2	22	22.8	31	29.2	22	27.8	27.4	0	0	N	10
18-Feb-2023	33.8	23	23.4	32.8	29.2	23	28.6	26.8	0	0	N	8
19-Feb-2023	29.2	23.4	24	28.4	24.2	23.8	27.2	23.8	0	.9	C	
20-Feb-2023	24.8	22	22.2	22.8	23.4	22	22.6	23.2	1.7	1.8	C	
21-Feb-2023	29.2	21.8	22	26.2	27.4	21.8	25	26.4	0	0	C	
22-Feb-2023	31.4	22.2	22.8	28.8	28	22.6	26.8	26.8	1	0	NW	6
23-Feb-2023	32	22.8	23	31.6	28.2	22.8	28	26	0	0	NW	8
24-Feb-2023	35.4	21.2	21.4	34.2	28.8	21.2	28.2	26.4	0	0	N	6
25-Feb-2023	35.8	22	22.6	34.8	29.4	21.8	29.2	26.2	0	0	SW	2
26-Feb-2023	33.6	23	23.4	32.8	27.6	23	29	26.4	0	0	C	
27-Feb-2023	32.8	23.2	23.8	31.2	25	23.4	28.4	24.8	0	1.4	NW	2
28-Feb-2023	28	21.8	22	25.8	23.8	21.6	24.6	23.2	21.4	4.5	C	

Figura 14: Información meteorológica. Fuente: (SENAMHI, 2023)

3.3 Procedimientos de la investigación

Objetivo específico N° 1: Reconocer los tipos de patologías que se presentan en la carretera vecinal Tramo Morales – San Pedro, L = 8 Km.

Actividad 1: Reconocimiento visual en el campo, que se efectuó iniciando un recorrido en el kilómetro 00+000 (Óvalo del Soldado) hacia el kilómetro 08+000, hito próximo a la localidad de San Pedro. En este trayecto se pudo verificar que existen patologías muy visibles, que se pueden considerar por efectos de la puesta en servicio del camino, ubicando a simple inspección que existen: Piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y transversales, ahuellamientos, reparaciones y baches; asimismo se pudo identificar que han efectuado una intervención de actividades de reparación de baches, como también que se están efectuando trabajos de algunas reparaciones graves. Este reconocimiento, ha quedado evidenciado usando material fotográfico del cual presento cuatro (04) vistas y otras que se presentan en los anexos. La información se consolida en la Tabla 4.



Figura 15: Reconocimiento e identificación de patologías en el tramo de investigación. Se aprecia el inicio, fisuras y ahuellamientos tratados.

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Objetivo específico N° 2: Estimar los diferentes elementos y áreas comprometidas para obtener los resultados de la evaluación actual del pavimento, señalando las acciones a desarrollar para la reparación.

Actividad 1: Observación en pista y marcado, que se realizó ubicando en primer lugar las progresivas y luego efectuando marcas sobre las patologías identificadas visualmente para su posterior medición.

Actividad 2: Mediciones, que se efectuaron de acuerdo a las marcas indicadas y según el tipo de patología identificada con la finalidad de levantar información y elaborar un cuadro de mediciones

Actividad 3: Observación en pista y marcado, que se realizó ubicando en primer lugar la progresiva y luego efectuando marcas sobre la patología identificada visualmente para su medición. La información se presenta en la Tabla 5.

Actividad 4: Acciones a desarrollar para reparación, que se efectuarán una vez que se ha identificado y diagnosticado la gravedad de las fallas, con la finalidad de poner la capa de rodadura en condiciones de servicialidad óptima o mejorada. Esto es, se curarán las fisuras longitudinales y transversales usando asfalto líquido o epóxico EP-400; reparación de las zonas con piel de cocodrilo, retirando el material suelto y reponiendo la capa según diseño; en los ahuellamientos se efectuará el recapeo en el espesor necesario para nivelar la plataforma; en la zona de baches, igualmente se efectuará el debido recorte, se apisonará adecuadamente la base, se efectuará el imprimado para luego colocar la capa de carpeta en el espesor requerido.

Objetivo específico N° 3: Elaborar una propuesta de las acciones de intervención en conservación vial que deben efectuarse para restaurar el adecuado funcionamiento de la carretera vecinal

Actividad 1: Levantamiento de campo, que se efectuará para obtener la información de los datos actuales del estado del pavimento, esta actividad será planificada y desarrollada por el área usuaria quien dispondrá si se realiza con personal de planta (Administración directa) o se toma un servicio. Para esto se utilizará personal, equipos especializados de medición, libreta, movilidad, combustible e implementos de seguridad, con esta actividad se podrá realizar la formulación o preparación del proyecto. La información obtenida corresponderá a la obtención de los metrados de cada una de las partidas que corresponden a las diversas fallas que se presentan como son: piel de cocodrilo, ahuellamientos, fisuras longitudinales, fisuras transversales, deformaciones, baches, entre otros.

Actividad 2: Preparación de proyecto, que se conformará por el conjunto de documentos técnicos y económicos para ejecutar la conservación vial. Este documento se conforma por memoria descriptiva, especificaciones técnicas, presupuesto, análisis de costos unitarios, programación y planos, todo lo referido a las partidas que comprenden las fallas arriba indicadas. Como las actividades derivadas se convierten en obra pública que usará recursos del Estado, los documentos a prepararse quedan bajo la aplicación de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado, su reglamento y modificatorias.

Actividad 3: Asignación presupuestal, que se el área usuaria solicitará a la Gerencia Municipal para que asigne los medios económicos y financieros necesarios para lograr la ejecución de la conservación vial, lo que derivará en que la Entidad emita los documentos oficiales que aprueben la ejecución de dicha conservación vial y destine los recursos necesarios. Se entiende que dichos recursos se harán por un monto determinado en el Expediente Técnico.

Actividad 4: Conservación vial, que se ejecutará según la modalidad definida por el área usuaria en los documentos que conforman el Expediente Técnico aprobado por la Entidad. Se ejecutará dentro de los plazos establecidos sin comprometer la calidad y eficiencia en los trabajos a realizar.

Actividad 5: Recepción de obra, que se efectuará una vez que se concluya los trabajos, ejecutados en estricto cumplimiento de las especificaciones técnicas, planos, control de calidad y ejecutado en el plazo establecido. Una vez que se hayan concluido los trabajos de conservación vial, se aperturará el libre tránsito de los usuarios, en cumplimiento de los fines del proyecto. La figura 16 presenta un diagrama de flujo que describe la propuesta de intervención para la conservación vial citada.

Objetivo específico N° 4: Proponer acciones de mantenimiento permanente de la carretera para lograr la sostenibilidad de funcionamiento en el tiempo

Actividad 1: Inspección permanente, que se desarrollará de manera rutinaria para conocer el estado del pavimento durante su tiempo de servicio. Estas labores de inspección se conformarán por un equipo técnico (01 ingeniero civil, 01 asistente y 03 auxiliares), material para la recopilación de datos (libretas, formatos, lapiceros, cámara fotográfica y/o smartphone), transporte (camioneta pick up y/o motos lineales), equipos de demarcación y medición (winchas, tizas, reglas de aluminio, GPS y/o estación total) y finalmente implementos de seguridad (conos de tránsito, bandereros y Equipos de Protección Personal EPP's). Este equipo realizará las labores de verificación in situ de las patologías que existen en el pavimento, dentro de ellas se encuentran: piel de

cocodrilo, roturas de borde, grietas longitudinales y transversales, deformación por deficiencia estructural, ahuellamiento, desperfectos en el drenaje lateral, desbroce y reparaciones o parchados. Con las patologías encontradas y la información levantada, se dispondrá los trabajos de conservación vial a ejecutar de acuerdo a las normativas técnicas vigentes emanadas del ente rector.

Actividad 2: Disposiciones pertinentes, que consistirá en los trámites correspondientes por parte de la Entidad para llevar a cabo la conservación vial, mismo que corresponderá en la elaboración de informes del área encargada, sub gerencia o jefatura de infraestructura, de la Entidad para dar a conocer el estado actual de los pavimentos, en la formulación del Expediente Técnico y su aprobación. Asimismo, de establecer un régimen visitas al área mantener, con la finalidad de evaluar periódicamente su comportamiento y así garantizar una serviciabilidad óptima para los usuarios.

Actividad 3: Asignación presupuestal, que se solicitará mediante informe por parte del área de infraestructura (sub gerencia y/o jefatura) a la Gerencia Municipal, quien pasará al área encargada de presupuestos de la Entidad. Después, estos emitirán un informe y/o opinión técnica determinando si se cuenta con los medios económicos y financieros necesarios para la ejecución de los estudios requeridos, definiendo la modalidad de ejecución y posterior ejecución de la conservación vial. Finalmente, recibiendo el documento donde se indica que existe el presupuesto para la ejecución de la conservación vial se procede con la preparación de todos los requisitos previos al inicio de los trabajos.

Actividad 4: Adquisiciones de insumos, que se efectuará mediante el área de Logística de la Entidad, quien se encargará de adquirir los insumos mediante las diversas modalidades que exige la Ley de Contrataciones del Estado, la elaboración de las fichas técnicas de cada material, exigir al proveedor el certificado de calidad y distribuir los materiales al área a intervenir. Todo esto forma parte del cumplimiento de los requisitos previos y así garantizar un abastecimiento óptimo para las labores a realizar.

Actividad 5: Trabajos de mantenimiento, que se desarrollará en las zonas donde se determinaron las diferentes fallas, estas acciones de conservación se llevarán a cabo de acuerdo a las especificaciones técnicas, planos y programación estipuladas en el Expediente Técnico y las normas técnicas vigentes emitidas por el ente rector (MTC). Realizando un control de calidad exhaustivo de los trabajos realizados para asegurar que su tiempo de vida útil se alargue, de igual manera la seguridad y confort a los usuarios.

Actividad 6: Circulación óptima, que se otorgará una vez finalizada la conservación vial, con visto bueno del área técnica (sub gerencia y/o jefatura) de la Entidad mediante un Acta de Recepción, donde se da a conocer que no existe ninguna observación de los trabajos realizados y que estos fueron ejecutados de acuerdo al Expediente Técnico. Que darán lugar a que los usuarios se trasladen con comodidad y confort, evitándose reclamos y disconformidades.

En las figuras 17 y 18 se presentan los diagramas de programación PERT-CPM y de Gantt, respectivamente, que detallan las acciones a llevar para efectuar el mantenimiento permanente de la carretera vecinal.

Objetivo específico N° 5: Proponer un protocolo de acciones para atender el mantenimiento permanente de la carretera

Actividad 1: El protocolo se creó en función de los requisitos para mantener correctamente los pavimentos del área de estudio. El protocolo se ha creado basándose en las normas actuales emitidas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. A continuación, se muestra el protocolo que explica en detalle las medidas a tomar para llevar a cabo un mantenimiento de carreteras adecuado.

PROTOCOLO DE ACCIONES PARA LAS LABORES DE MANTENIMIENTO PERMANENTE EN CARRETERA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

I. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento permanente en carretera es una actividad esencial para garantizar la seguridad y la funcionalidad de las vías de transporte terrestre. Estas labores se llevan a cabo de manera continua y sistemática con el objetivo de conservar y prolongar la vida útil de la infraestructura vial, así como de asegurar la comodidad y el buen flujo del tráfico vehicular.

Las carreteras están sujetas a un desgaste constante debido a factores como el tránsito intenso, las condiciones climáticas adversas, el peso de los vehículos y otros factores externos. Con el tiempo, el pavimento, las señales de tránsito, los sistemas de drenaje y otros elementos de la carretera pueden deteriorarse y requieren atención para su buen estado.

El mantenimiento permanente en carretera abarca una amplia de actividades, que van

desde la limpieza y el desbroce de la vegetación, hasta la reparación de baches, la renovación de la señalización vial, la atención a los sistemas de iluminación y drenaje, entre otros aspectos.

Además de las labores rutinarias, el mantenimiento permanente en carretera también implica la identificación temprana de problemas y la realización de inspecciones regulares para detectar cualquier daño o deterioro que pueda afectar la seguridad de los conductores y los peatones. Esto incluye la evaluación de la resistencia estructural del pavimento, la detección de grietas y deformaciones, y la evaluación de la visibilidad y la eficacia de las señales de tráfico.

El mantenimiento permanente en carretera es responsabilidad absoluta de las autoridades encargadas de la gestión de la red vial. Estas entidades realizan un seguimiento constante de las condiciones de las carreteras y programan las actividades de mantenimiento necesarias para garantizar su buen estado. El objetivo final es proporcionar una red de carreteras segura y eficiente para los usuarios, minimizando los riesgos y los inconvenientes causados por el desgaste de la infraestructura vial.

En resumen, el mantenimiento permanente de carreteras es un conjunto continuo de actividades y trabajos que se realizan para mantener, reparar y mejorar la infraestructura vial para que los usuarios estén seguros y cómodos. Estas tareas son cruciales para mantener las carreteras en buenas condiciones y garantizar que el sistema de transporte terrestre funcione correctamente.

II. OBJETIVOS

El mantenimiento permanente en carreteras tiene como objetivo principal garantizar la seguridad vial, preservar la funcionalidad de las vías y prolongar su vida útil. Algunos de los objetivos específicos del mantenimiento permanente en carreteras son:

- **Seguridad:** Mantener las condiciones de seguridad en las carreteras es un objetivo fundamental. Implica reparar y mantener las señales de tráfico, la iluminación, las barreras de seguridad, los sistemas de drenaje y cualquier elemento que beneficie a la seguridad de los usuarios de la vía.
- **Conservación del pavimento:** El mantenimiento permanente busca conservar la calidad y funcionalidad del pavimento de la carretera. Esto incluye la reparación de baches y hundimientos, así como la aplicación de sellantes y revestimientos protectores para evitar el deterioro prematuro.
- **Limpieza y gestión de residuos:** El mantenimiento permanente también incluye la limpieza regular de la carretera, tanto de residuos sólidos como de vegetación y desechos que puedan obstruir los sistemas de drenaje. Esto contribuye a mantener la

funcionalidad de la vía y a prevenir situaciones peligrosas, como la acumulación de agua en la calzada.

III. INSTRUCTIVO DE ACCIONES PARA MANTENIMIENTO

3.1. DEFINICIÓN

Comprende los procedimientos establecidos para guiar las actividades de mantenimiento de forma sistemática y efectiva. Estos protocolos definen las acciones específicas que deben llevarse a cabo en diferentes situaciones y condiciones para garantizar un mantenimiento adecuado de las carreteras. Para el presente documento se dispondrá las acciones de mantenimiento a realizar en un PAVIMENTO FLEXIBLE, de acuerdo al Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial.

3.2 PROTOCOLO

3.2.1 INSPECCIONES REGULARES

Se trata de efectuar inspecciones periódicas para evaluar el estado de la carretera, identificar deficiencias y determinar las acciones necesarias. Estas inspecciones pueden incluir la revisión del estado del pavimento, las señales de tráfico, la vegetación, los sistemas de drenaje, entre otros.

3.2.2 REPARACIONES DE PATOLOGÍAS EN CALZADA

Consiste en los procedimientos para la identificación y reparación de las patologías encontradas en el tramo de estudio. Esto incluye las diferentes técnicas para tratar de restaurar la condición inicial de la carretera.

Para realizar una correcta reparación, primero se debe conocer las fallas que existen en los pavimentos flexibles, es por eso que existen dos tipos de fallas o deterioros que son por fallas estructurales y superficiales, como se detalla a continuación (MTC,2018).

DETERIOROS ESTRUCTURALES

- Piel de Cocodrilo
- Fisuras o grietas Longitudinales
- Deformación por deficiencia estructural
- Ahuellamiento
- Reparaciones o parchados

DETERIOROS SUPERFICIALES

- Peladura y desprendimiento
- Baches

- Fisuras transversales

Después de identificar la afección, se seguirá lo siguiente:

- Se instalarán dispositivos de seguridad y señales de advertencia.
- El personal debe estar uniformado con todos los EPP.

La reparación se llevará a cabo de acuerdo con el Expediente Técnico y de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial.

- Completar las tareas, limpiar y retirar los dispositivos de seguridad y las señales preventivas.
- Por último, la circulación de usuarios será libre.

3.2.3 MANTENIMIENTO DE SEÑALIZACIÓN VIAL

Consiste en los métodos para el mantenimiento de la señalización vial, que incluyen la reparación o reemplazo de señales dañadas o ilegibles, la limpieza de señales y marcas viales y la instalación de nuevas señales según sea necesario. Todo esto se hará de acuerdo a un Expediente Técnico.

3.2.4 MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE DRENAJE Y ORNATO

Trata de definir acciones para el mantenimiento y limpieza regular de los sistemas de drenaje, como alcantarillas y cunetas, para asegurar que el agua se drene correctamente y no cause daños a la carretera. Asimismo, realizar trabajos poda y control de la vegetación a lo largo de la carretera para mantener la visibilidad de las señales y garantizar un entorno seguro para los conductores.

IV. CONCLUSIONES

El presente documento indica de manera somera los protocolos a realizar ante las diversas patologías que se puedan encontrar en las inspecciones realizadas al tramo de estudio, puesto que un estudio a profundidad se realizaría en un eventual Expediente Técnico formulado por la Entidad responsable del mantenimiento de los pavimentos, el mismo que tendrá las labores exactas a realizar para cada tipo de deterioro. Asimismo, cabe mencionar que los protocolos mencionados deben formar parte de un plan regular realizado por la Entidad, misma que debe tener un presupuesto anual debido a que las patologías o fallas en los pavimentos se deben revisar de manera rutinaria y esto conlleva a hacer gastos económicos y tener una disponibilidad inmediata del recurso ayudará a mantener en óptimas condiciones el pavimento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del objetivo específico 1:

Descripción

Se reconoció visualmente in situ las patologías que se presentan en el tramo carretero.

Tabla 4
Identificación de patologías en el camino en estudio

N°	Patologías	Ubicación	Observación
1	Ahuellamiento	KM 0+030	Requiere conservación
		KM 0+087	
2	Baches (huecos)	KM 0+500	Requiere conservación
		KM 1+980	
		KM 4+500	
3	Fisuras longitudinales	KM 4+510	Requiere conservación
		KM 6+700	
4	Deformación por deficiencia estructural	KM 4 +520	Requiere conservación
		KM 5+305	
		KM 8 +030	
5	Piel de Cocodrilo	KM 5+300	Requiere conservación
6	Reparaciones o parchados	KM 6+700	Requiere conservación
		KM 7+840	
7	Peladura y Desprendimiento	KM 7+020	Requiere conservación

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Discusión.

Durante la investigación, sobre la base de la documentación vigente que emana del ente rector (MTC, 2018), se identificó las fallas que se describen en la tabla 4, siguiendo el requisito planteado en el objetivo, encontrando que existen fallas de ahuellamientos, baches, fisuras longitudinales, deformación por deficiencia estructural, piel de cocodrilo, reparaciones o parchados y peladuras o desprendimientos, que requieren conservación.

Esto también lo corrobora la normativa vial Colombiana (MTRC, 2006).

4.2 Resultados del objetivo específico 2:

Descripción

Se presenta los tipos de patologías, su ubicación, áreas y gravedad de cada una de las patologías encontradas sobre la plataforma del camino, que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5.

Tipos de patologías encontradas en el camino y su estado

Clasificación de los deterioros/falla	Código de deterioro / falla	Deterioro / falla	Ubicación	Gravedad
Deterioros o fallas Estructurales	1	Piel de cocodrilo	KM 5+300	1: Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto.
	2	Fisuras longitudinales	KM 4+500	Fisuras longitudinales tratadas.
			KM 4+510	2: Fisuras medias corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)
	3	Deformación por deficiencia estructural	KM 6+700	Fisuras longitudinales tratadas.
			KM 4+520	2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm
			KM 5+305	
	4	Ahuellamiento	KM 8+030	Hundimiento en zona de recuperación de obra de arte (alcantarilla)
			KM 0+030	1: Profundidad sensible al usuario, pero ≤ 6 mm 2: Profundidad > 6 mm y ≤ 12 mm 3: Profundidad > 12 mm
	5	Reparaciones o parchados	KM 6+700	2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado.
			KM 7+840	Bache reparado, área de 40 x 2 m
Deterioros o fallas Superficiales	6	Peladura y Desprendimiento	KM 7+020	Peladura o desprendimiento reparado
	7	Baches (Huecos)	KM 0+087	3: Diámetro > 0.5 m, 10 cm de profundidad
KM 0+500			3: Diámetro > 0.5 m	
KM 1+980			2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m.	

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Discusión.

Habiéndose identificado los tipos de fallas, su ubicación, sus mediciones y gravedad se ha procedido a elaborar un cuadro en detalle en el cual se puede determinar la situación que nos presenta el camino y que para su adecuada operación y servicio requiere la intervención de las entidades responsables del tramo llámese Municipalidad Distrital de Morales y Municipalidad Distrital de San Antonio (Congreso de la República, 2003). Asimismo para llevar a cabo las reparaciones indicadas es necesario que la Entidad proceda a efectuar el diagnóstico, asignación presupuestal y ejecutar las actividades de conservación vial, para devolverle al camino su adecuada serviciabilidad (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010).

4.3 Resultado del objetivo específico 3:

Descripción.

Se muestra un diagrama de flujo que comprende las acciones de intervención en conservación vial con la finalidad de restaurar el adecuado funcionamiento de la carretera en investigación.

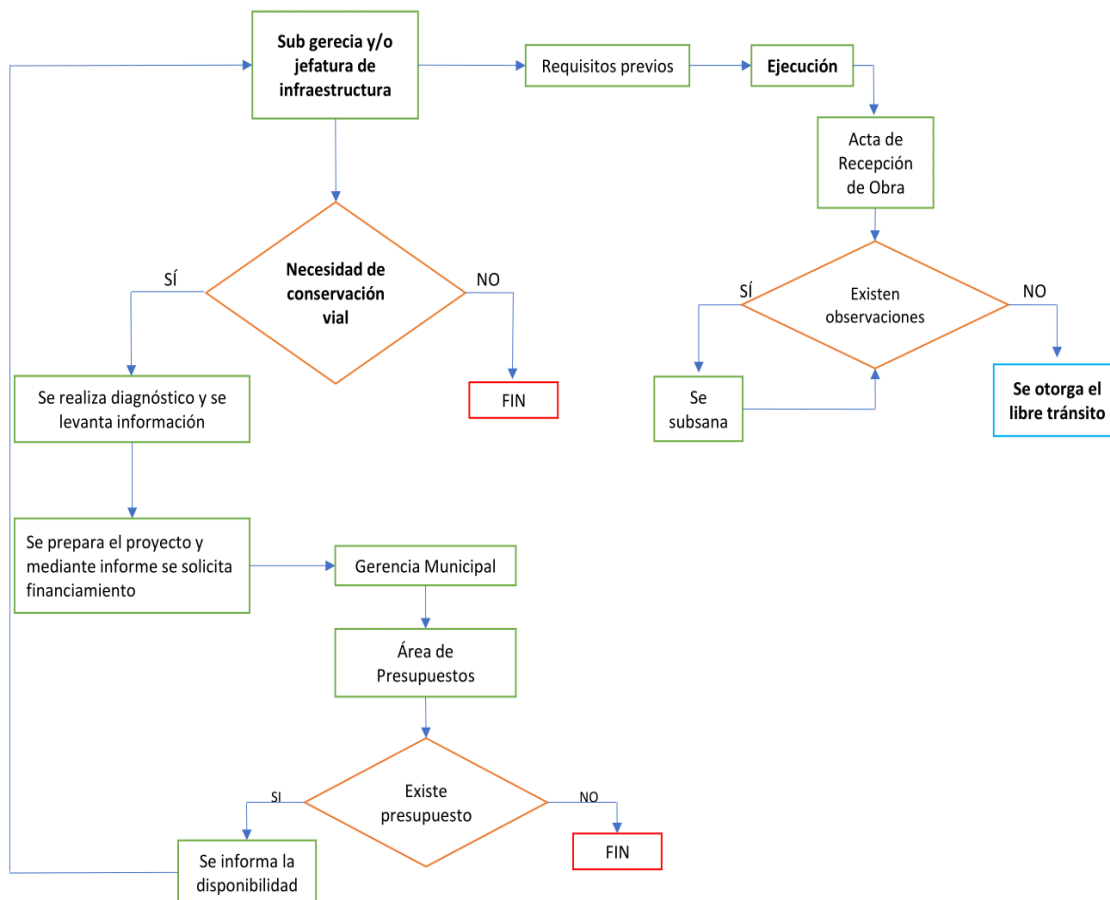


Figura 16: Diagrama de flujo de acciones a realizar para la conservación
 Fuente: Elaboración propia, (2023)

Discusión.

En esta investigación los trabajos que tengan que realizarse para efectuar la conservación vial de la carretera para restaurar su funcionamiento, se consideran como obra pública (Congreso de la República, 2014). En consecuencia implica efectuar gasto de recursos públicos. En ese sentido la Entidad responsable a través de su área usuaria, debe proceder a efectuar acciones de diagnóstico y levantamiento de información, preparación de proyecto, asignación presupuestal, adquisiciones y conservación vial (MTC, 2018), con la finalidad de restaurar el adecuado funcionamiento y servicio en favor de la población beneficiada.

4.4 Resultado del objetivo específico 4:**Descripción**

Se muestra un diagrama de programación PERT-CPM y diagrama de Gantt que comprende las acciones de mantenimiento permanente de la carretera para lograr la sostenibilidad de funcionamiento en el tiempo, en las figuras siguientes.

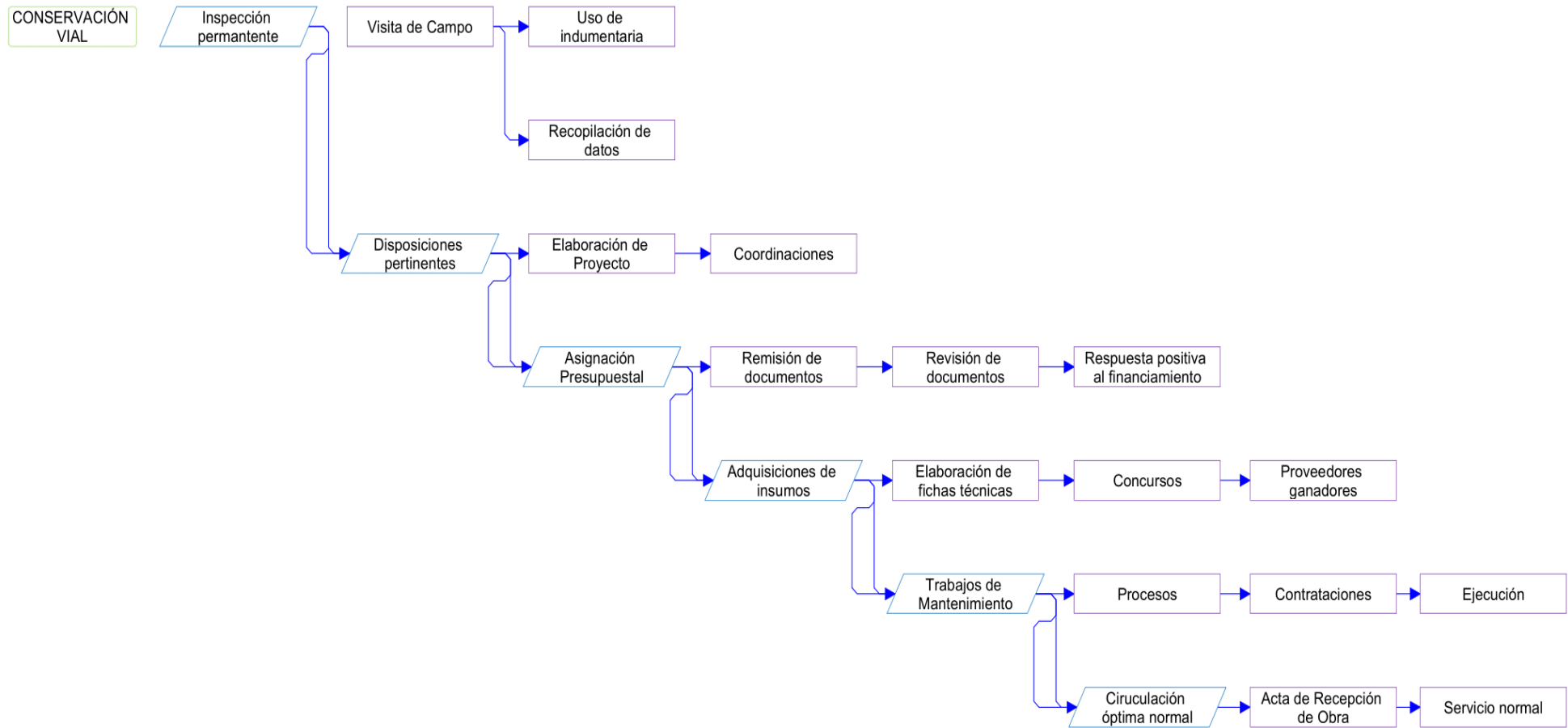


Figura 17: Programación PERT para las acciones de mantenimiento permanente
Fuente: Elaboración propia, (2023)

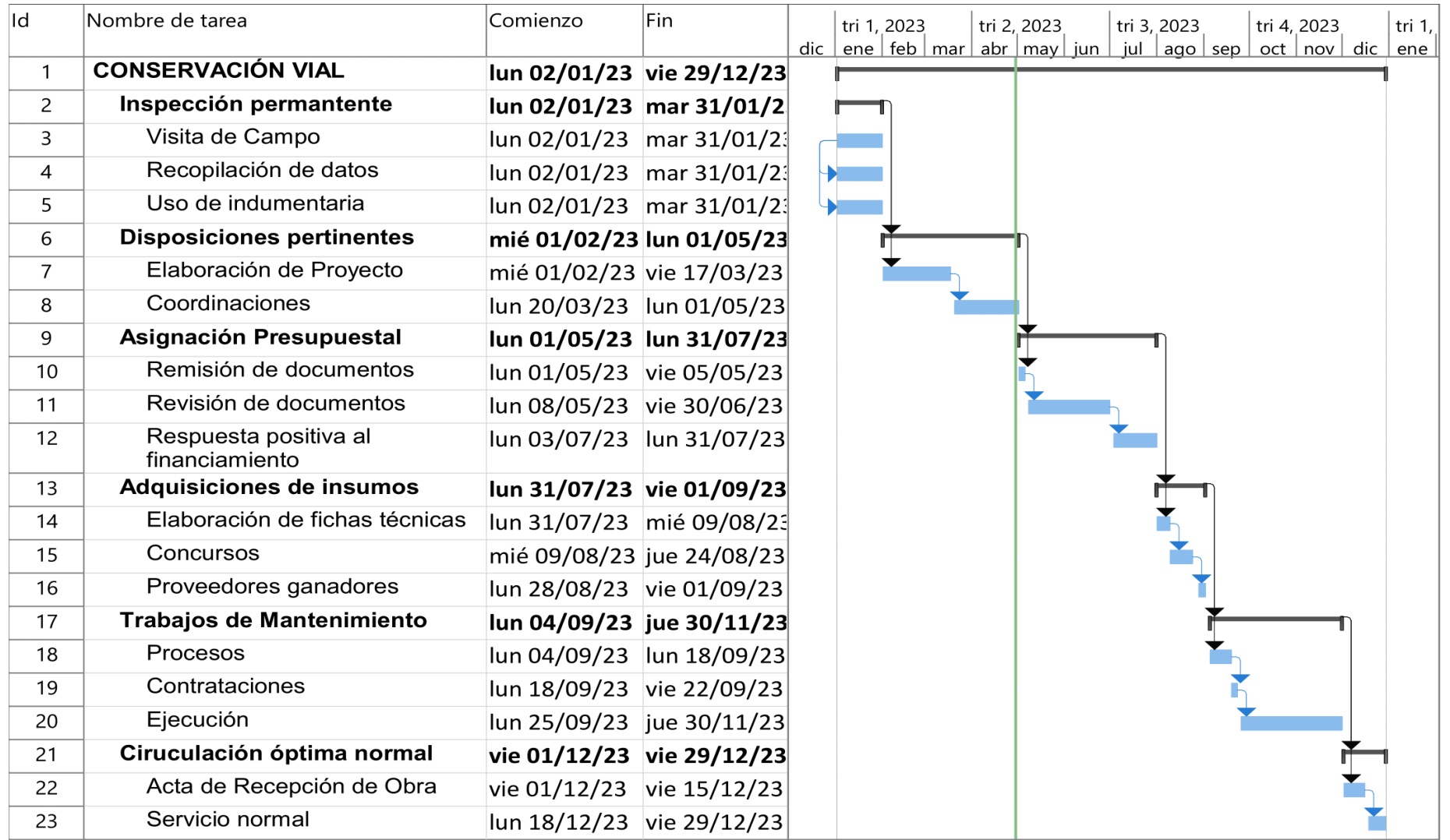


Figura 18: Programación GANTT para las acciones de mantenimiento permanente
 Fuente: Elaboración propia, (2023)

Discusión.

En esta investigación los trabajos a realizar para las acciones de mantenimiento permanente de la carretera para lograr la sostenibilidad durante su operación en el tiempo, deben ser consideradas como obra pública (Congreso de la República, 2014). Esto implica, el uso y manejo de recursos públicos; de manera que la Entidad responsable a través de su área usuaria, debe proceder a efectuar acciones de gestión adecuada (Congreso de la República, 2003), que conlleve a inspeccionar permanentemente el tramo, emitir las disposiciones pertinentes (elaboración de proyectos, etc.), siguiendo los mecanismos respectivos (CAPECO, 2016), disponer la asignación presupuestal correspondiente, adquirir los insumos necesarios (área de Logística), efectuar los trabajos de mantenimiento (procesos, contrataciones y ejecución) y aperturar la circulación óptima normal de los usuarios.

4.5 Resultado del objetivo específico 5:

Se presenta un extracto del protocolo de acciones necesarias para el mantenimiento permanente de carreteras, donde se detalla de manera somera lo que se debe realizar de manera recurrente en el tramo de carretera (ver actividad 1 en el subacápite 3.3.5 objetivo específico 5).

Tabla 6

Estructura del protocolo

N°	ACÁPITES	DESCRIPCIÓN
I	INTRODUCCIÓN	Generalidades y conceptos generales.
II	OBJETIVOS	Metas de mantenimiento
III	INSTRUCTIVO DE ACCIONES PARA MANTENIMIENTO	Acciones o actividades de mantenimiento permanente
IV	CONCLUSIONES	Resumen y sugerencias

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Discusión.

Para tener un adecuado manejo del protocolo en las acciones de mantenimiento de los pavimentos se deberá seguir las indicaciones del mismo, de manera que contemos con una serie de acciones secuenciales para los trabajos en los pavimentos. Ello implicará aplicar el Manual de Carreteras: Conservación y Mantenimiento Vial (MTC, 2018), para enfrentar las diferentes patologías y deterioros que se puedan encontrar en la vía.

Contrastación de la hipótesis:

El diagnóstico en el pavimento de la carretera vecinal Morales - San Pedro, ha permitido descubrir visualmente los tipos de patologías que se presentan en la misma, identificando la presencia de fallas, que faciliten estimar las áreas comprometidas, pudiendo evaluar el estado actual del pavimento, lo que hace posible señalar acciones de reparación, conservación o mantenimiento vial del mismo. De la misma forma, se podrá elaborar una propuesta de las acciones de intervención en conservación vial que deben efectuarse para restaurar el adecuado funcionamiento de la carretera vecinal y proponer acciones de mantenimiento permanente de la carretera para lograr la sostenibilidad de funcionamiento en el tiempo. Bajo tales circunstancias, puedo inferir que la hipótesis propuesta para la investigación tiene amplio sentido, por lo que se está validando totalmente.

CONCLUSIONES

1. Del reconocimiento visual efectuado en el tramo investigado, se verificó que existen patologías, mismos que pueden encontrarse en condiciones óptimas si se efectúa una conservación en el tramo. Esto significa que las patologías encontradas no son de gravedad mayor y efectuar una correcta conservación vial mejoraría las condiciones para el uso de los beneficiarios.
2. Se ubicaron y determinaron las patologías en el tramo en estudio que han permitido conocer su ubicación, mediciones y estado situacional de gravedad, proponiéndose las acciones a realizar para su reparación y poner el camino en mejores condiciones de servicialidad.
3. Se elaboró una propuesta de acciones a desarrollar para la intervención en conservación vial, utilizando un diagrama de flujo muy preciso, las mismas que deben efectuarse para restaurar el funcionamiento del camino.
4. Para lograr la sostenibilidad de funcionamiento de la carretera vecinal en el tiempo, se elaboró una propuesta de acciones de mantenimiento permanente, utilizando una programación mediante un diagrama de red PERT-CPM, complementado con un diagrama de Gantt, en el cual se establece un período de trabajo de enero a diciembre de cada año.
5. Para lograr que la carretera se encuentre en un óptimo estado de transitabilidad, se elaboró un protocolo donde se menciona las acciones para realizar un adecuado mantenimiento de las carreteras.

RECOMENDACIONES

1. Mantener por parte de la Entidad responsable una permanente vigilancia de la carretera vecinal para identificar posibles patologías que lo afecten, destinando acciones de mantenimiento para su recuperación
2. Elaborar correctamente los expedientes de mantenimiento, identificando los costos reales y actualizados que se requieran para el mantenimiento de la carretera.
3. Gestionar adecuadamente los medios económicos que se destinen a los trabajos de mantenimiento y/o conservación vial.
4. Requerir que los proveedores que efectúen la conservación cuenten con la experiencia necesaria para ejecutar tales trabajos, sin comprometer la calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayat, M. (2014). Pavement and alignment design of a new rural road in the province of Bologna: Civil engineering master thesis, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna. Bologna, Italia.
- Cámara Peruana de la Construcción. (2016). Análisis de Costos Unitarios en Edificaciones. Lima, Perú.
- Cárdenas Riveros, J. R. (2016). Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la Avenida Carlos La Torre Cortéz, Región Ayacucho: Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. Ayacucho, Perú.
- Congreso de la República. (2003). Ley Orgánica de Municipalidades. Lima, Perú: Editora Perú.
- Congreso de la República. (2014). Ley de Contrataciones del Estado. Lima, Lima, Perú.
- Coronado Iturbide, J. (2002). Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Guatemala.
- Corros B., M., Urbáez P., E., & Corredor M., G. (2009). Manual de Evaluación de Pavimentos. Managua, Nicaragua.
- Doria Delgado, Z. F., & 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: Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, San Martín, Perú.
- Gaber, M., Diab, A., Elbeltagi, E., & Wahaballa, A. M. (2023). Integrated Safety-Pavement Maintenance Management System (SPMS) for Local Authorities in Egypt: Artículo Científico, Journal of Engineering Sciences. Assiut, Egipto.
- Hoyos, J. G. (2000). Principios Éticos de la Investigación en seres Humanos y en Animales. Artículo Especial, Universidad del Valle, Colombia
- Kumar Bharti, A. (2017). Comparative Analysis of Highway Design: Master of Technology in Highway Engineering. Lucknow, Uttar Pradesh, India.

- Liu, Z., Balieu, R., & Kringos, N. (2022). Integrating sustainability into pavement maintenance effectiveness evaluation: A systematic review: Artículo Científico, KTH Royal Institute of Technology. Estocolmo, Suecia.
- Ministerio de Transporte República de Colombia. (2006). Manual para inspección visual de pavimentos flexibles. Bogotá D.C., Colombia.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Lima, Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2014. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Glosario de Términos: De uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras: Mantenimiento o conservación vial. Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2010). Norma Técnica CE 0.10 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú.
- Miranda Rebolledo, R. J. (2010). Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos: Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Moreno, J. M. (2010). El principio de totalidad y sus aplicación: Una notable aportación del P. Fernandex Díaz-Nava en defensa de la persona. Madrid-Salamanca: Universidad Pontificias Comillas.
- Pérez León, J. F., & Ramirez Leyva, J. K. (2018). Evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfáltico en la Av. Los Tréboles - distrito de Chiclayo - provincia de Chiclayo - departamento de Lambayeque: Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán. Pimentel, Chiclayo, Perú.
- Rodríguez Mineros, C. E., & Rodríguez Molina, J. A. (2004). Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje: Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Rodríguez Velásquez, E. D. (2009). Cálculo del índice de condición de pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla: Tesis de pregrado, Universidad de Piura. Piura, Perú.

- Sanchez Sabogal, F. (2007). Pavimentos - Fundamentos Teóricos Guías para el Diseño. Bogotá, Colombia.
- SENAMHI. (2023). Mapa de Estaciones. Retrieved from Información meteorológica.
- Shaafan Abdullah, T., Sheyan, A., & Hussein Jalal, A. H. (2020). Comparative study of using flexible and rigid pavements: Artículo Científico, Journal of Univerisity of Duhok. Duhok, Iraq.
- Valles Galan, G. M., & Pulache Cruz, J. R. (2021). Evaluación del estado superficial del pavimento flexible, mediante el método del índice de condición del pavimento, en la vía Lamas - Cruce con la vía Fernando Belaunde Terry , en la provincia de Lamas, región San Martín: Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, San Martín, San Martín.
- Van Dam, T. J., Harvey, J. T., Muench, S. T., Smith, K. D., Snyder, M. B., Al-Qadi, I. L., . . . Kendall, A. (2015). Towards Sustainable Pavement Systems: A Reference Document. Washington D.C, Estados Unidos.
- Vasconcelos Fernandes, R. T., Fonseca Cabral, A., Batista Dantas, G. C., Varela Tinoco, V. N., Azevedo da Silveira, B., & Sousa Junior, A. M. (2021, Enero - Abril). Mapping of pathological manifestations in asphalt pavement through the use of drones. ALCONPAT, 11(1), 61-72.
- Vinces Mori, M. A. (2017). Diagnóstico del estado situacional de la carretera PE - 5N (DV) - SM - 104 (Lamas), por el método: Índice de condición de pavimentos (PCI): Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, San Martín, Perú.
- Zeña Cruz, K. A. (2018). Determinación y evaluación de patologías de la carpeta asfáltica de la avenida Grau, cuabras, entre la avenida dos y la avenida Chulucanas distrito Veintiseis de Octubre, Provincia de Piura Enero 2018: Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. Veintiseis de Octubre, Piura, Perú.

ANEXOS 01

Tabla 7
Matriz de Consistencia

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	OPERACIONALIZACIÓN		METODOLOGÍA
			VARIABLE	INDICADORES	
Formulación del problema: ¿De qué manera se podrá efectuar la identificación de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8.00 km?	H1: Efectuando un adecuado diagnóstico, se podrán identificar patologías en el pavimento de la carretera vecinal Morales – San Pedro, L = 8 km., pudiendo conocer su estado y proponer una solución para superarlas. Objetivo general: Identificar las Patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8.00 Km.	Objetivos específicos: -Reconocer los tipos de patologías que se presentan en la carretera vecinal Tramo Morales – San Pedro, L = 8 km. -Estimar los diferentes elementos y áreas comprometidas para obtener los resultados de la evaluación actual del pavimento, señalando las acciones a desarrollar para la reparación. -Elaborar una propuesta de las acciones de intervención en conservación vial que deben efectuarse para restaurar el adecuado funcionamiento de la carretera. -Proponer acciones de mantenimiento permanente de la carretera para lograr la sostenibilidad de funcionamiento en el tiempo. -Proponer un protocolo de acciones para atender el mantenimiento permanente de la carretera.	Independiente: Diferentes patologías del pavimento asfáltico Dependientes: Estado del pavimento asfáltico de la carretera vecinal Morales – San Pedro	Independiente: Diagnóstico de patologías, mediciones y propuesta de mantenimiento. Dependientes: Piel de cocodrilo Fisuras longitudinales Fisuras transversales Deformación por deficiencia estructural. Ahuellamiento Reparaciones o parchados Baches Proyecto Conservación vial	Tipo de investigación: Aplicativo Niveles de investigación: Descriptivo Explicativo Población y Muestra: Población: Carreteras vecinales que existen en la provincia de San Martín Muestra: Tramo carretero de la carretera vecinal Morales – San Pedro. Diseño de Investigación: Método: Identificación visual Diseño: Inductivo-Deductivo

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Declaratorio de autenticidad

Yo, **Giovanni Renato Arpasi Vega**, con DNI N° 70142965, bachiller de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autor de la tesis titulada: **Identificación visual de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8.00 km.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto 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, asumo 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.

Tarapoto, 17 de mayo de 2023

The image shows a handwritten signature in blue ink on the left and a black ink fingerprint on the right. The signature is stylized and appears to be 'G. Arpasi Vega'. The fingerprint is a clear, dark impression of a finger.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Serbando Soplopucó Quiroga, Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, identificado con DNI N° 16475624, Asesor del Proyecto de tesis titulado: "Identificación visual de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8 km.", del autor **Giovanni Renato Arpasi Vega**

Declaro bajo juramento que:

1. El proyecto de tesis presentado por los estudiantes es de su propia autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene el proyecto de tesis no ha sido plagiada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad ante cualquier posible falsedad, omisión u ocultamiento de información aportada en los documentos, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 17 de mayo de 2023



Ing. Dr. Serbando Soplopucó Quiroga

DNI N° 16475624

ANEXO 02

PANEL FOTOGRÁFICO



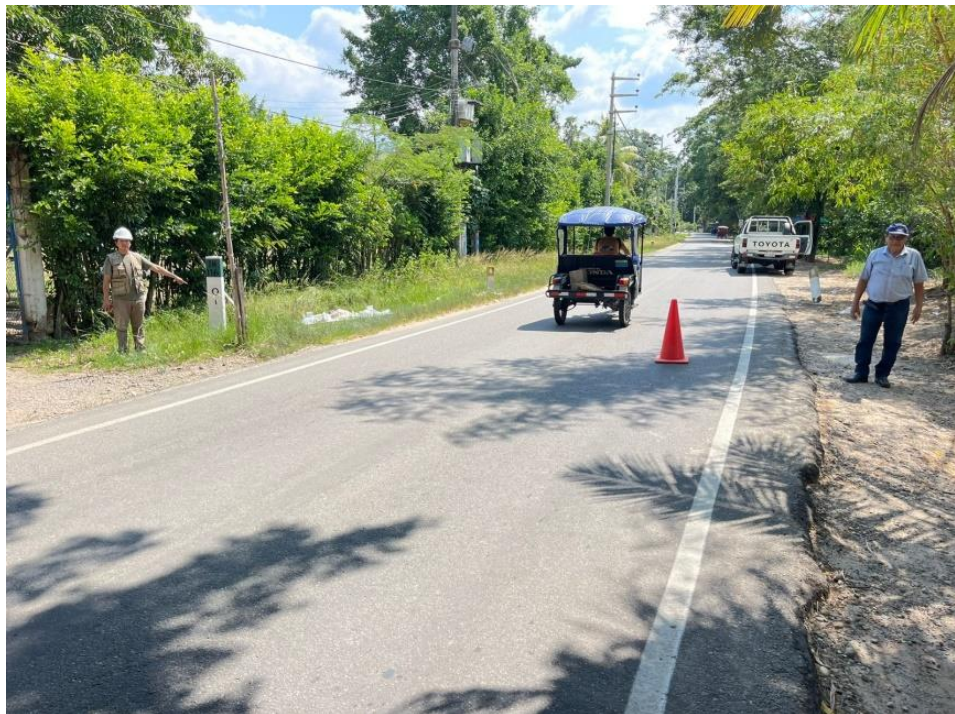
Fotografía 1. Se observa al tesista realizando el levantamiento de la información en la progresiva KM 0+030.



Fotografía 2. Se visualiza al tesista identificando la patología de "bache" en la progresiva en la progresiva KM 0+087.



Fotografía 3. Se observa al tesista identificando y realizando la medición de la patología encontrada en la progresiva KM 00+500.



Fotografía 4. Se observa al tesista y al asesor de tesis, recorriendo el tramo en investigación e identificando las patologías



Fotografía 5. Se observa al tesista reconociendo las patologías de baches en la progresiva KM 01+980.



Fotografía 6. Se observa al tesista la progresiva KM 3+950, indicando que no existen patologías.



Fotografía 7. Se observa al tesista indicando que no se realizan trabajos de mantenimiento en calzada ni drenaje pluvial en el tramo de estudio.



Fotografía 8. Se visualiza al tesista identificando que se realizaron trabajos de mantenimiento a las fisuras longitudinales en la progresiva KM 4+500.



Fotografía 9. Se visualiza al tesista identificando la patología de fisuras longitudinales en la progresiva KM 4+500.



Fotografía 10. Se visualiza al tesista identificando la patología de deformación por falla estructural de 2 cm de profundidad, también en la progresiva KM 4+500



Fotografía 11. Se visualiza una sección del tramo de estudio en el cual se realizaron trabajos de mantenimiento.



Fotografía 12. Se observa al tesista identificando la patología de piel de cocodrilo de gravedad 3, en la progresiva KM 5+300.



Fotografía 13. Se observa al tesista en la progresiva KM 6+700, identificando que en esta sección se realizaron trabajos de mantenimiento, específicamente recapeo. Aunque existe deformación de 1.5 cm.



Fotografía 14. Se observa al tesista, identificando la patología de ahuellamiento reparado entre la progresiva KM 7+840 y 7+900.



Fotografía 15. Se observa al tesista en la progresiva KM 8+030, identificando la patología de deformación por deficiencia estructural. Esta patología se encuentra en una zona donde se realizó trabajo de mantenimiento recientemente.



Fotografía 16. Se observa al tesista identificando una falla estructural o geotécnica, debido a que existe asentamiento y destrucción de la capa de rodadura y pérdida de material, haciendo que los usuarios reduzcan drásticamente la velocidad e invadir el siguiente carril.

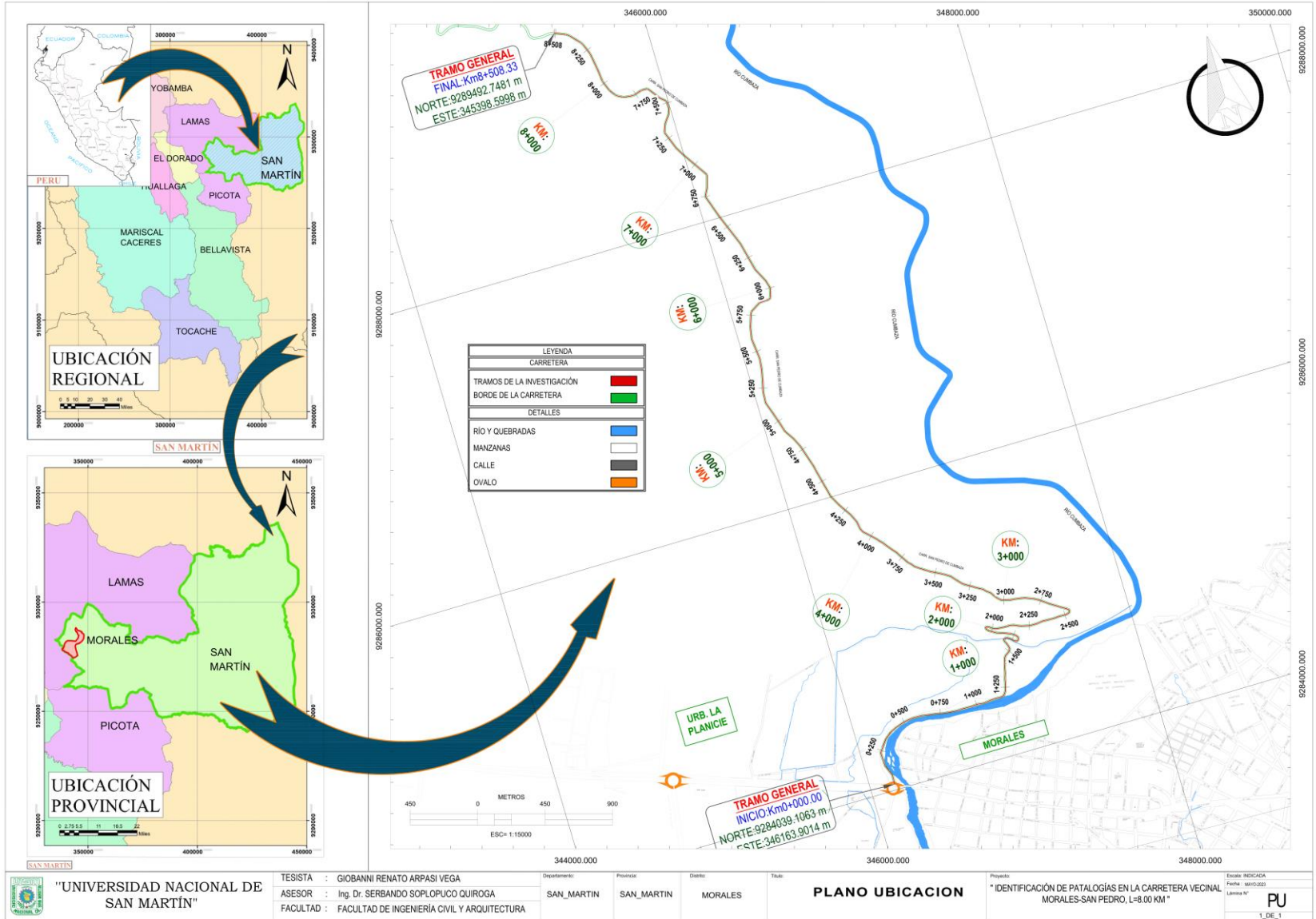


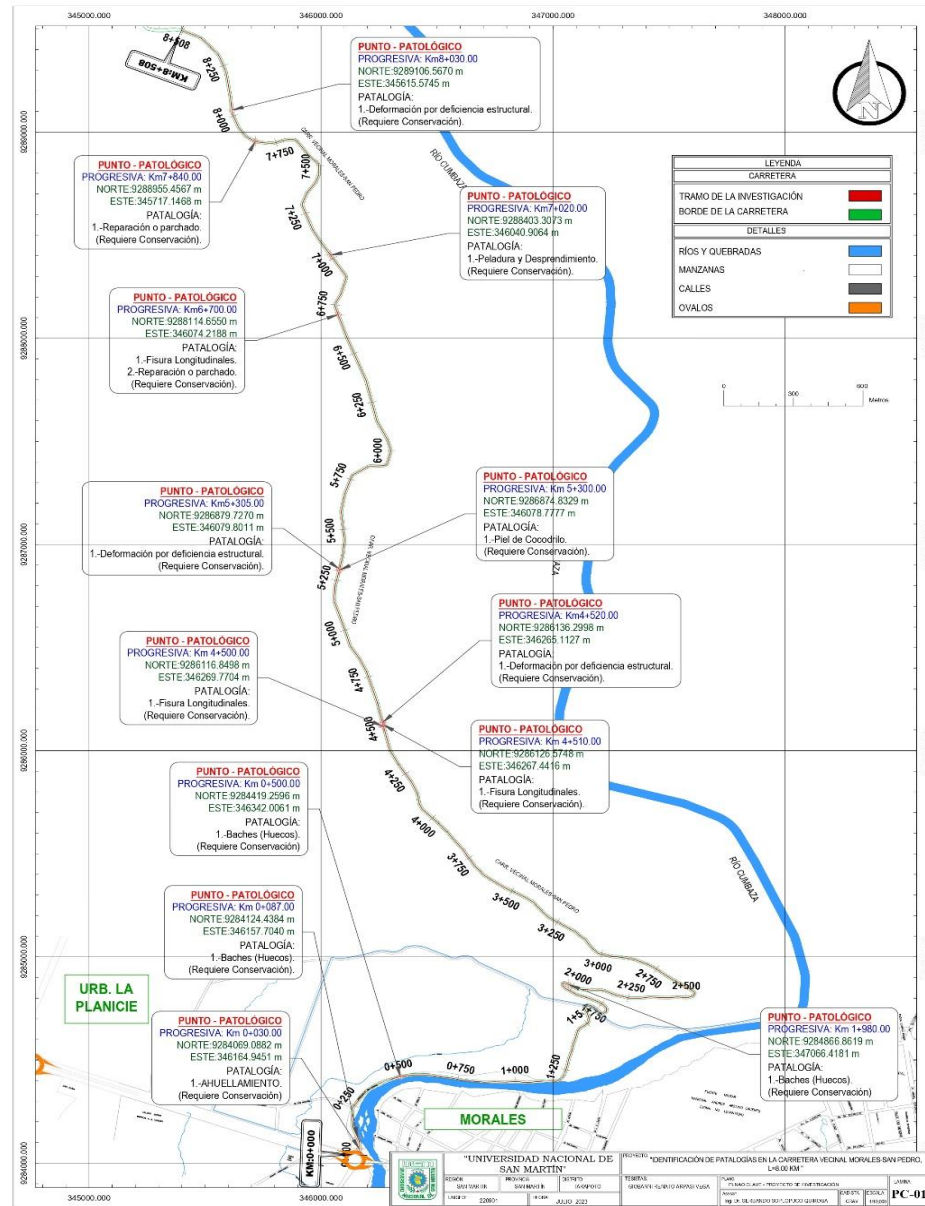
Fotografía 17. Ídem anterior.



Fotografía 18. Se visualiza al tesista y al asesor de tesis inspeccionando las patologías ocasionadas por falta de mantenimiento de parte de la Entidad encargada del tramo de estudio

ANEXO 07
PLANOS





Identificación visual de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8.00 km

por Giovanni Renato / Arpasi Vega

Fecha de entrega: 09-ago-2023 12:43p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2143602761

Nombre del archivo: TESIS_RENATO.docx (26.24M)

Total de palabras: 12280

Total de caracteres: 69278

Identificación visual de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro, L = 8.00 km

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

tesis.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

9%

2

repositorio.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

4

Submitted to Hudson Valley Community College

Trabajo del estudiante

1%

5

id.scribd.com

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

7

Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

1%

8

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

1%