



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

# **Determinación de las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1 – C25 en la ciudad de Tarapoto**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

## **Autores:**

Humberto Hengel Pinedo Honorio

<https://orcid.org/0000-0002-8377-0304>

César Horacio Vallejos Orbe

<https://orcid.org/0000-0003-2840-0623>

## **Asesor:**

Ing. M.Sc. Víctor Hugo Sánchez Mercado

<https://orcid.org/0000-0001-5513-7678>

**Tarapoto, Perú**

**2025**



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

Tesis

## **Determinación de las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1 – C25 en la ciudad de Tarapoto**

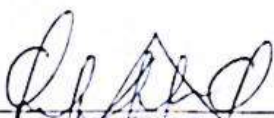
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autores:**

Humberto Hengel Pinedo Honorio

César Horacio Vallejos Orbe

Sustentado y aprobado el 18 de diciembre del 2025, por los siguientes jurados:

  
\_\_\_\_\_  
**Presidente del Jurado:**  
Ing. Dr. Rubén Del  
Aguila Panduro

  
\_\_\_\_\_  
**Secretario del Jurado:**  
Ing. M.Sc. Juvenal Vicente  
Díaz Agip

  
\_\_\_\_\_  
**Vocal del Jurado:**  
Ing. M.Sc. Victor Eduardo  
Samamé Zatta

  
\_\_\_\_\_  
**Asesor:**  
Ing. M.Sc. Victor Hugo  
Sánchez Mercado

Tarapoto, Perú

2025



**UNSM**  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE  
INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA



*Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana*

# **Acta de Sustentación de Trabajo de Investigación Para Título de Ingeniero Civil No. 053-2**



**Jurado reconocido con Resolución N° 282-2024-UNSM/FICA-CF-NLU.**

**Facultad: Ingeniería Civil y Arquitectura**

**Escuela profesional de Ingeniería Civil**

A las 15:00 horas del 18.12.2025, se dio inició al acto público de sustentación del trabajo de investigación DETERMINACIÓN DE LAS FALLAS DEL ASFALTADO DE LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO C1-C25 EN LA CIUDAD DE TARAPOTO, para optar el título de Ingeniero Civil, presentado por los Bach. Humberto Hengel Pinedo Honorio y César Horacio Vallejos Orbe, bajo la asesoría de Ing. M. Sc. Víctor Hugo Sánchez Mercado.

Instalada la Mesa Directiva conformada por ING. DR. Rubén del Águila Panduro presidente del jurado), ING. M.Sc. Juvenal Vicente Díaz Agip (secretario), ING. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta (vocal), y acompañados por Ing. M.Sc. Víctor Hugo Sánchez Mercado (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Circular No. 068-2025-UNSM/FICA.

Seguidamente los autores expusieron 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 *dieciséis (16)*; tal como se deja constar en la siguiente descripción:

*[Handwritten signatures in blue ink]*



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**



*Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana*

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es 2. Probado y correspondiente a la calificación de dieciséis (16). Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 053-2 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 16:30 hora el mismo día de diciembre de 2025

  
Ing. M.Sc. Juvenal Vicente  
Díaz Agip  
Secretario del Jurado

  
Ing. Dr. Rubén Del Aguila  
Panduro  
Presidente del Jurado

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

  
Humberto Hengel Pinedo  
Honorio  
Autor

  
César Horacio Vallejos Orbe  
Autor

  
Ing. M.Sc. Víctor Hugo Sánchez  
Mercado  
Asesor

## Declaratoria de autenticidad





Nosotros, **Humberto Hengel Pinedo Honorio**, identificado con DNI N° **75076322** y **César Horacio Vallejos Orbe**, identificado con DNI N° **72190986**, egresados de la Escuela Profesional de Arquitectura de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Determinación de las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1 – C25 en la ciudad de Tarapoto.**

Declaro bajo juramento que:

1. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
2. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
3. 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, 18 de diciembre del 2025

			
<b>Humberto Hengel Pinedo Honorio</b> DNI N° 75076322		<b>César Horacio Vallejos Orbe</b> DNI N° 72190986	

## Ficha de identificación

<p><b>Título:</b> Determinación de las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1 – C25 en la ciudad de Tarapoto.</p>	<p><b>Área de investigación:</b> Transportes  <b>Línea de investigación:</b> Estrategias de tecnologías de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible.  <b>Sub línea de investigación:</b> Sistemas Urbanísticos para el desarrollo sostenible  <b>Grupo de investigación</b> Resolución N° 422-2024-UNSM/FICA-CF-NLU  <b>Tipo de investigación:</b>  Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p><b>Autor:</b> Humberto Hengel Pinedo Honorio César Horacio Vallejos Orbe</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Arquitectura  <a href="https://orcid.org/0000-0002-8377-0304">https://orcid.org/0000-0002-8377-0304</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-2840-0623">https://orcid.org/0000-0003-2840-0623</a></p>
<p><b>Asesor:</b> ING. M.Sc. Víctor Hugo Sánchez Mercado</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b> Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Arquitectura  <a href="https://orcid.org/0000-0001-5513-7678">https://orcid.org/0000-0001-5513-7678</a></p>

## **Dedicatoria**

A mis queridos familiares, cuya presencia y apoyo inquebrantable han sido el faro que me guió a través de este largo y desafiante camino.

A mis amados padres, por estar siempre a mi lado, con su amor incondicional y por los innumerables sacrificios que hicieron, demostrando que su fe en mí no conoce límites. Su entrega y perseverancia son la razón de este logro.

**Humberto Hengel Pinedo Honorio**

Con todo mi agradecimiento, dedico estas palabras a mis familiares, cuyo apoyo constante y firme fue la luz que me guió a lo largo de este arduo y significativo trayecto.

A mis padres, por su amor incondicional y los sacrificios que realizaron, demostrando una confianza inquebrantable en mí. Su dedicación y fortaleza son la base de este logro.

Y a mi inseparable compañero felino, cuya tranquila presencia fue un refugio en los momentos más desafiantes, recordándome que, incluso en la adversidad, nunca estuve realmente solo.

**Cesar Horacio Vallejos Orbe**

## **Agradecimiento**

Con profunda gratitud, extendiendo este reconocimiento a todos los docentes de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), quienes con dedicación incansable y un compromiso que trasciende lo académico, nos guiaron a lo largo de cada ciclo. Su entrega, marcada por esfuerzo y sacrificio, sembró en nosotros el conocimiento y los valores que hoy llevamos como estandarte. Cada lección impartida, cada consejo brindado, dejó huellas imborrables que iluminan el camino hacia nuestros sueños. Este logro es también un reflejo de su incansable labor y pasión por formar profesionales íntegros.

**Humberto Hengel Pinedo Honorio**

Con profundo agradecimiento, dedico estas palabras a los docentes de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), quienes, con su esfuerzo incansable y su compromiso ejemplar, nos guiaron a lo largo de cada etapa de este camino. Su dedicación y sacrificio no solo nos brindaron conocimiento, sino también valores que permanecerán como pilares en nuestra vida profesional y personal.

Asimismo, extendiendo mi especial gratitud a mi asesor, cuya orientación, paciencia y sabiduría fueron fundamentales para superar cada desafío. Su apoyo constante y confianza en mi trabajo han sido una inspiración invaluable en este logro.

**Cesar Horacio Vallejos Orbe**

## Índice general

Ficha de identificación .....	6
Dedicatoria .....	7
Agradecimiento.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas .....	12
Índice de Figuras.....	13
RESUMEN .....	14
ABSTRACT .....	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Marco general del problema.....	16
1.2. Formulación del Problema de investigación.....	18
1.3. Hipótesis de investigación .....	18
1.4. Objetivos .....	18
1.4.1. Objetivo general.....	18
1.4.2. Objetivos específicos .....	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. Antecedentes de la investigación .....	19
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	19
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	19
2.1.3. Antecedentes Locales.....	20
2.2. Fundamentos teóricos .....	20
2.2.1. Afirmado .....	20
2.2.2. Materiales .....	21
2.2.3. Tipos de deterioros .....	21
2.2.4. Niveles de Condición de Gravedad: .....	22
2.2.5. Directrices de Supervisión y Ejecución.....	24
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	27

	10
3.1.  Ámbito y condiciones de la investigación.....	27
3.1.1.  Ubicación política.....	27
3.1.2.  Ubicación geográfica.....	27
3.1.3.  Periodo de ejecución.....	29
3.1.4.  Autorizaciones y permisos .....	29
3.1.5.  Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	29
3.1.6.  Aplicación de principios éticos internacionales.....	30
3.2.  Sistema de variables .....	30
3.2.1.  Variables principales .....	30
3.3.  Procedimientos de la investigación.....	31
3.3.1.  Diseño de la investigación.....	31
3.3.2.  Objetivo específico 1: Identificar las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25 .....	32
3.3.3.  Objetivo específico 2: Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en la Av. Vía de Evitamiento.....	32
3.3.4.  Objetivo específico 3: Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25.....	32
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSION .....	34
4.1.  Resultados del Objetivo específico 1: Identificar las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25.....	34
4.2.  Resultados del Objetivo específico 2: Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en la Av. Vía de Evitamiento .....	44
4.3.  Resultados del Objetivo específico 3: Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25.....	46
CONCLUSIONES .....	48
RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS .....	55
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	56
Anexo 2: Permiso para trabajo de tesis.....	57

Anexo 3: Delimitación de tramo de estudio .....	58
Anexo 4: Deterioro o fallas de las carreteras.....	59
Anexo 5: Niveles de severidad en las carreteras.....	60
Anexo 6: Resultados representados .....	61

## Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de variables por objetivo específico.....	30
Tabla 2 Alternativas de solución para mejorar la transitabilidad.....	46
Tabla 3 Deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas.....	59
Tabla 4 Clase de extensión de los deterioros/fallas de las carreteras no pavimentadas .....	60
Tabla 5 Clase de densidad de baches de pavimentos flexibles .....	60
Tabla 6 Calificación de condición.....	60
Tabla 7 Tipos de Condición según la calificación de condición.....	60
Tabla 8 Resumen de las fallas encontradas por cada progresiva intervenida .....	61
Tabla 9 Resumen de las fallas encontradas en el tramo de ejecución .....	61

## Índice de Figuras

Figura 1 Tipos de conservación según la calificación de condición.....	23
Figura 2 Mapa del Perú y sus regiones.....	27
Figura 3 Mapa de la región San Martín y sus provincias.....	28
Figura 4 Mapa del distrito de Tarapoto .....	28
Figura 5 Delimitación Geográfica del Tramo en Estudio .....	29
Figura 6 PROGRESIVA: Km 0+055.....	34
Figura 7 PROGRESIVA: Km 0+125.....	35
Figura 8 PROGRESIVA: Km 0+550.....	36
Figura 9 PROGRESIVA: Km 1+125.....	37
Figura 10 PROGRESIVA: Km 1+355.....	38
Figura 11 PROGRESIVA: Km 2+225.....	39
Figura 12 PROGRESIVA: Km 2+555.....	40
Figura 13 PROGRESIVA: Km 2+790.....	41
Figura 14 PROGRESIVA: Km 2+900.....	41
Figura 15 PROGRESIVA: Km 3+125.....	42
Figura 16 PROGRESIVA: Km 3+220.....	42
Figura 17 PROGRESIVA: Km 3+250.....	43
Figura 18 PROGRESIVA: Km 3+300.....	43
Figura 19 Fallas predominantes en el tramo Av. Via de Evitamiento C1-C25 .....	62

## RESUMEN

### Determinación de las Fallas del Asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1 – C25 en la Ciudad de Tarapoto

Este proyecto de tesis se centra en la evaluación y análisis de las fallas presentes en el asfaltado de la Avenida Vía de Evitamiento, en el tramo comprendido entre los puntos C1 y C25, en la ciudad de Tarapoto. El objetivo principal es identificar las causas y tipos de fallas que afectan la durabilidad y funcionalidad de esta vía, así como proponer soluciones técnicas que permitan su rehabilitación y mantenimiento adecuado. La investigación incluye un estudio detallado de las condiciones actuales del pavimento, mediante inspecciones visuales y muestreo para determinar las propiedades físico-mecánicas del asfalto y la base estructural. Se identifican las principales fallas, tales como fisuras, baches, deformaciones plásticas, y desprendimiento de material, evaluando su origen en factores como el diseño estructural, la calidad de los materiales, las condiciones climáticas y la carga vehicular. Con base en los resultados obtenidos, se elaboraron propuestas de intervención que incluyen métodos de reparación específicos y recomendaciones para mejorar la gestión del mantenimiento de la avenida, con el fin de prolongar su vida útil y optimizar los recursos invertidos en su infraestructura. Este estudio busca contribuir al desarrollo de estrategias efectivas para la conservación de la infraestructura vial en Tarapoto, promoviendo un tránsito seguro y eficiente para sus habitantes.

**Palabras clave:** Evaluación, análisis de fallas, propuestas de intervención, métodos de reparación, prolongar vida útil.

## ABSTRACT

Determination of Asphalt Pavement Distresses on Vía de Evitamiento Avenue, Section C1–C25, in the City of Tarapoto.

This thesis project focuses on the evaluation and analysis of the distresses present in the asphalt pavement of Vía de Evitamiento Avenue, along the section between points C1 and C25, in the city of Tarapoto. The main objective is to identify the causes and types of distresses affecting the durability and functionality of this roadway, as well as to propose technical solutions that enable its proper rehabilitation and maintenance. The research includes a detailed assessment of the current pavement conditions through visual inspections and sampling to determine the physical and mechanical properties of the asphalt and the structural base. The main distresses are identified, such as cracking, potholes, plastic deformations, and material disintegration, and their origin is evaluated in relation to factors such as structural design, material quality, climatic conditions, and traffic loading. Based on the results obtained, intervention proposals were developed, including specific repair methods and recommendations to improve the maintenance management of the avenue, with the aim of extending its service life and optimizing the resources invested in its infrastructure. This study aims to contribute to the development of effective strategies for the preservation of road infrastructure in Tarapoto, promoting safe and efficient traffic conditions for its inhabitants.

**Keywords:** Evaluation, Pavement distress analysis, intervention proposals, repair methods, extending service life.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Marco general del problema

La infraestructura de transporte es un elemento clave para el desarrollo de una zona, el deterioro de las carreteras reduce la calidad del servicio, incrementa los gastos de traslado y compromete la seguridad en la circulación (Cotazo et al., 2020).

A nivel mundial, la inversión insuficiente en mantenimiento provoca pérdidas significativas, mientras que, el cambio climático acelera el desgaste del pavimento (Galeana et al., 2022 pág. 5). A su vez, en América Latina, solo el 23% de las carreteras están pavimentadas, y la inversión en infraestructura es baja, alrededor del 2.5% del PIB. Esto genera congestión, costos económicos elevados y compromete la seguridad vial (Vásquez et al., 2021).

Las fallas del asfalto constituyen una problemática creciente que afecta a gran parte de las vías en todo el mundo, impactando directamente en la seguridad vial, la economía y la calidad de vida de las personas. Con el paso del tiempo, las carreteras asfaltadas comienzan a deteriorarse debido a múltiples factores como el tráfico pesado, las variaciones climáticas, la deficiente calidad de los materiales utilizados o la falta de mantenimiento oportuno. Estos factores provocan grietas, baches, deformaciones y desprendimientos que no solo dificultan la circulación vehicular, sino que también incrementan los costos de reparación y mantenimiento, afectando los presupuestos públicos y privados (Fan et al., 2024)

A nivel mundial, las estadísticas reflejan la magnitud del problema. En países como Estados Unidos, se estima que aproximadamente el 24 % de las carreteras urbanas del sistema nacional presentan condiciones deficientes, lo que representa millones de kilómetros con superficies dañadas. En China, estudios recientes señalan que cerca del 60 % de los pavimentos de asfalto requieren reparaciones significativas después de 10 a 12 años de uso, mientras que alrededor del 17 % ya muestran deterioro grave en menos de una década. Estas cifras demuestran que la vida útil del asfalto se está reduciendo más rápido de lo esperado, evidenciando la necesidad urgente de una gestión más eficiente y sostenible de la infraestructura vial (Li et al., 2025)

El experto en transporte Julián Rivera señala que, Perú dispone de una red vial que supera los 78 mil kilómetros, solo alrededor de 300 kilómetros corresponden a autopistas. Asimismo, compara esta situación con países como Argentina y Chile,

destacando las importantes carencias en infraestructura vial que enfrenta Perú y la necesidad de invertir aproximadamente dos mil millones de dólares al año para abordar estas deficiencias. (Rivera, 2015).

Según AFIN (2015), con base en los precios constantes de ese año, se calculó que el déficit en infraestructura ascendía a aproximadamente 68.800 millones de dólares para el periodo 2016-2020 y a 90.734 millones de dólares entre 2021 y 2025. En total, la brecha acumulada en infraestructura durante la década comprendida entre 2016 y 2025 alcanzaría los 160.000 millones de dólares, lo que representaba el 83% del Producto Bruto Interno (PBI) del año 2015, estimado en 193.000 millones de dólares (Toma, 2017).

El vínculo entre infraestructura y desarrollo económico se estudia frecuentemente al incluir el stock o flujo de servicios de infraestructura como un insumo adicional (junto a la mano de obra, el capital humano, las externalidades no físicas) en la función de producción agregada para la economía. (Barro, 1990). En este contexto, se desarrolló un modelo de crecimiento endógeno para describir cómo el gasto público en servicios de infraestructura, financiado por impuestos proporcionales, afecta al PIB. (Barro, 1990).

En el Perú, aunque el porcentaje de vías pavimentadas pasó del 51% al 70% entre 2001 y 2015, aún persisten importantes desafíos. Por un lado, la Red Vial Departamental y Vecinal presenta un nivel reducido de pavimentación, lo que limita la conectividad y dificulta el desarrollo de diversas regiones. Por otro lado, la gestión de calidad en las vías es deficiente, especialmente en lo referente a las estrategias de mantenimiento, lo que acelera el desgaste del pavimento y afecta su durabilidad a largo plazo. (Ramírez et al., 2023)

La región San Martín enfrenta desafíos significativos en su infraestructura vial. Las carreteras en mal estado, combinadas con las condiciones climáticas extremas y la geografía accidentada, complican la transitabilidad y la seguridad vial. La deficiente conservación de las vías y la carencia de mecanismos de drenaje eficaces son dificultades frecuentes que impactan la accesibilidad y el crecimiento económico regional.

En Tarapoto, el desarrollo de la infraestructura vial es fundamental debido al crecimiento poblacional y económico de la región. Hasta 2014, la Red Vial Departamental contaba con solo 178.70 km de carreteras asfaltadas, lo que representaba el 15.73% del total. Sin embargo, para fines de 2017, esta cifra aumentó significativamente al 56%, con un total de 456 km de carreteras asfaltadas.

Este contexto motiva investigaciones que analicen la influencia de las fallas del asfalto en puntos específicos, como la Av. Vía de Evitamiento en Tarapoto, con el objetivo de mejorar la movilidad hacia centros educativos y laborales. Tarapoto, al destacar como una de las economías más activas de la región San Martín, requiere urgentemente una infraestructura vial eficiente para sostener su crecimiento.

Finalmente, la provisión ineficiente de servicios de infraestructura vial constituye un desafío central para las políticas de desarrollo en países con orientación económica hacia el exterior. La mayoría de los especialistas coincide en que esta ineficiencia es un obstáculo significativo para la implementación de estrategias de crecimiento efectivas.

## **1.2. Formulación del Problema de investigación**

Considerando los problemas identificados en la región de San Martín, y dado que Tarapoto también enfrenta esta situación, surge la pregunta: ¿De qué manera se determinará las fallas del asfalto de la Av. Vía de Evitamiento C1 – C25 de la ciudad de Tarapoto?

## **1.3. Hipótesis de investigación**

El estado situacional de la Av. Vía de Evitamiento C1 – C25 de la ciudad de Tarapoto presenta un deterioro significativo caracterizado por fallas en el asfalto, tales como fisuras, baches y desprendimiento de material.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Identificar y evaluar el estado situacional y las fallas en el asfalto de la Av. Vía de Evitamiento C1 – C25 de la ciudad de Tarapoto.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

**OE1:** Identificar las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25.

**OE2:** Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en la Av. Vía de Evitamiento C1-C25.

**OE3:** Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

Gonzales (2018), Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, en su estudio "Adaptación Metodológica en el Diseño y Desarrollo Urbano de Bajo Impacto para la Gestión de Aguas Pluviales en Colima, México", establece que: Entre dos posibles soluciones para reparar el bache, la reparación a profundidad completa resulta como la alternativa más económica tanto a nivel de costo directo como de gastos generales, también a nivel de contrato general. Mientras tanto, el método alternativo de recubrir con concreto es más costoso, representando el 37.39% del costo total del presupuesto. Estos resultados están en línea con la modelación anterior tal como se detalla en el informe. La variación principal de costo entre las dos opciones es el material que especificamos para la capa de rodadura; uno usa asfalto, y el otro utiliza concreto.

Sepúlveda (2019), Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, en su estudio "Evaluación del deterioro en un pavimento flexible, informe de caso: de Avenida Francisco Fernández de Contreras, Calle 7 a Carrera 10, Ocaña Agua de la Virgen", indicó que cuando se trataba de superficies problemáticas que requerían trabajos menores de mantenimiento, sus resultados revelaron que no corregir los daños al aparecer los convertía en defectos estructurales, afirmando: Los daños superficiales que se identificaron son muy leves en relación con la estructura, considerando que los problemas en el nivel superior no se abordaron a tiempo; se convirtieron en problemas en niveles inferiores y luego en estructurales.

##### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Ramírez y Valenzuela (2023), Universidad Peruana Unión, en su trabajo investigativo: "Plan de mantenimiento periódico del pavimento de la sección Paradero Las Retamas - Puente Los Ángeles", concluyeron que el pavimento flexible puesto a prueba, según los indicadores PCI e IMDA por ítem, determinó que: su estado general es BUENO con valores PCI entre 70 y 55. Pero, hubo una prevalencia de deterioros como el agrietamiento en forma de piel de cocodrilo, baches y grietas longitudinales y transversales que impactan en su estado actual (p. 83). Ortiz y Zapata (2022), Universidad Nacional de Piura "Determinar las causas y el nivel de deterioro del pavimento flexible de la calle Pariñas en AA.VV.NN. HH. 9 de octubre, Provincia de Sullana, Departamento de Piura", encontraron que: en el área investigada, las

alteraciones superficiales más comunes son las grietas longitudinales y transversales (grietas por retracción), seguidas de las deformaciones del pavimento, fallas en la capa de rodadura y otros defectos. Estos cuellos de botella resultaron del diseño, construcción y uso de las carreteras que fueron mucho menos adecuadas para los fines previstos del proyecto. Esta es la causa-consecuencia que razones colosales también afectan negativamente los resultados del proyecto. Es por eso que se debe realizar un análisis profundo de la condición de las carreteras para elegir la mejor estrategia de mantenimiento.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

Gonzales y Sicha (2022), en la Universidad Nacional de San Martín, en su estudio titulado "Evaluación del nivel de servicio para el tramo eje vial San José de Sisa – San Martín de Alao 2022", concluyeron que no es seguro llevar a cabo el movimiento bajo tales condiciones porque los principales riesgos de accidentes son debidos al deslizamiento por insuficiente ancho y a incidentes de vuelco provocados por fragmentos de una porción inestable de la carretera. Esto señala un efecto negativo en el flujo económico, ya que gran parte de la población utiliza esta carretera para implementar relaciones comerciales y económicas con otros centros de población.

Sánchez y Carbajal (2022), en su artículo "Diagnóstico de fallas del asfalto y propuesta de alternativas para mejorar la transitabilidad del tramo: Pongo de Cayarachi - Barranquita, Lamas 2022", identificaron las siguientes fallas en ese orden debido al asfalto: desprendimientos y desmoronamientos (39%), baches o agujeros (25%) y grietas longitudinales (16%). Esto genera inconvenientes como congestión de tráfico vehicular y peatonal, mayores riesgos e inseguridad para las personas que transitan en el tramo mencionado.

## **2.2. Fundamentos teóricos**

### **2.2.1. Afirmado**

Consiste en la conformación de una o varias capas compuestas por material granular escogido para la superficie de tránsito de una vía. Dicho material puede ser de origen natural o tratado, siempre que satisfaga los estándares establecidos, y su aplicación puede realizarse con o sin el uso de estabilizadores de suelo, sobre una base previamente acondicionada (MTC, 2013).

Se define una carretera sellada como una carretera con un sello pulverizado o chipseal. Debe contener una cantidad suficiente de material fino para que las partículas

individuales se mantengan juntas. Se utiliza como superficie de pavimento en calles y caminos transitables (Rico y Del Castillo, 1999).

## **2.2.2. Materiales**

### **2.2.2.1. Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013, p. 237-238)**

En la edificación de pavimentos viales, se emplearán agregados granulares naturales extraídos de excavaciones, yacimientos o subproductos de escorias metálicas, conforme a lo indicado en el expediente técnico y con la aprobación del supervisor. Del mismo modo, también pueden utilizarse materiales derivados de roca fragmentada, grava o combinaciones de elementos de distintas procedencias.

### **2.2.2.2. Compactación**

Una vez que el material esté a la humedad adecuada, debe colocarse y compactarse a la densidad especificada con equipo aprobado. Donde no se puedan usar rodillos, se utilizarán apisonadores mecánicos hasta obtener la densidad requerida.

El material será compactado longitudinalmente desde ambos lados hacia el centro, permitiendo una superposición en cada pasada de no menos de un tercio del ancho total del rodillo compactador. La compactación, en secciones bancadas, será desde el pie hasta la cima.

## **2.2.3. Tipos de deterioros**

**Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial** (2018, p. 73 - 81), señala lo siguiente:

La calidad de las carreteras sin pavimentar (nivel de afirmado) se puede calificar según el estado de los daños, la velocidad en el tiempo estimado y la forma sinuosa de la vía debido a diversos daños en la carretera, la cual se muestran en el anexo 4.

### **a) Deterioro / Falla N° 1: la Deformación.**

El ahuellamiento se produce por deformaciones o cambios evidentes en la capa de grava, así como en la subrasante del carril de circulación. Provocado por un desgaste muy superficial por el tráfico.

Niveles de gravedad:

1. Huellas/hundimientos < 5cm.
2. Huellas/hundimientos que están entre 5 y 10 cm.
3. Huellas/hundimientos >= 10 cm.

**b) Deterioro / Falla 2: La Erosión.**

Por hábito, los surcos erosivos se forman por el escurrimiento de agua con pendiente paralela a la del eje del factor de ruta; si la intensidad depende de la velocidad potencialmente intensa en el escurrimiento y la calidad del suelo (ya sea índice plástico o también granulometría).

Niveles de gravedad:

1. Sensible para usuario, pero con profundidad < 5cm.
2. Profundidad generada entre 5 cm y 10 cm.
3. Profundidad  $\geq$  10 cm.

**c) Deterioro / Falla 3: Baches.**

Suelen suponer un obstáculo para los coches si la perturbación es superior a 0,20 m. Su estado de calificación depende del tipo de acción correctiva requerida (mantenimiento de rutina, recaptación o regrabado en lugar de reconstrucción).

Niveles o Estatus de Gravedad:

1. Pueden arreglarse por un mantenimiento de tipo rutinario.
2. Necesita de capa de un material adicional.
3. Necesita de una reconstrucción.

**d) Deterioro/Falla 4: Encalaminado.**

Como consecuencia del posible impacto de las vibraciones transmitidas desde los vehículos a los áridos fabricados con materiales granulométricos o granulares.

**2.2.4. Niveles de Condición de Gravedad:**

1. Sensible o perceptible para el usuario, con una profundidad menor a 5 cm.
2. Profundidad que oscila entre 5 cm y 10 cm.
3. Profundidad igual o superior a 10 cm.

**a) Falla / Deterioro 5 y 6: Cruce de Agua y Lodazal.**

Se trata de aquella zona de suelo de grano fino que se caracteriza por una baja permeabilidad o impracticabilidad durante la época de lluvias.

**Niveles de Gravedad:**

No existe descripción en los niveles de gravedad

**Fallas y niveles de gravedad**

**Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial** (2018, p. 82 - 84), señala lo siguiente:

El objetivo es evaluar la condición de la capa superficial, en primer lugar, en caminos de grava dentro de secciones de 500 metros de largo. El inicio y el final de los niveles de severidad deben definirse en cada lugar donde se observe deterioro. Después de eso, estos videos se analizan y se guardan. La Tabla 8 enumera el tipo y grado de deterioro de la sección de 500 metros, mientras que la Tabla 9 se utiliza para baches y otros defectos por los cuales la condición superficial de una capa de rodamiento en un camino sin pavimentar puede considerarse determinada, según los tipos de tales deterioros (Ver Anexo 5).

Para evaluar los baches, es necesario contar con información adicional que permita determinar la densidad en la zona afectada, así como la cantidad de baches presentes en un tramo o sección de 500 metros. Para ello, se debe emplear la escala indicada en la tabla 3.

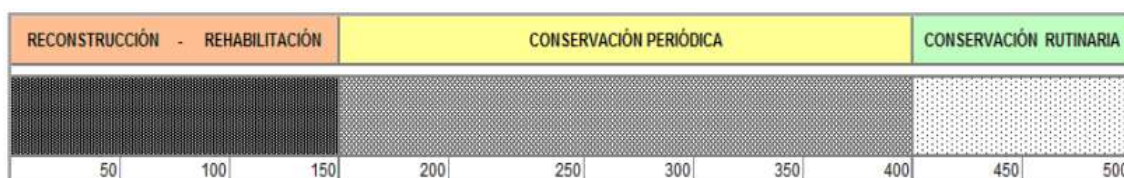
El total no debe exceder los 500 m; por lo tanto, la calificación se obtiene restando el puntaje correspondiente al nivel de condición, según lo indicado en el anexo 5 – Tabla 10, de la sumatoria total (500):

La calificación de condición refleja el estado de la capa de rodadura en carreteras afirmadas o no pavimentadas, y se clasifica en tres categorías principales:

- ✓ Bueno
- ✓ Regular
- ✓ Malo

Los rangos de calificación de condición para asignar la condición de la capa de rodadura en uno de los tipos de condición son (ver anexo 5 – Tabla 9).

De acuerdo a la calificación de condición de la capa de rodadura se podrá estimar el tipo de conservación a realizar en cada sección de 500 m de longitud.



**Figura 1**

*Tipos de conservación según la calificación de condición*

Fuente: (MTC, 2018)

## 2.2.5. Directrices de Supervisión y Ejecución

### 2.2.5.1. Tipo de trabajo

Las actividades establecidas en el plan de Instrucción de Trabajos de Conservación de Carreteras para estas vías pueden ser las siguientes y deben ejecutarse: restaurarlas, repararlas, realizar mejoras en varios niveles críticos, puntos de la carretera, etc. Se configuran de la siguiente manera:

**Conservación de Rutina:** Estas son las que se realizan regularmente con el presupuesto disponible del año en curso en diferentes niveles de acción en las diversas secciones de trabajo o infraestructuras que se deterioran: pistas, túneles, viaductos y tableros de puentes, y pasos subterráneos, mástiles, luminiscencia, seguridad vial, área de drenaje, contención de taludes, etc. (MTC, 2013, p.112). Específicamente, el objetivo es preservar y rehabilitar, si es necesario, los diferentes tipos de deterioros del camino que puedan incomodar y dañar la seguridad y las infraestructuras viales, y obstaculizar el flujo de tráfico, produciendo accidentes y daños significativos.

**Conservación Periódica:** Es muy diversa y se relaciona con los segmentos o servicios que deben renovarse en los componentes del agente de la carretera y los hombros. Las correcciones que deben remediarse y repararse adecuadamente a medida que se desarrollan pequeños nódulos mientras el suelo erosionado pierde resistencia. Las especificaciones deben adaptarse para lograr resultados en términos de reparación de plataformas, calzadas y obras impresionantes.

Definiciones de términos básicos

**Acunetado:** Proviene de la palabra latina para piedra e incluye las obras menores conocidas para desviar el flujo de agua y amplificar las vías fluviales de las carreteras. Se han realizado a lo largo de la avenida en su eje perpendicular, utilizando diversos materiales (piedra, troncos, subproductos de madera ligera, adhesivo reforzado, etc).

**Cal:** Un elemento alcalino, ceniza o gris blanquecino, amalgamado con agua para deshidratar o dispersar; elimina su calor. En edificios nuevos, se emplea como uno de los elementos que se mezclan con tierra para construir morteros que adhieren o cierran formas y muros, interna y externamente. La debilidad de la cal hidratada es menor que la de las gemas de cemento.

**Deterioro:** Debido al aumento en el uso de la carretera con el tiempo sin la reparación adecuada de la vía, se producen deficiencias en el pavimento causadas por varios fallos funcionales o estructurales en el pavimento.

**Drenaje:** "La palabra clave: drenaje generalmente significa el desalojo o la eliminación del exceso de agua." Villon: Drenaje, 2002, 17.

**Erosión:** La erosión del suelo es el proceso por el cual el material de la superficie se elimina por la acción del viento o agua. Ocurre principalmente debido a la formación de agua en forma de lluvia; esta, al escurrirse, al llegar al suelo, ya sea por el efecto de la energía de las gotas de lluvia, cuando por el efecto de la gota de lluvia, el agua se extiende sobre la superficie.

**Erosión Hidráulica:** Ocurre en el fenómeno que forma canales de ríos y deltas. Su efecto también se puede observar en la erosión superficial de varias formas de relieve formando valles, lagos y cascadas. Cañones, cuevas y cavernas también aparecen en varios lugares a través de la erosión por corriente de agua subterránea.

**Infiltración:** El fenómeno que limita y retrasa la ocurrencia de escorrentía que proviene de superficies permeables en comparación con el efecto de superficies impermeables.

**Mantenimiento de Carreteras:** Un conjunto de actividades técnicas que pueden planificarse periódicamente destinadas a preservar de manera continua y sostenible el bienestar de la infraestructura vial para proporcionar mejores servicios al usuario.

**Niveles de Servicio Vial:** Es un indicador que evalúa y establece los términos de servicio ofrecidos por la carretera y se usa frecuentemente como referencia para establecer un límite aceptable en aspectos como superficie, funcionalidad, estructura y seguridad. Sin embargo, dentro del contexto de satisfacción del usuario, que se determina por comodidad, tiempo, seguridad y economía, estos indicadores por características tienden a diferir en cada camino y por factores tecnológicos y económicos.

**Precipitación Efectiva:** Precipitación que no es captada por la superficie terrestre y no se infiltra en el suelo.

Identificar y evaluar fallas de asfalto en carreteras urbanas son elementos válidos en la gestión adecuada de la infraestructura vial ya que afecta la funcionalidad y la seguridad de la infraestructura vial y tiene una influencia sustancial en el desarrollo socioeconómico. En la Av. Vía de Evitamiento, sección C1–C25, en la ciudad de Tarapoto, es perceptible un desgaste insostenible, influenciando positivamente la transitabilidad, elevando el costo operativo del tráfico y por lo tanto la probabilidad de accidente de tráfico. Sepúlveda en su estudio en México y Ramírez & Valenzuela en el estudio en Perú coinciden que las fallas superficiales, si no se tratan oportunamente, maduran y resultan en problemas estructurales vastos, complejos y más costosos. Esto

confirma que el evento de la degeneración de la carretera no es solo un evento único, sino que está vinculado a una cadena de eventos que afecta y deteriora tanto los entornos urbanos como sociales. Por lo tanto, la solución técnica de la carretera responde adecuadamente más allá del enfoque meramente empírico. El análisis se basa en el Manual de Carreteras del MTC (2018), un documento que contiene orientación técnica para clasificar tipos de fallos, como baches, grietas, surcos, erosión, y así sucesivamente, basados en niveles de severidad y medidas de conservación que deben implementarse. Esta base normativa proporciona solidez técnica al método empleado y asegura que los resultados estén en acuerdo con los estándares domésticos actuales.

Por lo tanto, el enfoque adoptado, con inspección visual estandarizada y criterios de evaluación predefinidos, no aborda una percepción subjetiva de un problema, sino una necesidad tangible y verificada de soluciones sostenibles. Así, nuestro análisis forma parte de un universo en el cual, sin menospreciarlo, la presente investigación no solo considera un hecho observable, sino que, desde una perspectiva científico-técnica y contextualizada, está comprometida a contribuir al bienestar de los ciudadanos, la seguridad vial y la eficiencia del sistema de transporte urbano de la ciudad.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. **Ámbito y condiciones de la investigación**

##### 3.1.1. **Ubicación política**

El proyecto se encuentra ubicado:

Distrito : Tarapoto.  
 Provincia : San Martín.  
 Departamento : San Martín.

##### 3.1.2. **Ubicación geográfica**

Latitud : 6°29'10" S  
 Longitud : 76°22'43" O

La presente investigación se llevó a cabo en la Av. Vía de Evitamiento C1-C25, en el distrito de Tarapoto (6°29'10" de latitud sur y 76°22'43" de longitud oeste), provincia de San Martín, región de San Martín. Esta ciudad de San Martín está ubicada en el noreste de Perú. Se encuentra en la selva alta o ceja de selva, a una altitud aproximada de unos 350 metros sobre el nivel del mar. Forma parte del valle del río Cumbaza, que es un afluente del río Mayo, el cual pertenece al río Huallaga.

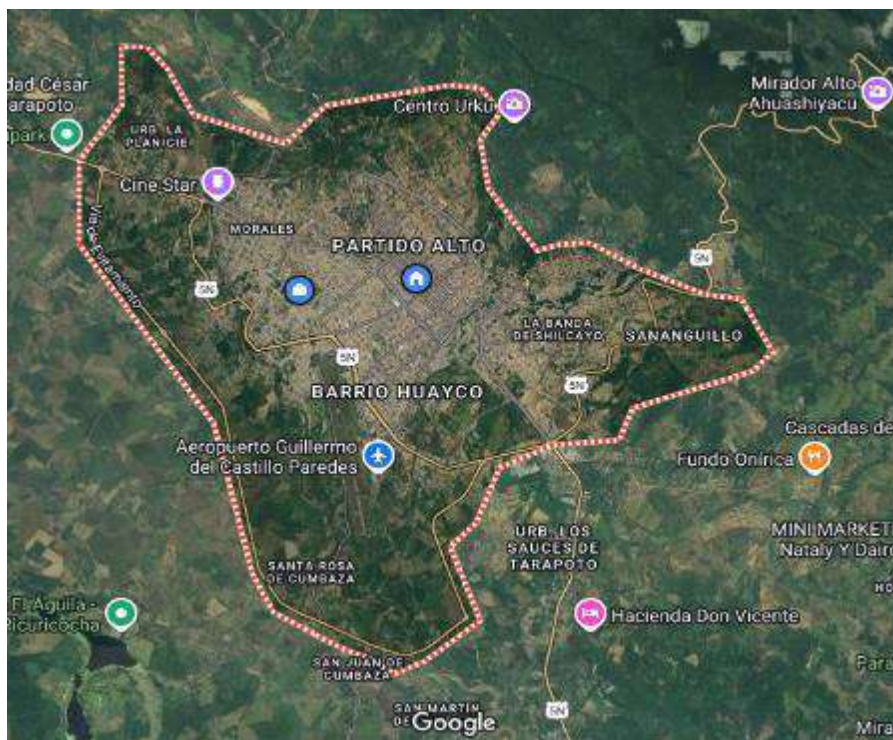


**Figura 2**

*Mapa del Perú y sus regiones.*



**Figura 3**  
 Mapa de la región San Martín y sus provincias



**Figura 4**  
 Mapa del distrito de Tarapoto.



### 3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales

Respeto por las personas: Trato respetuoso. Todo el personal, incluidos profesionales, técnicos y trabajadores calificados y no calificados, fue acompañado a todas las etapas de los proyectos.

Beneficencia: La seguridad y la salud psicológica del personal son el foco de atención, con medidas de bioseguridad e higiene en el trabajo, ya que se cuida de su integridad física en actividades de campo.

Transparencia: La diligencia en la realización del estudio se refleja bien en la completa transparencia académica, la adherencia a herramientas para el respeto hacia la originalidad del trabajo y la mitigación del plagio. La veracidad fue igualmente fomentada entre los miembros de los equipos en trabajos de campo y laboratorio para registrar con precisión y fidelidad sus datos recopilados.

## 3.2. Sistema de variables

### 3.2.1. Variables principales

#### Variable Independiente

Determinación técnica o inspección vial

#### Variable dependiente

Fallas en el asfalto del Av. Aviación C1 – C25 – Tarapoto.

### 3.2.2. Variables secundarias

#### Operacionalización de variables

Tabla 1

*Descripción de variables por objetivo específico*

<b>Objetivo Específico 1: Identificar las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25</b>			
<b>Variable abstracta</b>	<b>Variable concreta</b>	<b>Medio de registro</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Características del tipo de fallas</b>	Piel de cocodrilo	GPS, Wincha, Regla y cinta metrica	Pulg.
	Baches		Cm
	Hinchamiento		m
	Hundimiento		
	Fisuras en bloque		
<b>Evaluación del pavimento</b>	Fisuras en borde		
	Depresiones		
	Desplazamientos		
	Excelente	Visual	u
	Muy bueno		
	Bueno		
Regular			
Malo			
Muy malo			
Fallado			

**Objetivo Específico 2:** Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en la Av. Vía de Evitamiento

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Evaluación de la severidad de las fallas	Intervalos de muestreo	Wincha, Regla y Cinta métrica	Pulg Cm u
Determinar los problemas causados por las fallas	División del tamaño y gravedad de los tipos de lesiones	Manual de daños del PCI	Pulg Cm m

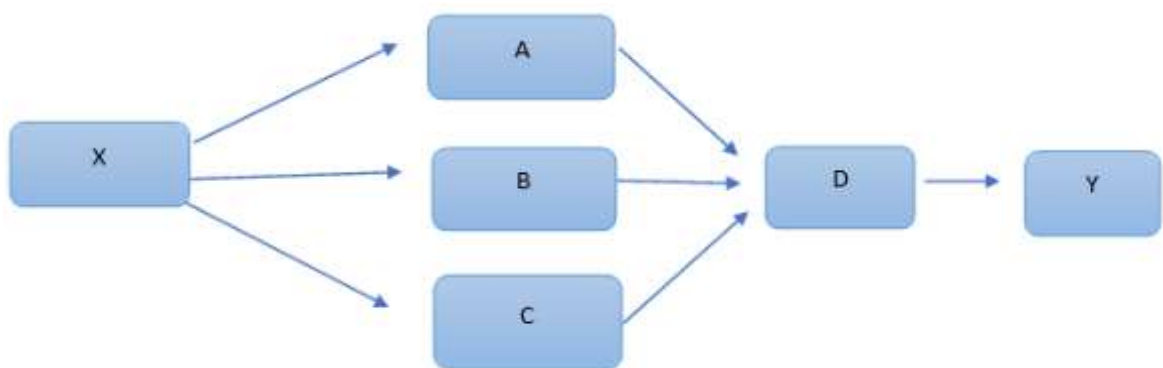
**Objetivo Específico 3:** Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Mejoramiento de la transitabilidad vial	Propuestas de mejora en la transitabilidad	Registros fotográficos o vídeos	Nominal

### 3.3. Procedimientos de la investigación

#### 3.3.1. Diseño de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el diseño analítico no experimental se caracteriza por observar los fenómenos tal como ocurren en su contexto real, sin intervenir ni manipular las variables. En este tipo de estudio, el investigador se limita a analizar las relaciones que surgen de manera natural entre los diferentes factores que componen el fenómeno de interés.



Donde:

**X:** Variable independiente (Estudios de ingeniería a través de los cuales se desarrollará el proyecto)

**A:** Cálculo del PCI

**B:** Evaluación del tipo de fallas

**C:** Estudio de tráfico

**D:** Estudios de compatibilidad para definir alternativas de solución

**Y:** Determinación de las fallas del asfalto

### **3.3.2. Objetivo específico 1: Identificar las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25**

Se llevó a cabo una inspección a lo largo de los 3.95 km de la Av. Vía de Evitamiento C1 – C25, donde se detectaron diversas fallas en la infraestructura vial. Durante esta inspección, se elaboró un inventario detallado que incluyó la ubicación de las fallas, su clasificación en estructurales o superficiales, el código asignado, su tipología y la gravedad según sus dimensiones. Estas características se evaluaron siguiendo el Catálogo de fallas en pavimento flexible del Manual de Carreteras (MC-08-14) y se registraron en un cuaderno para su posterior análisis en gabinete.

### **3.3.3. Objetivo específico 2: Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en la Av. Vía de Evitamiento**

**Trabajo de campo:** Se realizaron observaciones directas y mediciones de tráfico en horarios punta y valle. También se aplicaron encuestas a conductores y peatones, revelando que los principales problemas son el congestionamiento y la falta de señalización adecuada.

#### **Identificación de problemas:**

**Puntos críticos:** Zonas con alto congestionamiento, especialmente en intersecciones y cruces peatonales.

**Infraestructura deficiente:** Pavimento en mal estado, señalización insuficiente y paraderos informales.

**Interferencias externas:** Presencia de comercio informal, vehículos mal estacionados y obras en ejecución.

**Análisis de datos:** Los resultados evidencian que el volumen vehicular supera la capacidad de la vía en horas pico, generando tiempos de espera prolongados. Mapas y gráficos destacan los tramos más afectados.

**Documentación:** Se elaboró un informe final que detalla los problemas identificados, sus causas y su impacto en la transitabilidad, proporcionando insumos para la planificación de soluciones.

### **3.3.4. Objetivo específico 3: Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25**

**Análisis del diagnóstico previo:** Se analizaron los problemas identificados en los tramos C1-C25, priorizando las áreas con mayor congestión vehicular, pavimento deteriorado y deficiencias en la señalización.

**Propuestas de alternativas:**

- **Infraestructura vial:** Reparación integral del pavimento en los tramos más deteriorados y optimización de cruces peatonales.
- **Señalización:** Instalación y mejora de señalización horizontal y vertical, con especial énfasis en zonas de intersección.
- **Gestión del tráfico:** Sincronización de semáforos en horarios de mayor tránsito para reducir tiempos de espera.
- **Mejoras para la ciclovía existente:** Mantenimiento y ampliación de la ciclovía, asegurando su conectividad y seguridad.
- **Espacios peatonales:** Diseño de cruces peatonales seguros, mejorando la visibilidad y la accesibilidad.
- **Evaluación de viabilidad:** Las propuestas fueron evaluadas en términos técnicos y económicos, priorizando aquellas de impacto inmediato y menor costo. Se constató que las mejoras en señalización y sincronización de semáforos tienen alta efectividad en la optimización del flujo vehicular.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1. Resultados del Objetivo específico 1: Identificar las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25

Se llevó a cabo una inspección visual de los 3.95 km del tramo evaluado, identificando las fallas presentes en la infraestructura vial. Se clasificaron según el tipo (estructurales o superficiales), gravedad y dimensiones, conforme al Manual de Carreteras (MC-08-14).



**Figura 6**

*PROGRESIVA: Km 0+055*

**Denominación:** Peladura y desprendimiento

**Dimensiones:** Ancho 0.39 m, largo: 0.54 m. Comprende un área de 0.210 m<sup>2</sup>.

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

**Descripción:** Se nota un tipo de deterioro superficial, donde es evidente la pérdida total de la capa de asfalto en la carretera. La textura superficial aparece áspera y profundamente afectada por el desgaste gradual, que se acentúa con el tránsito de vehículos y las lluvias.



**Figura 7**

**PROGRESIVA:** Km 0+125

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.45m, largo 0.40m, profundidad 8cm.

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

**Descripción:** Se observa un bache en la calzada, cuya formación puede deberse al deterioro de la capa asfáltica. Inicialmente, estas fallas suelen ser pequeñas, pero con el tiempo y la influencia de factores externos, como el tránsito vehicular y la acumulación de agua, tienden a crecer hasta alcanzar el tamaño de las ruedas de los vehículos que circulan por la zona. En este caso, la acumulación de agua en el bache contribuye al aumento de sus dimensiones y al desprendimiento del material circundante.

**PROGRESIVA:** Km 0+345

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.35m, largo 0.51m, profundidad 8cm.

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

**Descripción:** Se puede apreciar un bache en la superficie de la vía, probablemente originado por el desgaste de la capa asfáltica. Aunque estas fallas suelen comenzar siendo pequeñas, factores externos como el tráfico vehicular y la acumulación de agua dentro del bache hacen que crezcan, llegando a alcanzar dimensiones comparables al tamaño de las ruedas de los vehículos. En esta sección, la presencia de agua en el bache ha acelerado su expansión y el desprendimiento del material circundante.

**PROGRESIVA:** Km 0+450

**Denominación:** Hundimiento

**Dimensiones:** Hundimiento, profundidad 6cm

**Nivel de severidad:** Hundimiento, Alto, Gravedad 3: Profundidad >4cm.

**Descripción:** Se detectaron numerosas fisuras longitudinales continuas asociadas a un hundimiento localizado, tal como se ilustra en la imagen. Además, se identificó una deformación atribuida a una deficiencia estructural (hundimiento), posiblemente originada por la baja calidad de los materiales empleados en la estructura del pavimento o por la presencia excesiva de agua en la base.



**Figura 8**

*PROGRESIVA: Km 0+550*

**Denominación:** Baches, Fisuras y Hundimiento

**Dimensiones:**

Baches (1) ancho 3.54m, largo 1.62m, profundidad 5cm. Baches (3) ancho 0.90m, largo 2.60m, profundidad 10 cm. Fisuras (2.1) largo 0.95 m.

Fisuras (2.2) largo 1.35 m.

Hundimiento (4) profundidad 7.5 cm.

**Nivel de severidad:**

Baches, Gravedad 3: Diámetro > 0.5 m.

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

Hundimiento (4) Alto, Gravedad 2: Profundidad >4cm.

**Descripción:** Se aprecia un hundimiento en el pavimento, el cual provoca que los vehículos experimenten saltos al cambiar de nivel. Este movimiento genera fatiga en la capa asfáltica, causando tensiones que resultan en fisuras (2). Con el tiempo, y debido a la exposición a diversos elementos y a las lluvias, estas fisuras se transforman en baches (1 y 3), acompañados por la desintegración y el desprendimiento del material circundante.



**Figura 9**

*PROGRESIVA: Km 1+125*

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

**Dimensiones:**

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

Desprendimiento, Calzada, ancho 4.85m, largo 15.20 m, profundidad 10 cm. Baches 1, ancho 0.75m, largo 0.80m, profundidad 10 cm.

**Nivel de severidad:**

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

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

**Descripción:** Las fallas visibles en las imágenes evidencian un notable deterioro de la capa asfáltica. Las grietas en el borde y la desintegración del material han aumentado, principalmente debido a las condiciones climáticas o a la erosión causada por la arena suelta en los bordes, lo que provoca desprendimiento y desintegración continua de la capa asfáltica. Además, los huecos en la calzada presentan un alto nivel de severidad generando una superficie de rodadura rugosa e inestable por el desprendimiento de material.



**Figura 10**

**PROGRESIVA:** Km 1+355

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.45m, largo 0.91m, profundidad 8cm.

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

**Descripción:** Se observa un bache en la superficie de la vía, posiblemente causado por el deterioro de la capa asfáltica. Estas fallas suelen iniciarse de manera pequeña, pero factores externos como el tráfico vehicular y la acumulación de agua dentro del bache contribuyen a su crecimiento, alcanzando dimensiones similares al tamaño de las ruedas de los vehículos. En esta área, la acumulación de agua ha acelerado su expansión y el desprendimiento del material que lo rodea.

**PROGRESIVA:** Km 1+455

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.25m, largo 0.31m, profundidad 5cm.

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

**Descripción:** Se aprecia un hundimiento en la superficie de la carretera, probablemente debido al desgaste de la capa de asfalto. Estas imperfecciones suelen comenzar de forma reducida, pero elementos externos como el tránsito vehicular y el agua que se acumula dentro del bache favorecen su ampliación, llegando a tener un tamaño comparable al de las ruedas de los automóviles. En esta zona, la acumulación de agua ha acelerado su expansión y ha provocado el desprendimiento del material circundante.

**PROGRESIVA:** Km 2+050

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.15m, largo 0.21m, profundidad 4 cm.

**Nivel de severidad:** Alto, Gravedad 2: Diámetro < 0.5 m.

**Descripción:** Se detecta agujeros en la superficie de la vía, posiblemente originados por el desgaste del asfalto. Estas imperfecciones suelen iniciar pequeñas, pero factores externos como el tránsito de vehículos y la acumulación de agua en el interior del bache contribuyen a su expansión, llegando a alcanzar dimensiones similares a las de las ruedas de los vehículos. En esta área, el agua acumulada ha acelerado su crecimiento y el desprendimiento del material circundante.



**Figura 11**

*PROGRESIVA: Km 2+225*

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.55 m, largo 1.11 m, profundidad 9 cm.

**Nivel de severidad:** Alto, Gravedad 2: Diámetro > 0.5 m.

**Descripción:** Se nota un bache en la superficie de la vía, probablemente causado por el deterioro del asfalto. Estas imperfecciones comienzan siendo pequeñas, pero factores externos como el tráfico y la acumulación de agua en el interior del bache favorecen su crecimiento, hasta alcanzar un tamaño comparable al de las ruedas de los vehículos. En esta zona, la acumulación de agua ha acelerado su expansión y el desprendimiento del material alrededor.



**Figura 12**

*PROGRESIVA: Km 2+555*

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.90 m, largo 1.20 m, profundidad 11 cm.

**Nivel de severidad:** Alto, Gravedad 4: Diámetro > 0.5 m.

**Descripción:** Se observa un hundimiento en la carretera, posiblemente provocado por el desgaste de la capa asfáltica. Estas fisuras suelen comenzar de forma pequeña, pero elementos como el tráfico vehicular y la acumulación de agua en el bache contribuyen a su expansión, llegando a un tamaño similar al de las ruedas de los vehículos. En este caso, el agua acumulada ha acelerado su crecimiento y ha desprendido el material que lo rodea.

**PROGRESIVA: Km 2+750**

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.30 m, largo 0.70 m, profundidad 14 cm.

**Nivel de severidad:** Alto, Gravedad 4: Diámetro > 0.5 m.

**Descripción:** Se aprecia una depresión en la carretera, probablemente causada por el deterioro del asfalto. Estas grietas suelen empezar de manera diminuta, pero factores como el paso constante de vehículos y la acumulación de agua dentro del bache favorecen su expansión, alcanzando dimensiones comparables a las de las ruedas de los automóviles. En esta situación, el agua acumulada ha acelerado su expansión y ha provocado el desprendimiento del material circundante.



**Figura 13**

*PROGRESIVA: Km 2+790*

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.40 m, largo 0.50 m, profundidad 10 cm.

**Nivel de severidad:** Alto, Gravedad 2: Diámetro < 0.5 m.

**Descripción:** Se distingue un hundimiento en la vía, posiblemente originado por el desgaste del asfalto. Estas fisuras tienden a comenzar de forma pequeña, pero factores como el tráfico continuo y la acumulación de agua en el interior del bache contribuyen a su crecimiento, llegando a tamaños similares al de las ruedas de los vehículos. En este caso, la acumulación de agua ha acelerado su expansión y ha causado el desprendimiento del material adyacente.



**Figura 14**

*PROGRESIVA: Km 2+900*

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.50 m, largo 0.55 m, profundidad 8 cm.

**Nivel de severidad:** Alto, Gravedad 4: Diámetro > 0.5 m.

**Descripción:** Se observa una depresión en la vía, probablemente causada por el deterioro del asfalto. Estas grietas suelen iniciarse de manera reducida, pero el tráfico constante y la acumulación de agua en el bache facilitan su ampliación, alcanzando dimensiones comparables a las ruedas de los vehículos. En esta ocasión, la presencia de agua ha acelerado su crecimiento y ha provocado el desprendimiento del material circundante.



**Figura 15**

*PROGRESIVA: Km 3+125*

**Denominación:** Piel de cocodrilo

**Dimensiones:** Piel de cocodrilo, ancho 3.80m, largo 4.00m

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

**Descripción:** Se observan fisuras que se extienden de forma paralela, con escasas interconexiones entre ellas. Estas grietas se manifiestan únicamente en áreas sometidas a las tensiones generadas por el tráfico, lo que indica que su aparición está relacionada con la carga repetitiva o fatiga, especialmente en las zonas correspondientes a los canales de circulación.



**Figura 16**

*PROGRESIVA: Km 3+220*

**Denominación:** Baches (Huecos).

**Dimensiones:** Ancho 0.40 m, largo 0.25 m, profundidad 6 cm.

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

**Descripción:** Se aprecia un hundimiento en la carretera, posiblemente debido al desgaste del asfalto. Estas fisuras generalmente comienzan pequeñas, pero el tráfico continuo y la acumulación de agua en el bache contribuyen a su expansión, llegando a tamaños similares al de las ruedas de los vehículos. En este caso, el agua acumulada ha acelerado su desarrollo y ha causado el desprendimiento del material que lo rodea.



**Figura 17**

*PROGRESIVA: Km 3+250*

**Denominación:** Piel de cocodrilo

**Dimensiones:** Piel de cocodrilo, ancho 1.60m, largo 2.00m

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

**Descripción:** Se identifican grietas dispuestas de manera paralela y con pocas conexiones entre sí. Estas fisuras aparecen exclusivamente en zonas sometidas a las tensiones generadas por el tráfico, lo que sugiere que están asociadas a la carga repetitiva o a la fatiga, particularmente en los sectores correspondientes a los canales de circulación.



**Figura 18**

*PROGRESIVA: Km 3+300*

**Denominación:** Piel de cocodrilo

**Dimensiones:** Piel de cocodrilo, ancho 2.10m, largo 1.90m

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

**Descripción:** Se aprecian fisuras que se desarrollan de forma paralela, con pocas conexiones entre ellas. Estas grietas solo aparecen en zonas sometidas a tensiones por el tráfico, lo que sugiere que están asociadas a la carga repetitiva o fatiga, particularmente en las áreas de los canales de circulación.

**Resultados obtenidos:** Las fallas más frecuentes incluyeron.

**Baches:** Constituyen el 50% de las fallas, caracterizados por su progresiva expansión debido al tráfico y la acumulación de agua.

**Piel de cocodrilo:** Representa el 20%, asociada a cargas repetitivas.

**Peladura y desprendimiento:** Un 10%, generalmente originados por desgaste superficial.

**Fisuras:** Con un 10%, indicativas de problemas estructurales.

**Hundimientos:** 10%, relacionados con deficiencias en la subrasante o servicios subterráneos.

Cada tipo de falla se ubicó geográficamente, detallando dimensiones y niveles de severidad.

#### **Discusión:**

La adecuada evaluación resulta en la clasificación y cuantificación de los daños, permitiendo así la probable priorización de las reparaciones. Los numerosos baches y grietas en forma de piel de cocodrilo indicaron una deficiencia en el diseño estructural y mantenimiento. Los determinantes definitivos serían factores como el clima y el tráfico pesado. Es necesario adoptar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para evitar un mayor deterioro.

#### **4.2. Resultados del Objetivo específico 2: Determinar los problemas relacionados con la transitabilidad en la Av. Vía de Evitamiento**

**Análisis de transitabilidad:** La acumulación de fallas a lo largo del tramo genera problemas significativos de transitabilidad, incluyendo:

**Disminución de la seguridad vial:** Baches y hundimientos aumentan el riesgo de accidentes debido a la inestabilidad del pavimento.

**Incremento en los costos operativos de los vehículos:** Los daños en la vía provocan mayor desgaste de los automóviles.

**Deterioro progresivo:** La falta de intervenciones adecuadas acelera el deterioro del tramo.

**Resultados representados:**

Dichos resultados se encuentran en el Anexo 6.

A partir de la gráfica, podemos extraer las siguientes conclusiones:

**Dominancia de los baches:** Los baches son el tipo de falla más frecuente en el tramo evaluado, seguido de cerca por la piel de cocodrilo.

**Variabilidad en otros tipos de fallas:** Los otros tipos de fallas (hundimiento, peladura y desprendimiento, y fisuras) presentan una frecuencia menor y más uniforme.

**Aumento significativo en el total:** Se observa un incremento considerable en la cantidad total de fallas al final del tramo, lo que sugiere una acumulación de problemas a lo largo de la vía.

La presencia de baches y piel de cocodrilo indica un posible deterioro de la mezcla asfáltica debido a factores como el tráfico, las condiciones climáticas o la calidad de los materiales utilizados. Los hundimientos pueden estar relacionados con problemas en la subrasante o con la presencia de servicios subterráneos. La peladura y el desprendimiento son síntomas de un desgaste superficial del pavimento, mientras que las fisuras pueden indicar problemas estructurales más profundos.

Se identificaron 20 fallas distribuidas en todo el tramo, con predominancia de baches y piel de cocodrilo en las áreas más críticas.

La transitabilidad es afectada principalmente en sectores con alta severidad de deterioro.

**Discusión:**

La transitabilidad de la vía está comprometida principalmente por la prevalencia de fallas severas. Estas no solo dificultan el flujo vehicular, sino que también incrementan el desgaste en los automóviles y afectan la calidad del transporte. La concentración de fallas al final del tramo indica que el deterioro se agrava progresivamente, posiblemente debido a un mayor volumen de tráfico o una menor calidad constructiva en esas áreas. Esto refuerza la necesidad de priorizar intervenciones en los tramos más críticos.

#### 4.3. Resultados del Objetivo específico 3: Plantear propuestas de alternativas para mejorar la transitabilidad de la Av. Vía de Evitamiento C1-C25

**Propuestas desarrolladas:** Las alternativas de solución se basaron en la gravedad y tipo de falla, tales como:

**Baches:** Parcheo profundo, rehabilitación o reconstrucción.

**Peladura y desprendimiento:** Tratamientos superficiales, sobre carpetas y reconstrucción.

**Hundimientos:** Fresado en frío para corregir la subestructura afectada.

**Fisuras:** Sellado preventivo para evitar la propagación del daño.

**Piel de cocodrilo:** Parcheo parcial o completo, dependiendo de la profundidad de la afectación.

**Resultados esperados:** Estas medidas no solo mejoran la transitabilidad a corto plazo, sino que también prolongan la vida útil del pavimento, optimizan recursos y contribuyen a la seguridad vial.

**Tabla 2**

*Alternativas de solución para mejorar la transitabilidad*

Progresiva	Tipo de talla	Nivel de deterioro	Alternativas de solución
Km. 0 + 055	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial- Sobrecarpeta - Reconstrucción
Km. 0 + 125	Baches	3	Parcheo profundo- Rehabilitación o reconstrucción
Km. 0 + 345	Baches	3	Parcheo profundo – Rehabilitación o reconstrucción
Km. 0 + 450	Hundimiento	3	Fresado en frío
Km. 0 + 550	Baches	3	Parcheo profundo – Rehabilitación o reconstrucción
	Fisuras	3	Sellado de fisuras
	Hundimiento	3	Fresado en frío
Km. 1 + 125	Peladura y desprendimiento	3	Tratamiento superficial – Sobrecarpeta – Reconstrucción
Km. 1 + 355	Baches	3	Parcheo profundo – Rehabilitación o reconstrucción
Km. 1 + 455	Baches	3	Parcheo profundo – Rehabilitación o reconstrucción
Km. 2 + 225	Baches	3	Parcheo profundo – Rehabilitación o reconstrucción

Km. 2 + 555	Baches	2	Parqueo profundo – Rehabilitación o reconstrucción
Km. 2 + 750	Baches	2	Parqueo profundo – Rehabilitación o reconstrucción
Km. 2 + 790	Baches	3	Parqueo profundo – Rehabilitación o reconstrucción
Km. 2 + 900	Baches	3	Parqueo profundo – Rehabilitación o reconstrucción
Km. 3 + 125	Piel de Cocodrilo	2	Reparación superficial o profunda del pavimento – rehabilitación estructural
Km. 3 + 220	Piel de Cocodrilo	3	Reparación superficial o profunda del pavimento – rehabilitación estructural
Km. 3 + 250	Piel de Cocodrilo	3	Reparación superficial o profunda del pavimento – rehabilitación estructural
Km. 3 + 300	Piel de Cocodrilo	3	Reparación superficial o profunda del pavimento – rehabilitación estructural

La tabla presentada ofrece un diagnóstico detallado del estado del pavimento a lo largo de un tramo vial específico. En ella se registran las diferentes fallas detectadas, su localización exacta (expresada en kilómetros), la severidad del daño y las posibles soluciones para cada caso.

#### **Discusión:**

Las propuestas de intervención abordan las fallas desde un enfoque integral, buscando maximizar la durabilidad del pavimento y optimizar los recursos disponibles. La prioridad debe centrarse en los tramos con mayor severidad para garantizar una mejora inmediata en la transitabilidad. Además, es crucial implementar medidas preventivas, como el sellado de fisuras, para minimizar futuros daños. Esto, combinado con un monitoreo constante, permitirá prolongar la vida útil del tramo vial y reducir costos a largo plazo.

## CONCLUSIONES

### **Contrastación de la hipótesis general**

Hipótesis planteada: El estado situacional y las fallas del asfalto de la Av. Vía de Evitamiento C1–C25 de la ciudad de Tarapoto se identifican y evalúan eficazmente mediante una inspección técnica visual y la aplicación de criterios de evaluación vial.

Contrastación a través de los resultados: A lo largo del estudio, se logró identificar, clasificar y evaluar con rigor técnico un total de 20 fallas distribuidas en 3.95 km de vía. Las metodologías utilizadas, basadas en el Manual de Carreteras (MC-08-14), permitieron analizar las fallas por tipo, severidad y ubicación. Los datos obtenidos reflejan una condición crítica del pavimento, especialmente en los tramos finales, donde se observa mayor concentración de fallas. Esta evidencia técnica permite afirmar que la hipótesis ha sido comprobada, ya que se identificó el estado de la vía de manera eficaz y precisa, lo que facilita la planificación de acciones correctivas adecuadas.

Conclusión del Objetivo General: • El tipo de falla más común en el tramo evaluado fue el bache, representando el 50% del total. Esta frecuencia tan elevada indica un desgaste severo de la capa de rodadura, asociado principalmente al tránsito vehicular constante, a la falta de mantenimiento periódico y a la acumulación de agua en la vía. La presencia reiterada de estos baches genera riesgos constantes para la seguridad vial y afecta la comodidad y funcionalidad del tránsito.

Conclusión del Objetivo Específico N.º 1: • La inspección visual del tramo de 3.95 km permitió identificar y clasificar un total de 20 fallas, siendo los baches (50%) y la piel de cocodrilo (20%) los tipos más frecuentes. Estas fallas reflejan un deterioro progresivo del pavimento debido a factores como la carga vehicular, las condiciones climáticas, y posibles deficiencias constructivas. Las fallas fueron clasificadas según su severidad y dimensiones, siguiendo los criterios del Manual de Carreteras del MTC, confirmando que gran parte del tramo presenta un estado crítico de conservación que compromete la funcionalidad de la vía.

Conclusión del Objetivo Específico N.º 2: • Las fallas detectadas generan serios problemas de transitabilidad: riesgo de accidentes viales, mayor desgaste vehicular y una experiencia de conducción deficiente. Se evidenció que la acumulación de deterioro, especialmente en los últimos kilómetros del tramo, incrementa la inseguridad vial y afecta negativamente la dinámica del transporte urbano, comprometiendo incluso la

actividad económica local. La alta severidad de las fallas convierte a esta vía en una infraestructura deficiente y riesgosa.

Conclusión del Objetivo Específico N.º 3: • Las soluciones propuestas se enfocan en la reparación estructural y superficial, priorizando técnicas como parcheo profundo, fresado en frío, sobrecarpeta y reconstrucción, dependiendo del tipo y gravedad de la falla. Estas medidas están alineadas con estándares técnicos y buscan garantizar la durabilidad de la vía, reducir los riesgos viales y mejorar la transitabilidad. La implementación adecuada de estas soluciones permitirá extender la vida útil del pavimento y optimizar el uso de los recursos públicos.

## RECOMENDACIONES

Basado en los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas, se hacen las siguientes recomendaciones:

Las autoridades competentes, en coordinación con los gobiernos locales y las partes interesadas involucradas en la infraestructura urbana, deberán desarrollar y diseñar un plan estratégico integral para mejorar la transitabilidad vial en la Av. Vía de Evitamiento. Basándose en el diagnóstico técnico realizado, se priorizarán las áreas con mayor concentración de fallas y se considerarán soluciones específicas para cada tipo de deterioro que deba mitigarse.

Es esencial que el municipio y las entidades responsables cuiden mejor las vías y prevengan que el deterioro continúe progresando sin control. Implementar un mecanismo constante de monitoreo del estado del asfalto, usando tanto inspecciones visuales simples como herramientas modernas, como la georreferenciación, permitirá mantener un registro organizado y actualizado de los daños progresivos, lo cual ayudará a realizar acciones urgentes antes de que las fallas se agraven. Esta acción no es solo otro gasto; es una inversión para mantenerse activo y proteger la infraestructura y sus usuarios diarios.

Dado que las fallas identificadas representan un auténtico riesgo para la seguridad vial, es urgente actuar de inmediato en los principales puntos críticos de la sección. Las autoridades deberán desarrollar un plan de mantenimiento periódico, enfocándose en acciones preventivas, así como en actuar urgentemente en los sectores con más daño significativo. Además, es una oportunidad para informar y guiar a residentes y conductores sobre las posibles rutas alternativas para evitar las secciones dañadas; significa no solo mejorar la circulación sino también la confianza pública en la gestión pública.

Las soluciones técnicas propuestas, que implican la rehabilitación del método, deberán aplicarse de manera sistemática y progresiva, comenzando por las áreas con fallas más severas o frecuentes. Está claro que no basta con hacer la reparación, debe ser de calidad; la supervisión técnica sobre los materiales utilizados y la ejecución del trabajo debe ser constante. Finalmente, es vital que todas estas actividades estén enmarcadas bajo un Plan Integral de Mantenimiento Vial. No solo debe considerar el corto plazo, sino también la sostenibilidad en el futuro, con la participación activa de la comunidad vislumbrada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Mundial de la Carretera (PIARC). (2019). Manual de Evaluación de la Transitabilidad en Carreteras Rurales. <https://www.piarc.org/en/order-library/32422-en-Manual%20of%20Rural%20Road%20Accessibility%20Assessment.htm>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2022). Informe de Evaluación de Carreteras Rurales en la Región de San Martín.
- Gutiérrez, J., & Sánchez, L. (2018). "Impacto de la Infraestructura Vial en el Desarrollo Regional: Estudio de Caso en Zonas Rurales". *Revista de Ingeniería y Desarrollo*, 26(1), 45-58.
- Smith, T. (2020). "Evaluación de la Transitabilidad en Carreteras en Regiones Tropicales: Retos y Perspectivas". *Revista de Ingeniería Vial*, 15(3), 112-125.
- García, M., & Pérez, A. (2017). "Evaluación de la infraestructura vial en zonas rurales: un enfoque sostenible". *Revista de Ingeniería y Transporte*, 10(2), 78-89.
- Organización de las Naciones Unidas. (2021). Guía para la evaluación de la transitabilidad en áreas remotas: mejorando el acceso a través de la infraestructura vial. ONU Publicaciones.
- Rodríguez, C., & López, J. (2019). "Análisis comparativo de métodos de evaluación de carreteras rurales en entornos tropicales". *Revista de Ingeniería Civil*, 5(1), 30-45.
- Banco Mundial. (2020). Evaluación de la infraestructura vial en América Latina: informe de desarrollo regional. Banco Mundial.
- Hernández, L., & Díaz, M. (2022). "Herramientas de evaluación de riesgos para la transitabilidad en zonas geográficas de difícil acceso". *Revista de Ingeniería Civil*, 15(1), 89-104.
- Departamento de Infraestructura Vial de San Martín. (2023). "Informe anual sobre el estado de la red vial en la región de Shapaja - La Unión".
- García, P., & Martínez, E. (2019). "Evaluación de la infraestructura vial y su impacto socioeconómico en áreas rurales: estudio de caso en San Martín". *Revista de Desarrollo Regional*, 7(2), 45-60.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). "Guía práctica para la evaluación de la transitabilidad en áreas rurales: enfoque en la seguridad alimentaria". FAO Publicaciones.
- MANUAL de Carreteras: diseño geométrico. Lima: Dirección General de caminos y ferrocarriles, 2018. 283pp.
- LA REPÚBLICA [en línea]. Trujillo. Enero 2016 [fecha de consulta: 20 de septiembre del

- 2018]. Disponible en <https://larepublica.pe/sociedad/907616-detectan-ochenta-puntos-criticos-de-congestión-vehicular-en-Trujillo>
- RAMOS, Elvis y ROMERO, Julio. Diseño geométrico del camino vecinal a nivel de afirmado y sus obras de arte para optimizar la transitabilidad entre los caseríos Sinaí - Cruce Hualango, distrito de Cumba, Utcubamba, Amazonas, en el año 2015. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Cesar Vallejo, 2017.
- GESTIÓN [en línea]. Trujillo: ETNA, 2016 [fecha de consulta: 02 de octubre del 2018].
- THOMSON, Iberito. La congestión del tránsito urbano: Causas y consecuencias económicas sociales. CEPAL, 2002. Recuperado el 26 de abril de 2014.
- INEI – Construcción de indicadores demográficos a partir de Censos y Encuestas. STPV. Perú, 2017.
- GUAMÁN, Ezequiel. Diagnóstico del problema de congestión vehicular en el intercambiador Fernández Salvador: Intersección Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador y calle Melchor de Valdez. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016.
- VÁSQUEZ, César. El desconocimiento de las normas de tránsito incrementa los índices de accidentalidad en la ciudad de Ibarra. Tesis (Título de Abogado). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2014.
- CASTILLO, Diana, HERRERA, Rafael y MUÑOZ, Joao. Análisis de los factores que inciden en los accidentes de tránsito del servicio de transportación pública Interprovincial en el Ecuador. Tesis (Ingeniero en Gestión Empresarial). Quito: Universidad de Guayaquil, 2013.
- CHANCÍ, Vanessa. Análisis del comportamiento peatonal de los usuarios en Medellín con relación al uso de las cebras, los semáforos y los puentes peatonales 2011-2012. Tesis (Título en Gestión Pública). Medellín: Universidad de Medellín, 2012.
- RODRIGO, Cesar. Diseño de paso a desnivel para mejorar la transitabilidad en las intersecciones av. Felipe Santiago Salaverry y José Leonardo Ortiz Chiclayo– 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Privada Cesar Vallejo, 2018.
- ROJAS, Faustino. Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Patonal de la Av. César Vallejo, Tramo cruce con la Av. Separadora Industrial hasta el cruce con Cementerio, en el Distrito de Villa El Salvador, Provincia de Lima, Departamento de Lima. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2017.
- BAYONA, Benjamín y MÁRQUEZ, Teodoro. La congestión vehicular en la ciudad de Piura. Tesis (Economista). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2015.

- ANGASPILCO, Roberto. Nivel de serviciabilidad en las avenidas; Atahualpa, Juan XXIII, Independencia, De los Héroes y San Martín de la ciudad de Cajamarca. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.
- MANAYAY, Lenin y MUDARRA, Robert. Estudio de transitabilidad vial en la avenida aeropuerto distrito de huanchaco, Trujillo - La Libertad, aplicando la metodología AASHTO 93. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2018.
- LECCA, Carmen. La rehabilitación de la carretera, tramo: puente Pallar – el Molino; y su impacto social y económico en la provincia Sánchez Carrión 2013. Tesis (Título en Administración). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2014.
- CARRASCO, Segundo. Análisis de la aplicación de nuevas tecnologías en la seguridad vial en la Avenida Ruiseñores en el distrito de Santa Anita – 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada Cesar Vallejo, 2018.
- MANAYAY, Lenin y MUDARRA, Robert. Estudio de transitabilidad vial en la avenida aeropuerto distrito de huanchaco, Trujillo - La Libertad, aplicando la metodología AASHTO 93. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2018.
- COTAZO, N.X.R., CORTÉS, B.B., BRAVO, E.C. y QUIÑÓNEZ, A.O., 2020. Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 30, no. 2, ISSN 1909-7735. DOI 10.18359/rcin.4385.
- GALEANA PÉREZ, V.M., CHÁVEZ ALEGRÍA, O., MEDELLÍN AGUILAR, G. y ZAMORA CASTRO, S.A., 2022. Medición de asentamientos en pavimentos dañados por subsidencia usando ortomosaicos y MDE mediante GPS y VANT. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. 24, no. 2, ISSN 25940732, 14057743. DOI 10.22201/fi.25940732e.2023.24.2.010.
- RAMÍREZ MEDINA, D.A., VALENZUELA ROBLES, L.S., RAMÍREZ MEDINA, D.A. y VALENZUELA ROBLES, L.S., 2023. Plan de mantenimiento periódico del pavimento en el tramo Paradero Las Retamas - Puente Los Ángeles. *Infraestructura Vial*, vol. 25, no. 44, ISSN 2215-3705. DOI 10.15517/iv.v25i44.51309.
- VÁSQUEZ-VARELA, L.R., GARCÍA-OROZCO, F.J., VÁSQUEZ-VARELA, L.R. y GARCÍA-OROZCO, F.J., 2021. An overview of asphalt pavement design for streets and roads. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, no. 98, ISSN 0120-6230. DOI 10.17533/udea.redin.20200367.

- FAN, Yulou et al., 2024. Failure modes of asphalt pavement with top-down cracks based on measured aging gradients in field cores. *Construction and Building Materials*. Vol. 438, p. 137050. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2024.137050.
- LI, Jiashu et al., 2025. Evaluation on tensile and shear failure characteristics and mechanisms of cement-asphalt interface in semi-flexible paving materials (SFPM) using innovative interface measurement approaches. *Measurement*. Vol. 256, p. 118299. DOI 10.1016/j.measurement.2025.118299.

**ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN	METODOLOGÍA
			VARIABLES E INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
¿De qué manera se determinará las fallas del asfalto de la Av. Vía de Evitamiento?	<p><b>Objetivo General</b> Identificar y evaluar el estado situacional y las fallas en el asfalto de la Av. Vía de Evitamiento C1 - C25 de la ciudad de Tarapoto</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar el índice del Daño del pavimento en la Av. Vía de Evitamiento.</li> <li>- Evaluar y determinar el tipo de fallas o patologías que tiene la vía del pavimento flexible de la Av. Vía de Evitamiento.</li> <li>- Estudio y conteo de volumen de vehículos y su clasificación</li> </ul>	<p><b>Hipótesis Teórica</b> Las fallas del asfalto se podrán determinar al realizar una serie de estudios realizados en el laboratorio de ingeniería, recolectando datos e información que nos brinden los conocimientos necesarios para desarrollar este proyecto de investigación.</p> <p><b>Hipótesis Práctica</b> La determinación de las fallas del asfalto determinará la deficiencia que tienen las personas de la ciudad de Tarapoto al momento de transportarse por las calles de la Av. Vía de Evitamiento.</p>	<p>Para demostrar y comprobar las hipótesis formuladas, la operacionalizamos, determinando las variables e indicadores que a continuación se mencionan:</p> <p><b>Variable Independiente</b> Estudios de Ingeniería a través de los cuales se desarrollará el siguiente proyecto de investigación.</p> <p><b>Indicadores</b> Determinar el tipo de fallas a través de los estudios requeridos</p> <p><b>Variable Dependiente</b> Determinación de las fallas en el asfalto de la Av. Vía de Evitamiento.</p> <p><b>Indicadores</b> Cálculo del PCI Demanda de vehículos</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> De acuerdo al tipo de Investigación que estamos llevando a cabo para dicho proyecto, lo cual reúne información tanto para el estudio de condiciones meteorológicas, es una Investigación aplicada puesto que se realizarán pruebas de laboratorio para tener los resultados requeridos de acuerdo a ello determinaremos las fallas existentes en el asfalto de la Av. Aviación.</p> <p><b>Nivel de investigación</b> Según el tipo de Investigación, es aplicativo y descriptivo nivel básico.</p> <p><b>Población</b> Considerando una perspectiva estadística de la población para el estudio a realizarse se puede entender que está dentro de una población finita, ya que se identifican que las unidades de análisis será la Av, Vía de Evitamiento C1 - C25.</p> <p><b>Muestra</b> La Av. Vía de Evitamiento C1 - C25, distrito de Tarapoto, provincia de San Martín, departamento de San Martín.</p> <p><b>Diseño de la investigación</b> De acuerdo al tipo de Investigación que estamos llevando a cabo para dicho proyecto, lo cual reúne información tanto para el estudio de condiciones meteorológicas, es una Investigación aplicada puesto que se realizarán pruebas de laboratorio para tener los resultados requeridos de acuerdo a ello determinaremos las fallas existentes en el asfalto de la Av. Vía de Evitamiento C1 - C25.</p>

## Anexo 2: Permiso para trabajo de tesis



**mpsm**  
TARAPOTO

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL  
DE SAN MARTÍN



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Tarapoto, 04 de setiembre del 2025

**CARTA N° // 5 -2025-OP-GA-MPSM.**

Señores:  
-Humberto H. PINEDO HONORARIO  
-César H. VALLEJOS ORBE  
Estudiantes de la Universidad Nacional de San Martín  
Ciudad.-

**ASUNTO** : Permiso para trabajo de tesis  
**Ref.** : Solicitud presentada

Grato es dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y conforme al documento de la referencia, comunicarles que se le **concede facilidades para realizar trabajo de tesis titulada: "Determinación de las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C/1 en la ciudad de Tarapoto"**; que les permitirá obtener título profesional en Ingeniería Civil, para acceder a dicho trabajo deberá coordinar con el Ing. Félix Víctor CABRERA REYES, Gerente de Infraestructura de esta municipalidad.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE  
SAN MARTÍN - TARAPOTO

**Ing. Micaela Chávez Villalobos**  
JEFE DE LA OFICINA DE PERSONAL

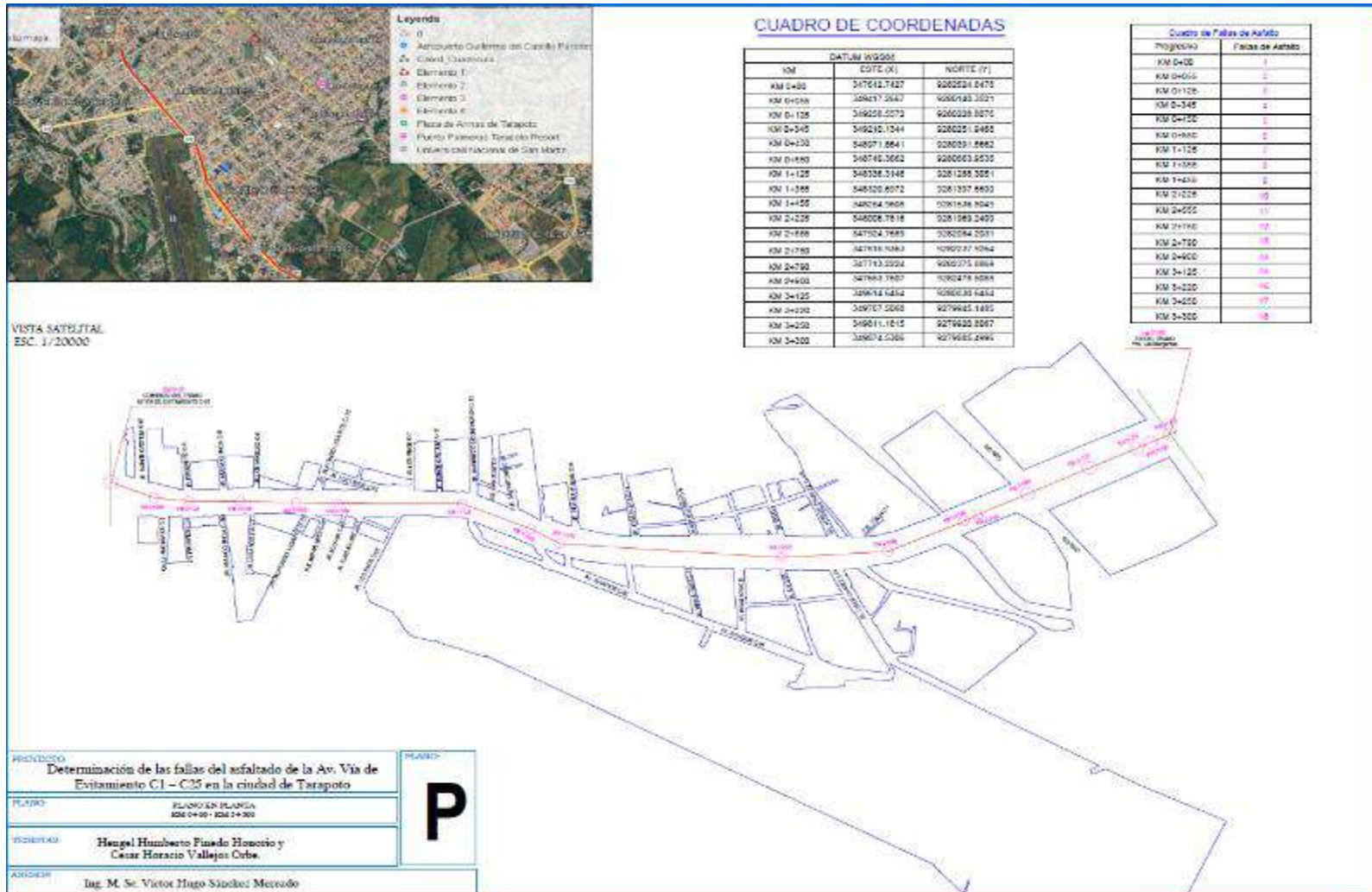


TARAPOTO

MCHV/OP-MPSM  
IJA/Sec.  
C.C.  
Archivo.

Jr. Gregoria Delgado N° 260 - Tarapoto  
[www.mpsm.gob.pe](http://www.mpsm.gob.pe) [mps@mps.gov.pe](mailto:mps@mps.gov.pe)

Anexo 3: Delimitación de tramo de estudio



## Anexo 4: Deterioro o fallas de las carreteras

**Tabla 3**

*Deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas*

<b>Codigo daño</b>	<b>Deterioros y/o fallas</b>	<b>Gravedad</b>
1	Deformación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Huellas/ hundimiento más sensible al usuario, pero &lt; 5cm.</li> <li>2. Huellas/hundimiento entre 5 cm y 10 cm.</li> <li>3. Huellas/hundimiento <math>\geq</math> 10 cm.</li> </ol>
2	Erosión	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sensible al usuario, pero profundidad &lt; 5cm.</li> <li>2. Profundidad entre 5cm y 10 cm</li> </ol>
3	Baches	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pueden repararse por conservación rutinaria.</li> <li>2. Se necesita una capa de material adicional.</li> <li>3. Se necesita reconstrucción.</li> </ol>
4	Encalaminado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sensibilidad al usuario, pero profundidad &lt; 5cm.</li> <li>2. Profundidad entre 5cm y 10 cm</li> <li>3: Profundidad <math>\geq</math> 10 cm.</li> </ol>
5 y 6	Lodazal y cruce de agua	Transitabilidad baja en épocas de lluvia, no se definen los niveles de gravedad.

## Anexo 5: Niveles de severidad en las carreteras

**Tabla 4**

*Clase de extensión de los deterioros/fallas de las carreteras no pavimentadas*

Clase	Descripción	Criterio (% del área selección evaluada)
1	Leve	<10%
2	Moderado	Entre 10 y 30
3	Severo	>30%

Fuente: (MTC, 2018)

**Tabla 5**

*Clase de densidad de baches de pavimentos flexibles*

Clase	Descripción	Criterio (% del área selección evaluada)
1	Leve	Menor a 10
2	Moderado	Entre 10 y 20
3	Severo	Mayor a 20

Fuente: (MTC, 2018)

**Tabla 6**

*Calificación de condición*

CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN=	500 – SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN
CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN=	

Fuente: (MTC, 2018)

**Tabla 7**

*Tipos de Condición según la calificación de condición*

Bueno	> 400
Regular	> 150 y ≥ 400
Malo	≥ 150

## Anexo 6: Resultados representados

**Tabla 8**

*Resumen de las fallas encontradas por cada progresiva intervenida*

<b>Progresiva</b>	<b>Tipo de falla</b>	<b>Cantidad</b>
Km. 0 + 055	Peladura y desprendimiento	1.00
Km. 0 + 125	Baches	1.00
Km. 0 + 345	Baches	1.00
Km. 0 + 450	Hundimiento	1.00
Km. 0 + 550	Baches	1.00
	Fisuras	2.00
	Hundimiento	1.00
Km. 1 + 125	Peladura y desprendimiento	1.00
Km. 1 + 355	Baches	1.00
Km. 1 + 455	Baches	1.00
Km. 2 + 225	Baches	1.00
Km. 2 + 555	Baches	1.00
Km. 2 + 750	Baches	1.00
Km. 2 + 790	Baches	1.00
Km. 2 + 900	Baches	1.00
Km. 3 + 125	Piel de Cocodrilo	1.00
Km. 3 + 220	Piel de Cocodrilo	1.00
Km. 3 + 250	Piel de Cocodrilo	1.00
Km. 3 + 300	Piel de Cocodrilo	1.00
	Número total de fallas	20.00

**Tabla 9**

*Resumen de las fallas encontradas en el tramo de ejecución*

<b>N°</b>	<b>TIPO DE FALLAS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
1	Baches	10	50.00%
2	Hundimiento	2	10.00%
3	Peladura y desprendimiento	2	10.00%
4	Piel de cocodrilo	4	20.00%
5	Fisuras	2	10.00%
	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 19**

Fallas predominantes en el tramo Av. Via de Evitamiento C1-C25

# CESAR VALLEJOS ORBE

## Determinación de las fallas del asfaltado de la Av. Vía de Evitamiento C1 - C25 en la ciudad de Tarapoto

 Tesis Repositorio

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

tm:oid::3117:552444481

Fecha de entrega

3 feb 2026, 9:30 GMT-5

Fecha de descarga

3 feb 2026, 9:42 GMT-5

Nombre del archivo

TESIS\_HENGEL PINEDO Y CESAR VALLEJOS\_11.01.2026\_.pdf

Tamaño del archivo

1,7 MB

63 páginas

12.359 palabras

74.897 caracteres

## 22% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Exclusiones

- ▶ N.º de fuente excluida

### Fuentes principales

- 20%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 13%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.