Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Evaluación del estado funcional del pavimento flexible mediante la metodología PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay, 2025

Tesis
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autora
Katherine Margot Cipriano Cerna

Asesor
Ing. Damner **Armando** Medina Zavaleta



Huacho – Perú
2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	**DNI**	**FECHA DE SUSTENTACIÓN**
Katherine Margot Cipriano Cerna	71530880	27 de octubre del 2026
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Medina Zavaleta, Damner Armando	10798322	https://orcid.org/0000-0002-7269-0253
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	**DNI**	**CODIGO ORCID**
Bautista Loyola, Francisco	15744389	https://orcid.org/0000-0001-8064-6941
Andrade Flores, Eugenio Evaristo	15648560	https://orcid.org/0000-0003-0658-6674
Goñy Ameri, Carlos Francisco	15726541	https://orcid.org/0000-0001-5994-6712

2026-087930_KATHERINE MARGOT CIPRIANO CER...

EVALUACIÓN DEL ESTADO FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGÍA PCI EN LA AV. SAN ...

UNIDAD DE INVESTIGACION JUNIO 2026 FIC

UNIDAD DE INVESTIGACION JUNIO 2026

Facultad de Ingeniería Civil

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3674455588

Fecha de entrega
9 oct 2026, 4:50 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
9 oct 2026, 5:00 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
TESIS_CIPRIANO_CERNA_KATHERINE_1.docx

Tamaño del archivo
16.2 MB

98 páginas

13.469 palabras

76.137 caracteres

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

19% Fuentes de Internet
3% Publicaciones
14% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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.

DEDICATORIA

Con profundo cariño a mis padres, por su cariño incondicional, esfuerzo y apoyo continuo, quienes me dan su ejemplo de seguir adelante ante cualquier dificultad y alcanzar cada una de mis metas. A todos aquellos que formaron parte de este proceso importante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi gratitud a mis padres por acompañarme en cada momento de mi vida y creer en mí.

Mi reconocimiento a los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes a través de su guía y amplia experiencia contribuyeron activamente en mi instrucción universitaria y profesional.

A las personas que formaron parte de este proceso tan importante y cada consejo y apoyo siendo valioso para alcanzar este logro.

ÌNDICE

DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTO vi
RESUMEN ix
ABSTRACT x
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1 Descripción de la realidad problemática. 2
1.2 Formulación del problema 5
1.2.1. Problema general. 5
1.2.2. Problemas específicos 5
1.3 Objetivos de la investigación. 5
1.3.1. Objetivo general. 5
1.3.2. Objetivos específicos 5
1.4 Justificación de la investigación. 6
1.5 Delimitaciones del estudio. 7
1.6 Viabilidad del estudio. 8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO 9
2.1 Antecedentes de la investigación. 9
2.1.1. Investigaciones internacionales. 9
2.1.2. Investigaciones nacionales. 11
2.2 Bases teóricas. 13
2.3 Definiciones de términos básicos. 38
2.4 Hipótesis de investigación 39
2.4.1. Hipótesis general 39

2.4.2. Hipótesis específicas 39

2.5 Operacionalización de las variables 40

CAPITULO III. METODOLOGÍA. 42
3.1. Diseño metodológico. 42

3.2. Población y muestra. 42

3.2.1. Población. 42

3.2.2. Muestra. 42

3.3. Técnicas de recolección de datos. 47

3.4. Técnicas para el procedimiento de la información. 47

CAPITULO IV. RESULTADOS 51
4.1. Análisis de resultados 51

4.2. Contrastación de hipótesis 64

CAPITULO V. DISCUSIÓN 69
5.1. Discusión de resultados 69

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 71
6.1. Conclusiones 71

6.2. Recomendaciones 71

CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 72

RESUMEN

Esta investigación se representa por evaluar las fallas estructurales de la carpeta asfaltada de la vía de estudio de 16000 metros, en este caso es la Avenida San Martín, Peralvillo, perteneciente al distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima, conociendo su situación a través del método del PCI. La estrategia metodológica en el cual se encuentra el trabajo es descriptiva; empleándose el método de la observación y ayuda del software EvalPav para su recopilación de información. Se utilizó Excel para la creación de gráficos y registro de los datos, el software EvalPav se utilizó para los resultados ya procesados.

El método del PCI tiene como finalidad evaluar el hormigón asfaltado en la Avenida San Martin, ubicada en el distrito de Chancay, provincia de Huaral, utilizando 11 unidades de muestreo. Se identificaron 11 tipos de fallas de los 19 ya establecidos en la Guía del PCI, insertando particularmente, las grietas en forma de piel de cocodrilo, las grietas en bloques, los abultamientos y las hendiduras, las grietas en los bordes, las grietas longitudinales y transversales, las reparaciones, el pulimiento de agregados, huecos. Desplazamiento y desprendimiento de agregados. Como conclusión la muestra tiene un PCI de 44, según clasificación regular en un estado BUENO un 27.27% de las veces, REGULAR también el 27.27% de las veces, POBRE el 36.36% de las veces y MUY POBRE el 9.09%. A través de los antecedentes de esta investigación, se logra interpretar que el enfoque del PCI es confiable y el necesario mantenimiento y mejoramiento de la zona de estudio.

Palabras clave: Ìndice de Condición del Pavimento, Pavimento Flexible, Mantenimiento Vial, Carpeta Asfáltica.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the structural defects in the asphalt pavement of the 16,000-meter-long road under study, specifically San Martín Avenue in Peralvillo, located in the district of Chancay, province of Huaral, department of Lima, using the PCI method to assess its condition. The methodological approach of this study is descriptive; it employs observation and utilizes the EvalPav software for data collection. Excel was used to create graphs and record data, while the EvalPav software was used to process the results.

The purpose of the PCI method is to evaluate the asphalt concrete on San Martin Avenue, located in the district of Chancay, province of Huaral, using 11 sampling units. Eleven types of defects were identified out of the 19 established in the PCI Guide, including alligator cracking, block cracking, bulges and depressions, edge cracking, longitudinal and transverse cracks, patching, aggregate polishing, and potholes. Displacement and detachment of aggregates.

In conclusion, the sample has a PCI of 44, with a rating of GOOD 27.27% of the time, FAIR 27.27% of the time, POOR 36.36% of the time, and VERY POOR 9.09% of the time. Based on the findings of this study, it can be concluded that the PCI approach is reliable and that maintenance and improvement of the study area are necessary.

Keywords: Pavement Condition Index, flexible pavement, road maintenance, asphalt pavement.

INTRODUCCIÓN

En el distrito de Chancay, específicamente en la avenida San Martín es de utilidad por ser la principal vía de tránsito hacia el mega puerto de Chancay siendo este uno de los principales sectores de comercio y residenciales, para los vehículos de carga que se dirigen hacia esta área portuaria. Esta avenida ha presentado un deterioro progresivo es su superficie asfáltica pudiendo identificar varias fallas siendo útil este método de PCI,

Este problema no solo ha ocasionado incomodidades en la población que necesita transportarse día a día con un horario establecido, así sea por trabajo, instituciones educativas o manera turística sino también ha vehículos de carga pesada dirigiéndose a este megaproyecto que ocasiona esta mala conservación provocando inestabilidad, sin embargo, aún no reciben un mantenimiento vial adecuado.

Este estudio abarca la evaluación de pavimentos flexibles mediante el método PCI, identificar los deterioros y severidad que se encuentra en esta carretera, procesando su información mediante la metodología establecida por la norma ASTM D6433.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

En la vida cotidiana, la mayoría de personas no se detiene a reflexionar sobre la importancia del pavimento flexible sobre el que transita a diario. Sin embargo, la situación repercute directamente en la calidad de vida de la población al influir en el tiempo dedicado a el tiempo de desplazamiento, el gasto de combustible, el deterioro de los vehículos y la seguridad de los peatones. Un pavimento deteriorado no solo representa una incomodidad, sino también una pérdida económica y social significativa. Por ello, contar con herramientas técnicas que permitan evaluar su estado funcional resulta esencial para planificar una infraestructura vial segura y sostenible. En este contexto, la metodología Pavement Condition Index (PCI) se ha posicionado como una de las más renombradas a nivel mundial para medir el estado superficial de los pavimentos mediante una escala del 0 al 100, donde valores altos indican buena condición y valores inferiores a 40 reflejan deterioro severo.

A nivel internacional, el problema del deterioro de los pavimentos persiste incluso en países con alto desarrollo. En Estados Unidos, la American Society of Civil Engineers (ASCE, 2021) informó que el 43 % de las calles urbanas presentan un PCI menor a 60, lo que genera pérdidas anuales superiores a 1 300 dólares por conductor debido a daños vehiculares y congestión. Ante ello, la aplicación del PCI se ha vuelto un instrumento clave para priorizar el mantenimiento y orientar las inversiones viales de manera eficiente.

La situación es más crítica en toda marica latina debido a la limitada planificación y escaso mantenimiento preventivo. Según datos del Banco de Desarrollo de América Latina-CAF (2020*)*, el 60 % de las vías urbanas presenta un PCI inferior a 50, es decir, se encuentran en condición “mala” o “muy mala”. Esto eleva los costos del transporte

público y privado, limita la competitividad y acelera la degradación urbana. Sin embargo, algunos países han demostrado avances: Medellín (Colombia) logró mejorar su PCI promedio de 45 a 68 entre 2016 y 2020 gracias a la aplicación sistemática del método PCI, evidenciando su utilidad como herramienta técnica de gestión vial.

En el Perú, el estado de la infraestructura vial urbana refleja deficiencias similares. El rápido crecimiento de las ciudades no ha sido acompañado por estrategias sostenidas de conservación. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2022), más del 52 % de las vías urbanas tiene un PCI menor a 55, clasificándose como “regulares” o “malas”. En Lima Metropolitana, la Defensoría del Pueblo (2021) registró más de 24 000 reportes ciudadanos sobre baches, hundimientos y fisuras. Estas deficiencias no solo generan demoras y sobrecostos, sino también incrementan el riesgo de accidentes. A pesar de que el método PCI cuenta con reconocimiento internacional, su aplicación en los gobiernos locales peruanos sigue siendo limitada, debido a la falta de personal especializado y a la ausencia de diagnósticos técnicos previos a la ejecución de obras.

Dentro de este contexto nacional, la problemática adquiere especial relevancia en la provincia de Huaral, donde se desarrolla el mega puerto de Chancay, un proyecto de infraestructura de más de 3 500 millones de dólares que convertirá al Perú en un eje logístico del comercio entre Sudamérica y Asia (Cosco Shipping Ports, 2023). Este megaproyecto está generando un aumento progresivo del tránsito pesado en las zonas urbanas aledañas, especialmente en las vías de acceso hacia Peralvillo y la Panamericana Norte. Sin embargo, muchas de estas vías no fueron diseñadas para soportar cargas dinámicas elevadas, por lo que su deterioro se ha acelerado visiblemente.

En el centro poblado de Peralvillo**,** la Avenida San Martín constituye una arteria fundamental de conexión entre sectores residenciales, comerciales y agrícolas, además

de servir como vía de tránsito para vehículos de carga que se dirigen hacia el área portuaria. En los últimos años, esta avenida ha presentado un deterioro progresivo de su superficie asfáltica, con presencia de baches, fisuras, deformaciones y parches irregulares. Observaciones de campo indican que su PCI se ubicaría por debajo de 50, es decir, en condición "mala". Esta situación afecta la movilidad local, aumenta los costos de transporte y reduce la seguridad vial, especialmente en condiciones de gran volumen de tránsito.

El Plan de Desarrollo Urbano del distrito de Chancay (2023**)** señala que las deficiencias viales responden, en gran medida, a la falta de diagnósticos técnicos actualizados y a la ejecución de obras sin criterios de priorización. Esta práctica genera un ciclo de deterioro continuo: las vías no se intervienen a tiempo, se agravan los daños, y cuando finalmente se rehabilitan, los costos son mucho más elevados. En un contexto de transformación urbana impulsado por el mega puerto, esta carencia de planificación técnica se convierte en un riesgo para la movilidad, la competitividad y la sostenibilidad del distrito.

Por lo tanto, se adopta la evaluación del estado funcional del pavimento flexible mediante la metodología de Pavement Condition Index en la Avenida San Martín, Peralvillo, distrito de Chancay resulta de vital importancia. Este estudio permitirá diagnosticar con precisión el nivel de deterioro existente, generar una base técnica para la toma de decisiones, y establecer criterios de priorización para futuros programas de mantenimiento y rehabilitación. De esta manera, se promoverá una gestión vial eficiente, transparente y basada en evidencias, que responda a las nuevas exigencias del desarrollo logístico del mega puerto y promueve la seguridad, el confort y buena calidad de vida de los pobladores del distrito de Chancay.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el estado funcional actual del pavimento flexible de la Avenida San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay, aplicando la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI)?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál es la condición del pavimento en que se encuentra el estado de conservación en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay, 2025?

¿Cuáles son los tipos de fallas del pavimento flexible mediante el método del PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay, 2025?

¿Cuáles son las alternativas de mantenimiento mediante el método del PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay, 2025?

¿Cuáles son los valores del índice PCI obtenidos en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay, 2025?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el estado funcional actual del pavimento flexible de la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay aplicando la metodología del Índice de Condición del Pavimento.

1.3.2. Objetivos específicos

Identificar la condición del pavimento en que se encuentra el estado de conservación Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025.

Determinar los tipos de fallas del pavimento flexible mediante el método del PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025.

Identificar alternativas de mantenimiento mediante el método del PCI en la Av. San

Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay -2025.

Comparar los valores del índice PCI obtenidos en Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1. Justificación Metodológica.

El enfoque metodológico es cuantitativo, descriptivo y comparativo, dado que la investigación se orienta a obtener mediciones numéricas del deterioro del pavimento, describir sus características y comparar los valores obtenidos en distintos tramos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). La aplicación del método PCI se justifica porque su uso permite obtener un diagnóstico técnico preciso, sistemático y replicable, adecuado para la planificación y gestión del mantenimiento vial.

1.4.2. Justificación Práctica.

Este estudio tiene una justificación práctica encaminada a la optimización de la gestión del mantenimiento vial en la Avenida San Martín, Peralvillo, distrito de Chancay, a través de la aplicación del método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Este método proporciona información técnica y cuantitativa sobre el nivel de deterioro del pavimento, permitiendo establecer prioridades de intervención y seleccionar estrategias adecuadas de mantenimiento o rehabilitación (Shahin, 2005).

1.4.3. Justificación Teórica.

El método PCI se basa en un modelo de degradación progresiva del pavimento que asocia la aparición de fallas con la pérdida de capacidad estructural y funcional del mismo (ASTM, 2018). Este enfoque teórico es esencial para determinar las causas del deterioro, clasificar las fallas y definir estrategias de intervención adecuadas, tal como lo señalan Hernández y Rojas (2020) en sus estudios sobre evaluación de pavimentos urbanos en zonas costeras del Perú.

1.5 Delimitaciones del estudio.

1.5.1. Delimitación espacial.

El proyecto fue ejecutado en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025, departamento de Lima.

Altitud de 5 msnm. - 20 msnm.

Longitud: 1600 metros.

Ancho de calzada: 6.00 metros.

Doble sentido sin separador

Figura 1

Cartografía Nacional **Cartografía Regional** **Cartografía Distrital**



1.5.2. Delimitación temporal.

La ejecución del presente estudio se llevó a cabo en un lapso de 120 días calendario, abarcando desde noviembre de 2025 hasta marzo de 2026 para el desarrollo integral del proyecto.

1.5.3. Delimitación social.

El estudio considero tanto a los operadores del transporte público como a los residentes de los sectores aledaños que emplean dicho servicio de manera cotidiana.

1.6 Viabilidad del estudio.

La presente investigación resulta técnicamente factible, en tanto se dispone de capital económico, el talento humano capacitado y los insumos requeridos para su completa ejecución. El equipo del proyecto solicitará a las autoridades competentes el permiso para llevar a cabo el estudio. Asimismo, la colaboración de profesionales de diversos ámbitos puede contribuir a recopilar información como la situación del tránsito.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1. Investigaciones internacionales.

Gómez C. (2020) Título de tesis: "Aplicación del método PCI para la evaluación del pavimento flexible en zonas urbanas de Medellín" Carlos Gómez, ingeniero civil colombiano, realizó en 2020 una investigación centrada en diagnosticar el estado del pavimento flexible en tres vías urbanas altamente transitadas de Medellín. Su motivación surgió al observar que, a pesar de su importancia funcional, muchas de estas calles no contaban con evaluaciones técnicas actualizadas. Objetivo: Evaluar las condiciones del pavimento flexible mediante la metodología PCI, identificando los tramos más críticos para priorizar su mantenimiento. Metodología: Carlos aplicó un enfoque descriptivo no experimental. Realizó inspecciones visuales en campo a 15 tramos viales utilizando el procedimiento establecido por la norma ASTM D6433. Se documentaron tipos de deterioro, severidades y frecuencia, y luego se calculó el PCI de cada sección. Conclusión: Los resultados evidenciaron un índice PCI promedio de 47.8, lo que clasifica al pavimento como "regular". Aproximadamente un 33% de los tramos requería mantenimiento correctivo y un 20% presentaba condiciones críticas con PCI por debajo de 35. Carlos concluyó que la implementación del PCI permite gestionar de manera más técnica y transparente los recursos para el mantenimiento vial, especialmente en ciudades con alto crecimiento urbano como Medellín.

Silva M. (2021) Título de tesis: "Diagnóstico del estado del pavimento mediante PCI en corredores principales de Santiago de Chile" Mariana Silva, egresada de la Universidad de Chile, decidió en 2021 estudiar la condición del pavimento en avenidas claves de Providencia, una de las comunas con mayor densidad vehicular en Santiago. Al observar un

deterioro progresivo en estas vías, quiso contribuir con datos técnicos para respaldar la toma de decisiones municipales. Objetivo: Aplicar el método PCI como herramienta para evaluar la condición del pavimento flexible y sugerir planes de conservación vial. Metodología: Su investigación siguió un enfoque cuantitativo descriptivo. Se inspeccionaron 12 tramos de 100 metros cada uno, se midieron visualmente los daños y se calculó el PCI por tramo según el procedimiento estándar ASTM D6433. Conclusión: Mariana halló un PCI promedio de 61.4, considerado como "bueno". Sin embargo, el 18% de los tramos presentaba PCI entre 35 y 45, lo cual requería atención inmediata. La investigación mostró que, incluso en sectores con pavimento relativamente aceptable, la falta de mantenimiento preventivo puede acelerar el deterioro. Propuso que se implemente un plan anual de conservación basado en PCI para anticipar fallas mayores.

Ramírez J. (2022) Título de tesis: "Evaluación del estado del pavimento flexible por método PCI en zonas residenciales de Quito, Ecuador" José Luis, motivado por la falta de datos técnicos en las zonas residenciales de Quito, desarrolló en 2022 una tesis en la que aplicó el método PCI para analizar tramos con menor flujo vehicular, pero de alto valor social por conectar barrios y servicios básicos. Objetivo: Diagnosticar el estado del pavimento flexible en calles residenciales del norte de Quito mediante el uso del índice PCI. Metodología: Se trabajó con un diseño aplicado, mediante observaciones en 10 tramos de pavimento de entre 50 y 100 metros. José empleó fichas de campo y clasificó los deterioros según el manual PCI, determinando el índice en cada sección. Conclusión: El PCI promedio fue de 55.7, considerado como "regular". Las grietas longitudinales y parches mal ejecutados fueron los deterioros más frecuentes. Un 40% de los tramos necesitaba mantenimiento preventivo, mientras que solo el 10% superaba un PCI de 70, catalogado como "bueno". José resaltó la urgencia de que los municipios adopten herramientas técnicas como el PCI en su

planificación, incluso en zonas no principales, ya que su descuido genera altos costos de rehabilitación a largo plazo.

Martínez S. (2023) Título de tesis: "Análisis técnico del pavimento urbano flexible mediante PCI en Ciudad de México: Caso de estudio en Avenida Tlalpan" Sofía Martínez, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), eligió en 2023 como caso de estudio la transitada Avenida Tlalpan en Ciudad de México. Consciente de su importancia como corredor urbano, quiso medir técnicamente su condición mediante el PCI, ante la falta de diagnósticos recientes por parte de las autoridades. Objetivo: Aplicar el método PCI para evaluar el estado funcional del pavimento en uno de los principales ejes viales de Ciudad de México y proponer medidas de conservación. Metodología: La investigación se desarrolló con un enfoque descriptivo. Se seleccionaron 8 tramos de 100 metros cada uno y se aplicó el análisis PCI con medición directa de tipo, severidad y extensión del daño. Conclusión: Sofía encontró un PCI promedio de 39.2, lo que corresponde a un estado "malo". El 62.5% de los tramos requería intervención correctiva o rehabilitación inmediata, debido principalmente a baches, fisuras por bloque y deformaciones estructurales. La investigación concluyó que, a pesar de ser una vía crítica, no existía una planificación de mantenimiento con respaldo técnico. Recomendó asignar presupuesto urgente y aplicar el PCI de forma periódica como política pública.

2.1.2. Investigaciones nacionales.

Valverde R. (2020) Título de tesis: "Evaluación del estado del pavimento flexible en la Av. Perú mediante el método PCI, distrito de San Martín de Porres-Lima" Objetivo: Determinar la condición funcional del pavimento flexible en la Avenida Perú aplicando el método PCI, con la finalidad de establecer prioridades técnicas para su mantenimiento. Metodología: Se empleó un enfoque aplicado, con observación directa de 10 tramos de 100 metros. Se evaluaron los deterioros según tipo y severidad, calculando el PCI mediante la

norma ASTM D6433. Conclusión: El estudio reveló un Pavement Condition Index aproximado de 42.6, catalogando la vía en estado "malo". Se identificó que el 70% de los tramos requería mantenimiento correctivo. Se destacó que el PCI es una herramienta útil para guiar decisiones técnicas basadas en evidencia objetiva.

Hurtado E. (2021) Título de tesis: "Aplicación del índice PCI para la evaluación del pavimento flexible en el jirón Zela, Huancayo-Junín" Objetivo: Evaluar el estado del pavimento flexible en el jirón Zela mediante el índice PCI, para identificar la condición actual y proponer acciones de mejora. Metodología: Se analizaron cinco tramos de 150 metros mediante inspección visual, clasificando los deterioros y calculando el PCI conforme al manual ASTM. Conclusión: El PCI promedio fue de 58.3, calificando la vía en condición "regular". El 20% de los tramos requería rehabilitación, y el 60% debía recibir mantenimiento preventivo. La autora concluyó que el uso del PCI es clave en ciudades intermedias para priorizar la conservación vial.

Espinoza K. (2022) Título de tesis: "Evaluación técnica del pavimento flexible mediante el método PCI en la Av. Grau, Trujillo-La Libertad" Objetivo: Diagnosticar el estado funcional de la Avenida Grau en Trujillo aplicando el método PCI como base para la planificación del mantenimiento vial. Metodología: Investigación cuantitativa con levantamiento visual en 12 tramos. Se empleó el software Pavement Condition Survey para sistematizar los deterioros y calcular el PCI. Conclusión: Se obtuvo un PCI promedio de 49.5, lo que ubicó el estado general como "regular a malo". El 40% de los tramos requería intervención correctiva. Se concluyó que el PCI aporta información crítica para distribuir el presupuesto vial de forma estratégica.

Rojas F. (2023) Título de tesis: "Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método Pavement Condition Indexen la Av. La Cultura, Cusco" Objetivo: Aplicar el índice de condición del pavimento (PCI) para evaluar la Avenida La Cultura, identificando

zonas con deterioro crítico. Metodología: Investigación descriptiva basada en 8 tramos de 120 metros. Se aplicó la metodología ASTM D6433 para evaluar el tipo, severidad y extensión del daño. Conclusión: El estudio reportó un PCI promedio de 63.2, indicando una condición "buena" en general. Sin embargo, algunos tramos mostraron PCI menor a 50, lo que justificó la necesidad de mantenimiento puntual. Se resaltó la importancia del PCI para la programación técnica del mantenimiento preventivo en vías estratégicas.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1. Pavimento Flexible.

Segun **Becerril & Miranda (2015),** los pavimentos flexibles combinan múltiples capas desde la base hasta la superficie de rodadura. Esta configuración permite disipar las tensiones provocadas por el tránsito, protegiendo las explanaciones ante posibles fallas estructurales.

2.2.2. Tipos de pavimentos flexibles.

Según **Becerril & Miranda (2015),** Los pavimentos flexibles se dividen en 3 categorías: Pavimentos de tipo alto, mediano y bajo.

1. Pavimento de tipo alto: Estos tipos de pavimentos son aquellos que pueden soportar plenamente las cargas de tráfico previstas, no representa daños evidentes debido al desgaste y no se ve fácilmente afectado por las condiciones climáticas.

2. Pavimento de tipo intermedio: Esta clase de estructura vial incluye múltiples capas de rodadura, abarcando desde los acabados con tratamientos superficiales hasta revestimientos con estándares menores en comparación con las soluciones de tipo elevado.

3. Pavimento de tipo bajo: Esta clase de estructura es utilizado generalmente para carreteras de bajo costo, y los materiales de pavimentación van desde pavimentos sin tratar hasta materiales naturales sueltos y pavimentos tratados.

2.2.3. Componentes estructurales.

Bajo una carpeta bituminosa.

Según Becerril y Miranda (2015), esta mezcla se compone habitualmente por la combinación agregados pétreos y aglutinantes asfaltico, estructurándose en dos estratos principales. El primero corresponde a la capa base (constituida comúnmente por granular grueso), seguida por la subbase, la cual presenta una menor granulometría respecto a la anterior. Por debajo de esta última se sitúa la subrasante, nivel que demanda especificaciones técnicas más flexibles. Finalmente, en el nivel inferior descansa el terreno natural o el perfil resultante del movimiento de tierras.

Para definir la configuración estructural de un pavimento flexible resulta indispensable estimar el caudal vehicular de diseño (normalmente proyectado a un horizonte de 20 años), el emplazamiento geográfico y la jerarquía de la vía. A partir de estos parámetros, los proyectistas deben seleccionar el diseño transversal óptimo entre las alternativas viables, evaluando la disponibilidad de insumos en la zona y su factibilidad económica.

Estas estructuras se componen de la siguiente manera:

1 Subrasante.

Conformada ordinariamente por el terreno natural sobre el trazado del camino, la subrasante constituye la base cimentadora de la vía. Su ubicación en el nivel superior de las excavaciones le permite resistir y distribuir la carga de los niveles de subbase, base y rodadura. Es posible que se requieran tratamientos de mejoramiento del suelo para garantizar que el material de la subrasante cumpla con las características de resistencia necesarias para el tipo específico de pavimento en etapa de desarrollo.

Figura 2

Perfil trasversal y conformación de capas en pavimento flexible



Fuente: Adaptado de Becerril & Miranda (2015)

2 Sub - base.

Este estrato se tiende de forma inmediata por debajo del firme granular de la calzada. Los materiales requeridos deben cumplir con especificaciones técnicas de alta exigencia en comparación con la base misma, extrayéndose por lo común de canteras o fuentes de abastecimiento aledañas al trazado.

3 Base.

Esta capa se coloca directamente sobre la base, la cual debe estar compuesta por materiales empleados deben ser de mayor calidad superior a los de la sub - base. Estas capas están formadas por materiales de alta calidad, obtenidos habitualmente de yacimientos situados cerca del lugar de la obra. Cuya calidad debe superar a la de los materiales de la sub - base.

4 Carpeta Asfáltica.

Constituye el estrato de rodadura de la estructura vial, ubicado sobre la base granular. Su composición consiste en una combinación normada de áridos minerales y cemento asfaltico. Esta capa debe ser capaz de resistir el desgaste provocado por la elevada presión de contacto de los neumáticos y las cargas del

tránsito, ofrecer una superficie de rodadura resistente al deslizamiento e impedir que el agua superficial se filtre hacia la capa base.

Método PCI.

El nivel de deterioro en la estructura de un pavimento está determinado por la tipología, severidad y amplitud o densidad del fallo. Ante la multiplicidad de escenarios, formular un parámetro global que condense de forma simultánea estas tres variables resulta una labor compleja. Para solventar dicho inconveniente, se implementaron los «valores de deducción», los cuales permiten cuantificar la incidencia que tienen diversas combinaciones de clase, severidad y extensión de los daños sobre la condición de la calzada. El PCI se define como una escala numérica comprendida entre 0 (asociado a un estado sumamente deteriorado o colapsado) y 100 (indicativo de una condición óptima del firme). En la Tabla 1 se detallan los intervalos correspondientes al PCI junto con su valoración cualitativa equivalente.

El cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) se fundamenta en evaluaciones visuales de campo, mediante las que se registran la gravedad, tipología y cantidad de cada imperfección. Este indicador fue concebido para medir tanto la suficiencia estructural del paquete de firme como su desempeño funcional en superficie. Los registros de patologías obtenidos en las inspecciones aportan información valiosa para analizar la interacción entre los factores desencadenantes y sus consecuencias, considerando variables como las cargas por tráfico y las variaciones climatológicas.

Tabla 1

Rango de Calificación del PCI

RANGO	CLASIFICACION
0-10	fallado
10-25	Muy malo
25-40	Malo
40-55	Regular
55-70	Bueno
70-85	Muy Bueno
85-100	Excelente

Fuente: Método PCI

ROBLES, R **(2015)** Desarrolló la metodología para mejorar las condiciones de transitabilidad, basándose en una evaluación de las deficiencias relacionadas con la superficie, la estructura y el diseño. Este proceso se lleva a cabo de la siguiente manera:

1 **Fallas superficiales.** Los defectos superficiales se manifiestan:

Baches superficiales.

Ahuellamientos: Es una forma de deformación del pavimento, generalmente causada por el peso de un vehículo que desplaza el material lateralmente.

2 **Fallas estructurales.** Las formas de daño se caracterizan como fisuras en grieta por fatigamiento, en bloque, transversales, baches profundos y ondulaciones.

3 **Fallas por diseño.** El diseño no es adecuado para las condiciones actuales (factores climáticos). La presencia de agua es una causa principal del deterioro del pavimento, lo que provoca daños acompañados de fisuración.

Clasificación de fallas.

Ciclo de Vida de los Pavimentos.

La construcción de carreteras es una labor que exige una inversión enorme. El desarrollo de obras viales demanda un capital financiero significativo. Dicha asignación presupuestaria no se limita de manera exclusiva a la fase inicial de ejecución, sino que comprende igualmente las partidas destinadas a las intervenciones de conservación, mantenimiento y rehabilitación periódica requeridas durante la etapa operativa del firme. Estas acciones resultan indispensables para garantizar el cumplimiento de las exigencias de servicio y extender la vida de servicio de la estructura. Durante mucho tiempo, tanto el sector público como el privado en el Perú concentraron sus recursos en la construcción de nuevas carreteras, pasando por alto la importancia del mantenimiento. Este escenario se debe en gran medida a la falta de capitales y a ideas equivocadas; un claro ejemplo es la creencia de que los pavimentos no requieren mantenimiento durante su vida útil de diseño y que simplemente pueden reconstruirse una vez que esta finaliza. Sin embargo, recientemente se ha hecho mayor hincapié en la importancia de mantener un rendimiento óptimo del pavimento. El deterioro del pavimento suele conversar con un desgaste inicial leve, empeora progresivamente y, finalmente, conduce al fallo total de la estructura.

El ciclo de vida del pavimento.

Se clasifican en cuatro etapas:

Fase A: Construcción. Según Meléndez (2003), Actualmente, la carretera presenta un estado de conservación optimo y satisface plenamente las necesidades de los pobladores.

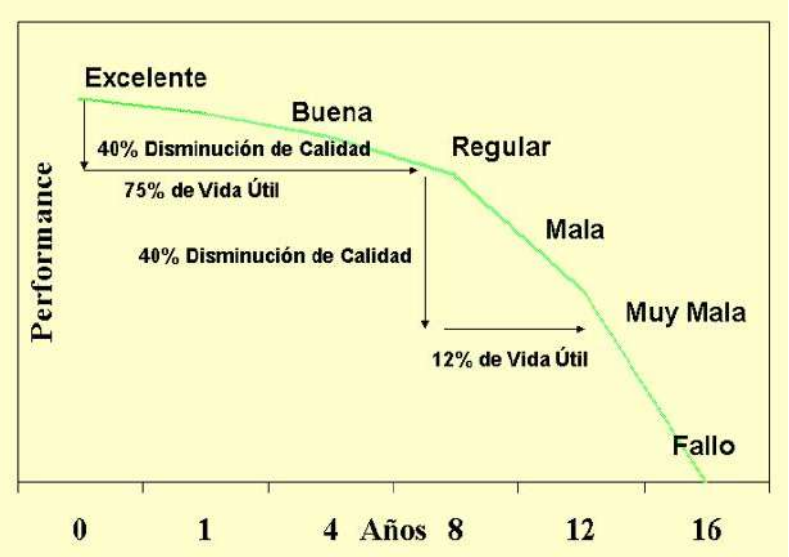
Fase B: Deterioro imperceptible. Con el transcurso del tiempo, las carreteras sufren un daño y deterioro graduales; esto afecta especialmente a la superficie de rodadura, aunque otros componentes estructurales también se ven perjudicados en menor medida. Diversos factores provocan esta degradación, tales como el volumen de tráfico (incluyendo tanto vehículos ligeros como pesados), las condiciones meteorológicas, las precipitaciones o el agua superficial y otros factores ambientales. No obstante, el deterioro depende de la calidad de construcción. Para mitigar esta causa, además del mantenimiento rutinario, es necesario implementar a intervalos regulares diversas medidas de conservación, especialmente aquellas relacionadas con la superficie de la carretera y los sistemas de drenaje. De no hacerlo, se reduce considerablemente el periodo durante el cual la vía permanece en condiciones adecuadas para su uso. Menéndez, J. (2003)**.**

Fase C: Deterioro acelerado. Al cabo de unos años, algunos componentes del pavimento se deterioran, lo que provoca una disminución de su capacidad de carga. La estructura subyacente del pavimento se había deteriorado tal como lo evidenciaban los daños superficiales visibles. Esta etapa es relativamente breve, ya que la velocidad de deterioro se acelera; por lo general, el estado del pavimento oscila entre muy malo, malo y regular. (Menéndez, 2003).

Fase D: Deterioro total. En esta fase final se prolonga durante varios años y representa un estado de fallo total del pavimento. La circulación de vehículos se vuelve extremadamente difícil y componentes como los neumáticos y los ejes comienzan a sufrir daños. Los costos operativos de los vehículos aumentan y la carretera acaba volviéndose intransitable.

Figura 3

Estado Típica del Ciclo de Vida de un Pavimento



Fuente: Sánchez Sabogal Fernando 2018

Tipos de fallas.

En esta sección se detallan las imperfecciones de la falla estructural, divididas según su origen en deficiencias mecánicas o mecánicas-superficiales (resumidas en la Tabla 2). Dicha categorización abarca únicamente las 19 modalidades descritas dentro del estándar técnico ASTM D6433-07.

Tabla 2

Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas

FALLAS ESTRUCTURALES	FALLAS SUPERFICIALES
Piel de Cocodrilo	Exudación de asfalto
Agrietamiento en Bloque	Corrugación
Abultamiento y Hundimientos	Grieta de Borde
Depresiones locales	Grieta de Reflexión de Junta
Bache/Huecos	Desnivel Carril-Berma
Ahuellamiento	Fisuras Longitudinales y Transversales
Desplazamiento lateral	Reparaciones por parcheo
Hinchamiento del suelo	Pulimientos de agregados
	Cruce de vía férrea
	Grietas Parabólicas/deslizamiento
	Desprendimientos de Agregados

Fuente: Método PCI

1. PIEL DE COCODRILO.

Descripción: Esta patología consiste en una trama interconectada de fisuras generada por la falla a fatiga de las carpetas asfálticas ante la acción repetitiva del tráfico. La falla se desencadena en la cara inferior del estrato asfáltico, punto donde las tensiones y deformaciones unitarias por tracción alcanzan sus niveles críticos al paso de los ejes vehiculares. Con el tiempo, las micro fisuras ascienden hacia la superficie manifestándose inicialmente como líneas paralelas longitudinales; posteriormente, el paso continuo de los vehículos provoca su interconexión creando un entramado poligonal característico. Por este motivo, su presencia queda restringida exclusivamente a las bandas de rodadura o zonas sometidas a carga (a diferencia del agrietamiento en bloque, el cual no depende del paso vehicular). Este deterioro se clasifica como una falla de alta severidad estructural y suele presentarse asociado con deformaciones permanentes o ahuellamientos (Vásquez, 2002).

Figura 4

Piel de Cocodrilo.



Nota: Las grietas se interconectan para formar polígonos irregulares.

2. EXUDACIÓN.

Descripción: Este fenómeno consiste en la formación de una fina lámina de ligante en la superficie de la rodadura, caracterizada por un aspecto vítreo, brillante y adherente. Su origen se atribuye a factores como la sobredosificación de ligante en la fórmula de trabajo, el exceso en riegos de sellado o un porcentaje insuficiente de vacíos con aire en la mezcla compactada. Bajo temperaturas elevadas, el ligante experimenta dilatación térmica, ocupando los huecos intergranulares y desplazándose progresivamente hacia el exterior. Debido a la naturaleza irreversible de este proceso, la película bituminosa permanece acumulada sobre la calzada aun en periodos de baja temperatura (Vásquez, 2002).

Figura 5

Exudación.



Nota: La propagación de una película de asfalto sobre la superficie de la calzada es un fenómeno conocido como exudación.

3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE.

Descripción: Esta falla se manifiesta mediante una red de fisuras entrelazadas que fraccionan la capa de rodadura en secciones con formas predominantemente

ortogonales o rectangulares. Las dimensiones de estas piezas varían típicamente desde 0.30m por 0.30m hasta 3.0 m por 3.0 m. Su origen se debe primordialmente a la retracción volumétrica de la mezcla bituminosa y a los gradientes térmicos diarios, los cuales inducen ciclos continuos de esfuerzo-deformación. Al no estar asociado a la acción del tráfico vehicular, este daño evidencia un envejecimiento y rigidización severa del ligante; por ello, aunque puede cubrir extensiones amplias de la calzada, suele aparecer también en sectores exentos de cargas continuas (Vásquez, 2002).

Figura 6

Agrietamiento en bloque



Nota: La imagen muestra grietas interconectadas que forman bloques rectangulares de diversos tamaños.

4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS.

Descripción:

El abultamiento se refiere a un fenómeno en el que se produce un desplazamiento ascendente localizado en una pequeña área de la superficie del pavimento. Difiere del

desplazamiento general típicamente causado por la inestabilidad de la estructura del pavimento y puede originarse por diversos factores, tales como los siguientes:

- ✓ Expansión por congelación.
- ✓ Deformación por pandeo en placas rígidas de cemento Portland recubiertas mediante un sobrecapado asfáltico.
- ✓ La interacción entre el agua filtrada, el levantamiento del insumo dentro de las grietas y la presión ejercida por el tránsito vehicular genera esta falla. Los hundimientos representan desniveles descendentes de reducida extensión, pero pronunciados, en la superficie del pavimento. Asimismo, cuando las deformaciones o desplazamientos se expanden por un área considerable generando concavidades amplias o longitudinales, son conocidas como "ondulaciones". Vásquez, R (2002)**.**

Figura 7

Abultamientos y Hundimientos



Nota: Se observa un fenómeno en el que la superficie de la carretera el desplazamiento hacia arriba.

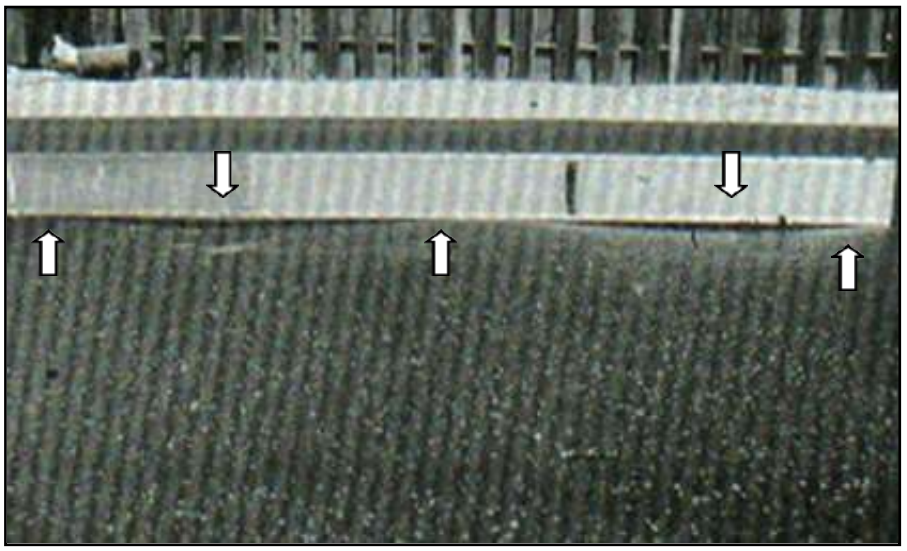
5. CORRUGACIÓN.

Descripción:

Esta patología se caracteriza por la sucesión de crestas y valles contiguos que se disponen de forma periódica a distancias generalmente no superiores a 3.0m. Dichas elevaciones se orientan en sentido transversal a la trayectoria de los vehículos. La falla se debe a la interacción entre las solicitudes del tráfico y la deficiente estabilidad plástica de la carpeta de rodadura o de los estratos granulares inferiores. Sin importar el factor desencadenante, la presencia de ondularidades transversales consecutivas separadas por tramos menores a 3.0 m define la presencia de corrugación (Vásquez, 2002).

Figura 8

Corrugación.



Nota: Este grafico muestra cimas y depresiones que provocan deformaciones en la superficie de la calzada.

6. DEPRESIÓN.

Descripción:

Se define como un hundimiento leve y focalizado de la carpeta asfáltica en comparación con el entorno contiguo. Dado su bajo relieve, suele ser difícil de percibir

a simple vista salvo cuando ocurren precipitaciones o por el cerco que forman los residuos del empozamiento al secarse la vía. Comúnmente, estas deformaciones derivan del acomodamiento de la capa subyacente o de una deficiente praxis constructiva. Cabe precisar que, a diferencia de la depresión, el fallo por colapso implica una pérdida brusca de cota en la rasante. (Vásquez Varela, 2002).

Figura 9

Depresión



Nota: La sección señalizada de la superficie de la calzada se encuentra a un nivel inferior respecto al resto del tramo de carretera. El pavimento presenta signos evidentes de depresiones.

7. GRIETA DE BORDE.

Descripción:

Corresponden a fisuras longitudinales situadas en una franja paralela al límite exterior de la calzada, habitualmente localizadas a una distancia de 0.30m y 0.60 m respecto a dicho margen. El paso de los vehículos intensifica esta patología, cuyo origen radica principalmente en la pérdida de capacidad portante de la base o de la subrasante en la

zona perimetral por efectos de agentes meteorológicos o deficiente drenaje. La franja delimitada entre la fisura y el extremo de la estructura se categoriza en función del patrón de fisuramiento (en estadios avanzados, el daño puede ocasionar el desprendimiento de bloques del firme) (Vásquez, 2002).

Figura 10

Grieta de Borde



Nota: Es evidente que la grieta en el borde ha causado daños graves en el borde de la vía.

8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA.

Descripción: Esta patología se manifiesta de manera exclusiva en carpetas asfálticas construidas sobre pavimentos rígidos (losas de concreto hidráulico). Quedan excluidas de esta categoría las fisuras inducidas por la reflexión de bases semirrígidas (como las estabilizadas con cal o cemento). Su origen se debe al desplazamiento relativo de las losas subyacentes, producto de gradientes térmicos o variaciones de humedad. Aunque la solicitación del tránsito no genera directamente el defecto, el paso de las cargas acelera el descascaramiento y fractura del concreto asfáltico en las márgenes de la grieta; si se observa desprendimiento de material a lo largo del trazo, la falla se clasifica como desportillada o descascarada.

Identificar la geometría y dimensiones de las losas inferiores facilita de forma directa la diagnosis de esta patología (Vásquez, 2002).

Figura 11

Grieta de Reflexión de Junta



Nota: Se observan fisuras transversales que se extienden a lo largo de todo el ancho del carril de circulación.

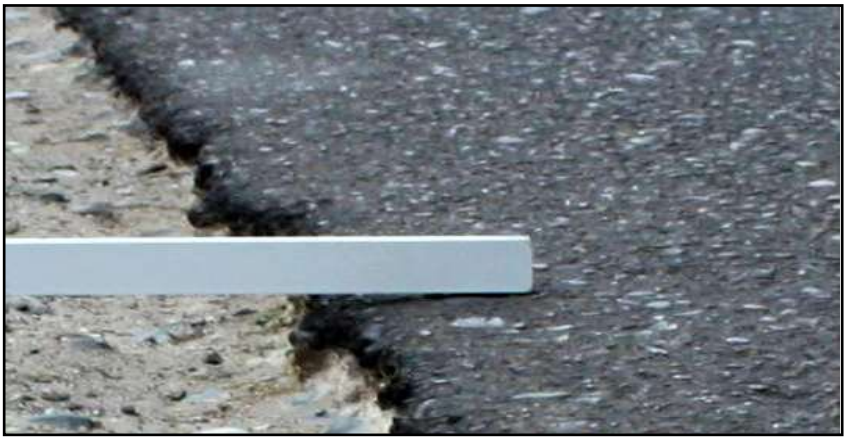
9. DESNIVEL CARRIL/BERMA.

Descripción:

Este defecto representa el desfase altimétrico existente entre el carril de circulación principal y la berma adyacente. Dicha anomalía surge motivada por la acción del agua sobre el terreno lateral, la consolidación del material de soporte en el arcén o por la colocación de refuerzos asfálticos en la pista principal sin la correspondiente sobrecapa en los márgenes. Representa, en síntesis, un escalonamiento brusco que interrumpe la continuidad transversal de la vía (Vásquez Varela, 2002).

Figura 12

Desnivel Carril/Berma



Nota: Esta imagen muestra la diferencia de altura entre la berma y el carril de la pista.

10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.

Descripción:

Las discontinuidades longitudinales se alinean de forma paralela al eje vial o al sentido del pavimentado. Entre sus causas principales destacan:

1. Ejecución deficiente o mala compactación en las juntas de construcción entre carriles.
2. Fenómenos de retracción térmica en la mezcla bituminosa ante bajas temperaturas, envejecimiento del ligante o cambios térmicos interdiarios.

Asimismo, las fisuras de reflexión se derivan de discontinuidades existentes en la capa base subyacente, proyectándose hacia la superficie y atravesando los estratos de concreto de cemento Portland sin coincidir con sus juntas normadas. Por su parte, las grietas transversales cruzan la calzada en sentido ortogonal al eje de diseño. En términos generales, estas patologías no guardan relación directa con el paso de las cargas de tráfico (Vásquez Varela, 2002).

Figura 13

Grietas Longitudinales y Transversales



Nota: Se marcan los puntos de inicio y fin de la grieta longitudinal.

11. PARCHEO.

Descripción:

Comprende toda área de la carpeta asfáltica que ha sido reemplazada con mezcla nueva tras labores de mantenimiento remediador o intervención por servicios. Dentro de la metodología de evaluación, estas intervenciones se catalogan como defectos sin importar su desempeño óptimo aparente, puesto que tanto el área reconstituida como sus juntas colindantes rara vez ofrecen la continuidad estructural y durabilidad del pavimento primario. Adicionalmente, esta patología suele introducir irregularidades en la rasante, incrementando la rugosidad superficial. (Vásquez Varela, 2002).

Figura 14

Parcheo



Nota: El área del pavimento es reemplazada por bloquetas de concreto.

12. PULIMIENTO DE AGREGADOS.

Descripción:

Esta degradación resulta del efecto abrasivo continuado de las cargas de tráfico sobre la calzada. Al perderse la aspereza de las partículas pétreas expuestas, la fricción neumático-pavimento disminuye notablemente. En escenarios donde la proporción de árido sobresaliente es escasa, la micro textura de la superficie resulta insuficiente para favorecer el frenado efectivo de los vehículos. Se concluye la existencia de este defecto cuando el monitoreo visual evidencia el desgaste de las aristas y una textura tersa o resbaladiza; técnicamente, esta patología se confirma al registrar coeficientes de rozamiento bajos o una caída drástica en las mediciones de fricción respecto a evaluaciones precedentes. Vásquez, R (2002).

Figura 15

Pulimiento de Agregados



Nota: El árido superficial se vuelve suave al tacto.

13. HUECOS.

Descripción:

Se manifiesta mediante cavidades o depresiones cóncavas en la carpeta de rodadura, con aperturas habitualmente inferiores a 0.90m. Su geometría exhibe bordes agudos e inclinaciones verticales en sus márgenes superiores. El empozamiento de agua dentro de estas oquedades acelera su degradación y expansión. Se originan conforme la circulación vehicular disgrega y desprende trozos de la mezcla bituminosa, proceso que se intensifica ante la presencia de dosajes deficientes, zonas débiles en el soporte de base/subrasante o un avanzado agrietamiento por fatiga. Estos baches constituyen fallas vinculadas a la capacidad estructural de la vía, por lo que deben distinguirse del desgranamiento o la desintegración por meteorización; cuando se derivan de una malla densa de piel de cocodrilo, se catalogan estrictamente como huecos y no como erosión ambiental (Vásquez, 2002).

Figura 16

Huecos



Nota: Localizados en medio de las vías.

14. CRUCE DE VÍA FÉRREA.

Descripción:

Los defectos en los pasos a nivel consisten en depresiones o abultamientos en la zona que rodea los raíles o entre ellos. Vásquez, R (2002).

Figura 17

Cruce de Vía Férrea



Nota: Cruce de vía férrea - Gravedad alta

15. AHUELLAMIENTO.

Descripción:

Se refiere a una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. El material en los bordes de estas puede elevarse, aunque esto a menudo solo se hace visible en las lluvias, cuando las huellas se rellenan de agua. Este fenómeno es causado por la deformación permanente de alguna capa de la carretera o del suelo subyacente, resultante generalmente de la compactación o el desplazamiento lateral de los materiales bajo el peso de los vehículos. Una formación severa de ahuellamiento puede provocar un fallo estructural grave en la carretera. (Vásquez Varela, 2002).

Figura 18

Ahuellamiento



Nota: La deformación vertical (ahuellamiento) de la superficie del pavimento se produce generalmente debido a la deformación de la base.

16. DESPLAZAMIENTO.

Descripción:

consiste en la deformación plástica longitudinal y localizada de la carpeta de rodadura, inducida por las fuerzas de empuje del tráfico vehicular. A medida que

las ruedas ejercen tensiones tangenciales sobre el firme, se origina una ondulación abrupta y de corta longitud. Este defecto es habitual en estructuras elaboradas con asfaltos líquidos de baja estabilidad (tales como emulsiones o asfaltos diluidos/cutbacks). Asimismo, suele manifestarse en los puntos de empalme donde el concreto asfáltico colinda con pavimentos rígidos (concreto hidráulico), debido a que la expansión térmica de las losas de Portland ejerce una presión longitudinal que empuja y deforma la capa bituminosa (Vásquez, R., 2002).

Figura 19

Desplazamiento



Nota: El corrimiento es originado por el aumento de longitud por dilatación.

17. GRIETAS PARABÓLICAS.

Descripción:

se manifiesta mediante fisuras en forma semicircular o de media luna. Ocurre cuando las fuerzas tangenciales generadas por el frenado o viraje vehicular

inducen el desplazamiento o la deformación de la superficie del firme. Su presencia suele asociarse a mezclas bituminosas de baja resistencia al corte o a una deficiente adherencia (falla de riego de liga) entre la carpeta de rodadura y el estrato subyacente. Cabe precisar que estos desperfectos son ajenos a fallas de estabilidad geotécnica o del soporte global de la vía. Vásquez, R (2002).

Figura 20

Grietas Parabólicas



Nota: Se observa que la grieta tiene forma de media luna.

18. HINCHAMIENTO.

Descripción: El hinchamiento se manifiesta como una protuberancia en la superficie de la calzada, con la forma de una onda larga y gradual. Puede ir acompañado de grietas superficiales. Este tipo de daño suele ser causado por el congelamiento en la subrasante o por los suelos propensos a la expansión. Vásquez, R (2002).

Figura 21

Hinchamiento



Nota: La superficie de la carretera se ha levantado, alterando la forma de la vía.

19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.

Descripción:

Involucra el desprendimiento progresivo de partículas pétreas en la capa superficial de la calzada debido a la pérdida de adhesión del ligante bituminoso. Este daño evidencia una rigidización o envejecimiento severo del asfalto, o bien una dosificación y calidad deficientes en la mezcla elaborada. Asimismo, la disgregación de los áridos puede ser provocada por la acción mecánica de cargas especiales, como el tránsito de maquinaria con orugas. De igual modo, se encuadra en esta clasificación la degradación del firme derivada de derrames de aceites o hidrocarburos, los cuales reblandecen la matriz asfáltica ocasionando la pérdida paulatina de los agregados sueltos. Vásquez, R (2002)**.**

Figura 22

Desprendimiento de Agregados



Nota: Desprendimientos de agregados del pavimento.

2.3 Definiciones de términos básicos.

Estudio del pavimento: Constituye el procedimiento técnico sistemático enfocado en diagnosticar la condición presente de la calzada; para ello, analiza de forma integral aspectos tales como la integridad del paquete estructural, el nivel de servicio o funcionalidad y las demandas del flujo vehicular. (Ministerio de Transportes, 2018)

Fallas estructurales: El deterioro se produce cuando los componentes del pavimento están expuestos a tensiones recurrentes debidas al tráfico, lo que provoca fisuras asociadas a deformaciones o tensiones horizontales en la parte posterior de cada capa (Vásquez Varela, 2002).

Falla funcional: El estado del pavimento de las carreteras se cuantifica directamente mediante un índice de servicio que refleja el impacto de los defectos en la seguridad y la comodidad del tráfico. Este valor es crucial en las evaluaciones diagnósticas que valoran la gravedad de los problemas y orientan los trabajos de mantenimiento y

reparación necesarios para garantizar la seguridad de los pasajeros de las carreteras. **(Guerrero, 2013).**

Pavimento flexible: Se trata de una estructura en capas (grava y asfalto) diseñada para distribuir el peso de los vehículos y evitar daños directos al suelo natural que hay debajo (**Serment, 2012**).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

El estado funcional Del Pavimento Flexible Aplicando El Método PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025, nos ayudara determinar su estado de conservación.

2.4.2. Hipótesis específicas

El levantamiento de los parámetros normativos de la metodología PCI permite diagnosticar el nivel de servicio e integridad de la calzada en la Av. San Martín (Peralvillo, distrito de Chancay, 2025).

La determinación cuantitativa del PCI aporta una estimación precisa sobre el grado de deterioro operacional en la Av. San Martín (Peralvillo - Chancay, 2025).

El análisis situacional de la totalidad de unidades muestrales en la Av. San Martín (Peralvillo, Chancay - 2025) evidencia de forma clara su estado actual de conservación.

2.5 Operacionalización de las variables

El diagnostico de un pavimento se aplica a un tramo específico en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025, y tiene como objetivo determinar las condiciones de servicio. (SCT, 2014), en nuestro caso mediante la aplicación de un procedimiento del Índice de condición del Pavimento PCI, para establecer el estado servicio o funcional.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE					
VARIABLE	**DEFINICIÓN CONCEPTUAL**	**DEFINICIÓN OPERACIONALIZACIÓN**	**DIMENSIÓN**	**INDICADORES**	**ITEMS**
Variable X1: Evaluación de Pavimento	El diagnóstico del estado de la superficie del pavimento es de gran importancia, ya que permite detectar tempranamente los daños superficiales e implementar las medidas correctivas adecuadas para garantizar el máximo nivel de comodidad y seguridad a los usuarios de la infraestructura de transporte. Parra (2018)	Los procedimientos de evaluación para pavimentos flexibles según el tipo de pavimento que se inspecciona y deben aplicarse rigurosamente para evaluar los diversos factores asociados a este tipo de pavimento.	Parámetros de evaluación	- Clase - Severidad - Extensión	Formato de exploración
Variable X2: Método PCI (Índice de Condición del Pavimento)	Dentro de los esquemas contemporáneos de gestión vial, el Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés) representa la herramienta más exhaustiva para diagnosticar y catalogar imparcialmente las estructuras tanto rígidas como flexibles. Vásquez Varela (2002)	A través del Índice de Condición del Pavimento (PCI), es posible cuantificar el grado de deterioro de la calzada considerando tres parámetros fundamentales: la clase de fallo, la intensidad de la afectación y su densidad. Este análisis diagnostica de manera integral la integridad estructural de las muestras analizadas.	- El índice de condición del pavimento PCI. - La condición del pavimento de todas las muestras medidas.	Implementación del estándar PCI para la caracterización de estructuras flexibles (19 tipos de fallas). Escala de evaluación e intervalos del índice PCI (Excelente, Muy bueno, Bueno, Regular, Malo, Muy malo y Fallado)	Guía técnica de deterioros PCI, acompañada de las fichas de registro requeridas y en volumen idóneo para la ejecución del trabajo de campo

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO III. METODOLOGÍA.

3.1. Diseño metodológico.

Este método es descriptivo, ya que presenta la realidad observada durante el trabajo de campo de la manera más fiel y exhaustiva posible, si alteraciones significativas. Se trata de un método no experimental, puesto que los sujetos de estudio se examinan y describen en sus entornos naturales, sin recurrir a un laboratorio ni a una serie especifica de ensayos.

Según Hernández, Fernández y Baptistaes (2018) manifiesta que diseño de la investigación es de naturaleza descriptiva; la investigación descriptiva se define como aquella orientada a captar o medir datos relaticos a conceptos o variables relevantes, ya sea de forma independiente o conjunta.



Donde: V1: Pavimento flexible, P1: La condición del pavimento, E1: Evaluación y R1: Resultados obtenidos mediante el método PCI.

3.2. Población y muestra.

3.2.1. Población.

Se consideró en la Av. San Martin, Peralvillo-Distrito de Chancay – 2025, ya que el tramo a investigar tiene una extensión de 1600 metros.

3.2.2. Muestra.

Bajo esta metodología del Pavel condition Index (PCI) la sección vial objeto de estudio se subdivide en unidades de muestreo o lotes de inspección. Para calzadas con rodadura asfáltica y dimensiones menores a 7.30 m, cada unidad elemental debe abarcar una superficie en el intervalo de (230.0 ± 93.0) m2.

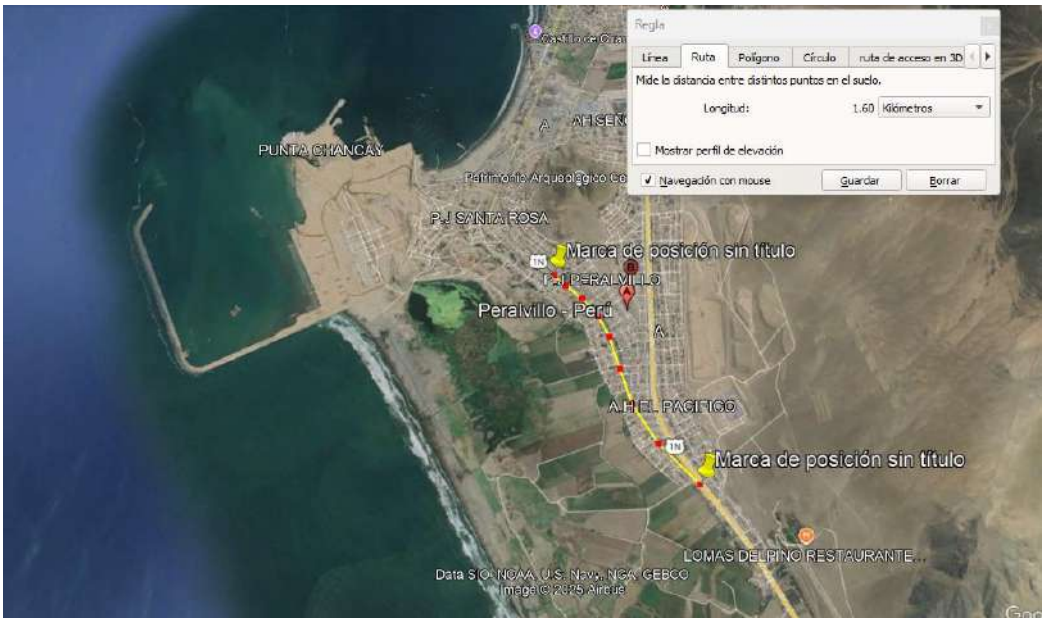


Tabla 3

Longitudes de Unidades de Muestreo.

Ancho de Sección (m)	Longitud de la U.M (m)
5	46
5,5	41,8
6	38,3
6,5	35,4
7,3 (máximo)	31,5

Fuente: Vásquez Varela, 2002.

Para la analizar el número mínimo de unidades se utilizó la Ecuación 1, basada en un nivel de confianza del 95% y en el requisito de que la diferencia entre el PCI estimado y la medida real se sitúe dentro de un margen del PCI±5, esta ecuación establece el número de unidades de muestreo que deben examinarse por sección.

Ecuación 1. Número mínimo de unidades de muestreo.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$$

n: Cantidad mínima requerida de unidades de muestreo (ajustada al número entero inmediatamente superior).

N: Total de unidades de muestra que componen el tramo o sección de pavimento.

e: Margen de error tolerable en la determinación del PCI del tramo (e = 5%)

σ: Dispersión o desviación estándar del PCI obtenida entre las distintas unidades.

De acuerdo con Vásquez Varela (2002), la estrategia idónea es asumir preliminarmente una desviación estándar del PCI igual a 10 en la evaluación de pavimentos de mezcla asfáltica. Sin embargo, se requiere corroborar dicho valor estimado determinando la desviación estándar real a través de la Ecuación 2.

Ecuación 2. Desviación estándar del PCI

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{PCIi^2 - PCIs^2}{n-1}}$$

PCIi: valor PCI de las unidades de muestra examinadas.

PCIs: valor PCI.

n: número de unidades de muestreo.

La dispersión estadística obtenida de las muestras evaluadas sirve para determinar si se requieren secciones complementarias; en caso de que este recálculo de n resulte menor que la cifra mínima determinada al inicio, se omitirá la inspección de

más elementos. De ser mayor, se elegirán unidades adicionales de forma aleatoria (manteniendo una distribución homogénea) hasta lograr que la desviación típica vigente se adecue al margen exigido para el tamaño muestral mínimo n.

Selección de las unidades de muestreo

De acuerdo con Vásquez Varela (2002), se recomienda organizar los sectores de análisis de manera equiespaciada, definiendo la sección inicial mediante un sorteo aleatorio. La separación o espaciado sistemático entre inspecciones se calcula mediante la siguiente expresión:

Ecuación 3. Intervalo de inspección del PCI.

$$\mathbf{i = \frac{N}{n}}$$

N: Total acumulado de secciones muestrales que integran el tramo.
n: Cantidad de áreas seleccionadas para la inspección física.
i: Frecuencia o distancia constante de muestreo.

3.2.3. Características de la muestra

• Dimensión longitudinal del tramo: 1600 metros.

• Ancho de carril: 6 metros.

• Tipo de pavimento: flexible

a) Muestreo y unidades de muestra

ASTM D6433, inciso (2.1.7) menciona que el área de muestreo es: 230± 93 metros cuadrados

Límite máximo por unidad de muestra = 323,00 metros cuadrados

Límite mínimo por unidad de muestra = 137,00 metros cuadrados

Tramo a estudiar: 00+000 – 00+1600

Longitud de la vía: 1600 metros

- Ancho de carril: 6 metros

  Longitud de muestra: 50 metros

  Área de muestra: 50m×6m=300 m^2 está dentro del mínimo y máximo.

  N = 1600/ 50=32 Número de divisiones en toda la avenida.

  s = 10 Desviación estándar, ASTM D6433

  e = 5% Error aceptable, ASTM D6433

$$\boldsymbol{n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}}$$

Reemplazando en la ecuación se tiene:

$$\boldsymbol{n = \frac{32 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (32-1) + 10^2} = 10.8 \approx 11}$$

Se observa que: n =10.8 unidades lo cual por criterio tomaremos n=11 unidades como muestra de las 32 divisiones de toda Av. San Martin, Peralvillo-Distrito de Chancay – 2025.

Selección de las unidades de muestreo ASTM D6433

$$\boldsymbol{i = \frac{N}{n}}$$

$$\boldsymbol{i = \frac{32}{11} = 2.9}$$

Por ende, el muestreo es por cada **i =3** intervalos.

A continuación, se tiene que la distribución de la muestra de la Av. San Martin, Peralvillo-Distrito de Chancay – 2025.

Figura 12: las 11 muestras que serán evaluadas para la investigación

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350	0+400	0+450	0+500	0+550	0+600	0+650	0+700	0+750	0+800
1			2			3			4			5			6

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0+850	0+900	0+950	0+1000	0+1050	0+1100	0+1150	0+1200	0+1250	0+1300	0+1350	0+1400	0+1450	0+1500	0+1550	0+1600
		7			8			9			10			11	

Fuente: elaboración propia

En total 11 muestras que serán evaluadas para la investigación.

3.3. Técnicas de recolección de datos.

Para el desarrollo del presente estudio, el levantamiento de datos primarios se ejecutó mediante la técnica de evaluación u observación directa in situ. La información de campo fue consignada en las plantillas estandarizadas de prospección (Planilla de relevamiento del estado de la red asfáltica bajo el protocolo PCI), cuyo modelo se adjunta en el apartado de Anexos; posteriormente, el procesamiento analítico de las métricas recopiladas se efectuó con el auxilio del aplicativo especializado EVALPAV.

3.4. Técnicas para el procedimiento de la información.

Según Arias (2012), determina que el método sirve como instrumento para llevar a cabo la investigación del proyecto en el marco del método científico.

Como método de recopilación de datos se emplea la observación, ya que resulta necesaria para abordar el planteamiento del problema y verificar las hipótesis formuladas. Asimismo, se utilizaron como referencias manuales de métodos aplicativos y normas técnicas sobre daños en el firme procedentes de proyectos de investigaciones anteriores. Para el análisis y el procesamiento de los datos obtenidos durante la investigación, se seleccionó el software EVALPAV basándose en las fuentes pertinentes para este estudio, siendo de la manera siguiente:

Identificar el modelo de cada error, se clasifican 19 tipos en el modelo de pavimentos flexibles.

Una vez identificado también se sabe que la severidad se clasifica en tres rangos estándar: Bajo (L), en el que se perciben oscilaciones ligeras en la marcha sin comprometer el confort o la seguridad al desplazar el vehículo a velocidad directriz; Medio (M), donde el nivel de vibración induce al conductor a desacelerar por precaución; y Alto (H), cuando las sacudidas del automotor resultan tan bruscas que imponen una disminución sustancial del ritmo de marcha para resguardar la integridad física del usuario. En caso de detectar múltiples ocurrencias de un mismo daño y severidad dentro del tramo, sus magnitudes se van sumando progresivamente para consolidar el metrado global.

3.5. Instrumentos de investigación

Arias (2012) manifiesta a estas herramientas como medios para recopilar e integrar datos provenientes de fuentes fidedignas.

En esta investigación se empleó una ficha estructurada en función del marco del PCI, lo que posibilitó la recolección y el ordenamiento sistemático de las variables en la vía analizada. Dicho formato facilitó consignar parámetros clave como la denominación de la arteria, ancho de calzada, unidad muestral, sector geográfico y progresivas correspondientes.

El procedimiento inició con el levantamiento de los deterioros en la estructura asfáltica, determinando su nivel de severidad. Se cuantificó la extensión afectada por cada patología, acumulando las mediciones de incidencias idénticas dentro de la misma categoría de gravedad para consolidar la magnitud global del daño. Esta metodología no solo garantizó un registro fidedigno de los hallazgos, sino que constituyó el insumo principal para el diagnóstico de la condición del tramo.

Adicionalmente, se recurrió al aplicativo EvalPav para el procesamiento informático de la información, permitiendo estimar el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y generar los reportes analíticos correspondientes.

Los datos procesados se circunscriben a la evaluación del sector urbano de la Avenida San Martín (Peralvillo, Chancay). Esta caracterización detallada de la localización de cada subsección garantizó un diagnóstico riguroso sobre el estado superficial y estructural de la vía.

Se localizaron las fallas y patologías presentes en la infraestructura vial conforme a los procedimientos establecidos por la metodología PCI, se garantizó datos confiables y solidos para la toma de decisiones para el mantenimiento de la infraestructura vial.

3.6. Matriz de consistencia

"Evaluación Del Estado Funcional Del Pavimento Flexible Mediante La Metodología PCI En La Av. San Martin, Peralvillo-Distrito De Chancay-2025"

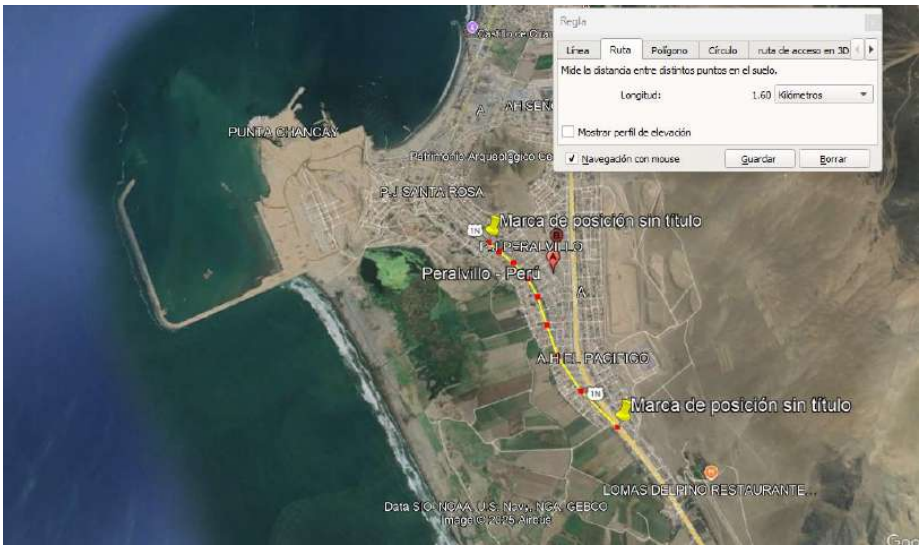
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el estado funcional actual del pavimento flexible de la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay aplicando la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI)?	Determinar el estado funcional actual del pavimento flexible de la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay aplicando la metodología del Índice de Condición del Pavimento	El estado funcional Del Pavimento Flexible Aplicando El Método PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025, nos ayudara determinar su estado de conservación.	Variable X1: Evaluación de Pavimento flexible	Parámetros de evaluación	- Clase - Severidad - Extensión	ENFOQUE: Cuantitativo DISEÑO: No Experimental NIVEL: Descriptivo TIPO: Aplicada
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicos**				
¿Cuál es la condición del pavimento en que se encuentra el estado de conservación en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025? ¿Cuáles son los tipos de fallas del pavimento flexible mediante el método del PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025? ¿Cuáles son las alternativas de mantenimiento mediante el método del PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025? ¿Cuáles son los valores del índice PCI obtenidos en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay -2025?	Identificar la condición del pavimento en que se encuentra el estado de conservación Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025. Determinar los tipos de fallas del pavimento flexible mediante el método del PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025. Identificar alternativas de mantenimiento mediante el método del PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay -2025. Comparar los valores del índice PCI obtenidos en Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025.	Al identificar los parámetros de evaluación según la metodología PCI como datos, se realiza la evaluación superficial de la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025, contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento. Calcular el PCI para conocer el estado de conservación de los pavimentos de la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025, contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento. La condición del pavimento de todas las muestras de la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito de Chancay-2025, contribuye a conocer el estado de conservación	Variable X2: Método PCI (Índice de Condición del Pavimento)	El índice de condición del pavimento PCI. La condición del pavimento de todas las muestras medidas.	Aplicación del Método PCI, para la evaluación del pavimento flexible (19 tipos de fallas) Rango de índice de condición de calificación según el PCI (Excelente, muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo, fallado)	POBLACIÓN: La población de la investigación comprende la infraestructura vial ubicada en la Av. San Martin, sector Peralvillo, Distrito de Chancay – 2025, el cual abarca un tramo de 1600m. MUESTRA: La aplicación del sistema PCI exige, en primera instancia, la partición del sector de estudio en unidades muestrales. Para corredores viales pavimentados en mezcla asfáltica con un ancho inferior a los 7.30 m, dichas unidades deben ajustarse a un área estandarizada de230.0 ± 93.0 m2. ITEMS: Nivel de Severidad Bajo (L) Nivel de Severidad Medio (M) Nivel de Severidad Alta (H)

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Descripción del proyecto

Durante el periodo 2025, se llevó a cabo el diagnóstico de la capa asfáltica en la Av. San Martín (Peralvillo), delimitada en la jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral y departamento de Lima. El levantamiento de campo abarcó desde la progresiva 00+000m hasta el kilómetro 01+600m.



Nota. Ubicación geográfica de la investigación

Características de la vía de estudio

Extensión: 1600m

Ancho de calzada: 6m

Longitud de muestra: 50m

Área de muestra: 300m^2

Tipo de pavimento: flexible

Esto cumple con el alcance especificado en la norma ASTM D6433.

Los resultados obtenidos proporcionan los siguientes:

N: 32.

S: 10 ASTM D6433.

e: 5% de exactitud tolerable, ASTM D6433.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$$

Empleando la formula:

$$n = \frac{32 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (32-1) + 10^2} = 10.89$$

Al redondear 10.89 se determina que n es igual a 11 tramos, de un total de 32 tramos evaluados.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350	0+400	0+450	0+500	0+550	0+600	0+650	0+700	0+750	0+800
1			2			3			4			5			6

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0+850	0+900	0+950	0+1000	0+1050	0+1100	0+1150	0+1200	0+1250	0+1300	0+1350	0+1400	0+1450	0+1500	0+1550	0+1600
		7			8			9			10			11	

Nota. Diagrama de dimensiones para el análisis de hormigón asfaltico.

Según la revisión se utilizó la técnica de procedimiento de información descrita:

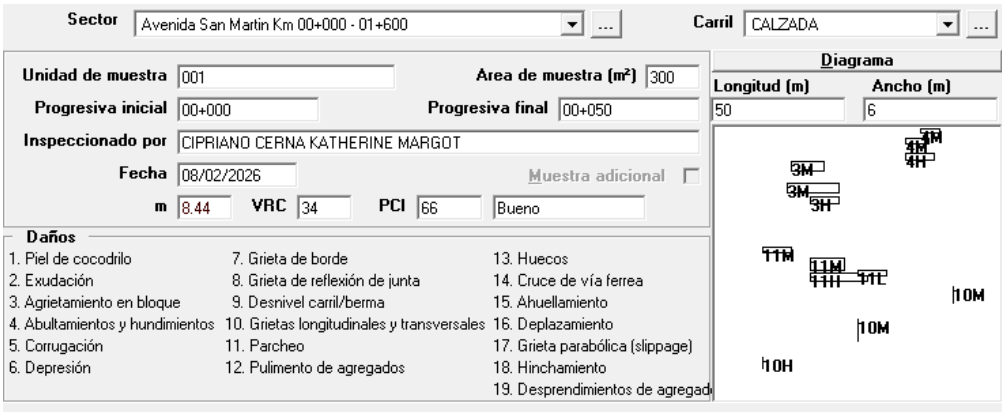
Al introducir los datos en el programa este genera instantáneamente el índice de estado del pavimento.

Se puede observar la división de las secciones del tramo de la vía de estudio:

UNIDAD DE MUESTRA	*COTA INICIAL*	*COTA FINAL*	*TIPO DE PAVIMENTO*	*AREA (m2)*
UM - 01	00+000	00+050	Flexible	300
UM – 02	00+200	00+250	Flexible	300
UM – 03	00+350	00+400	Flexible	300
UM – 04	00+500	00+550	Flexible	300
UM – 05	00+650	00+700	Flexible	300
UM – 06	00+800	00+850	Flexible	300
UM – 07	00+950	01+000	Flexible	300
UM – 08	01+100	01+150	Flexible	300
UM – 09	01+250	01+300	Flexible	300
UM – 10	01+400	01+450	Flexible	300
UM – 11	01+550	01+600	Flexible	300

Tras identificar las muestras se continuó con la importación de datos en el software EvalPav para que se calcule inmediatamente los resultados del índice del estado del pavimento.

Unidad de Muestra – 01 (UM – 01)



TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	H	2.0										2.0	0.7	7
10	M	3.0	4.0									7.0	2.3	6
11	H	1.7										1.7	0.6	15
11	L	0.6										0.6	0.2	0
11	M	0.6	1.4									2.0	0.7	8
3	H	0.8										0.8	0.3	2
3	M	1.3	2.0									3.3	1.1	2
4	H	0.8										0.8	0.3	19
4	M	0.3	0.6									0.9	0.3	6

La muestra UM – 01 obtiene un PCI de 66, catalogado como bueno.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

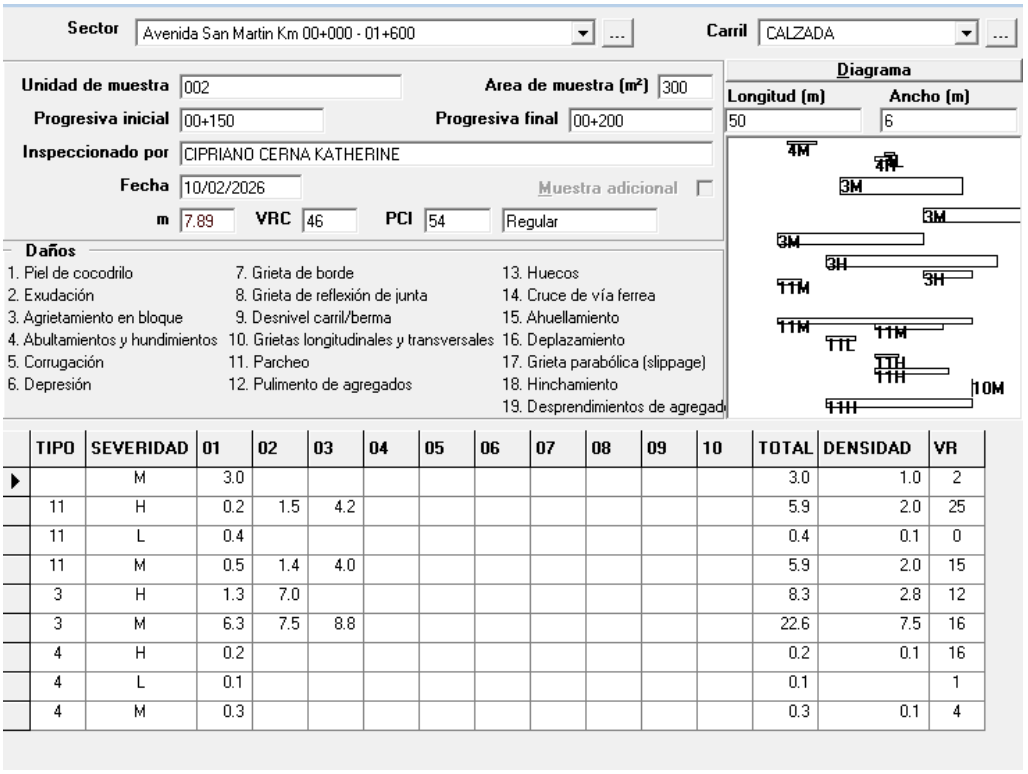
10 – Grietas Longitudinales y transversales; Severidad media/alta

11 – Parcheo; Severidad baja/media/alta

3 – Agrietamiento de bloque: Severidad media/alta

4 – Abultamiento y hundimientos: Severidad media/alta

Unidad de Muestra – 02 (UM – 02)



TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	3.0										3.0	1.0	2
11	H	0.2	1.5	4.2								5.9	2.0	25
11	L	0.4										0.4	0.1	0
11	M	0.5	1.4	4.0								5.9	2.0	15
3	H	1.3	7.0									8.3	2.8	12
3	M	6.3	7.5	8.8								22.6	7.5	16
4	H	0.2										0.2	0.1	16
4	L	0.1										0.1		1
4	M	0.3										0.3	0.1	4

La muestra UM – 02 obtiene un PCI de 54, catalogado como regular.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

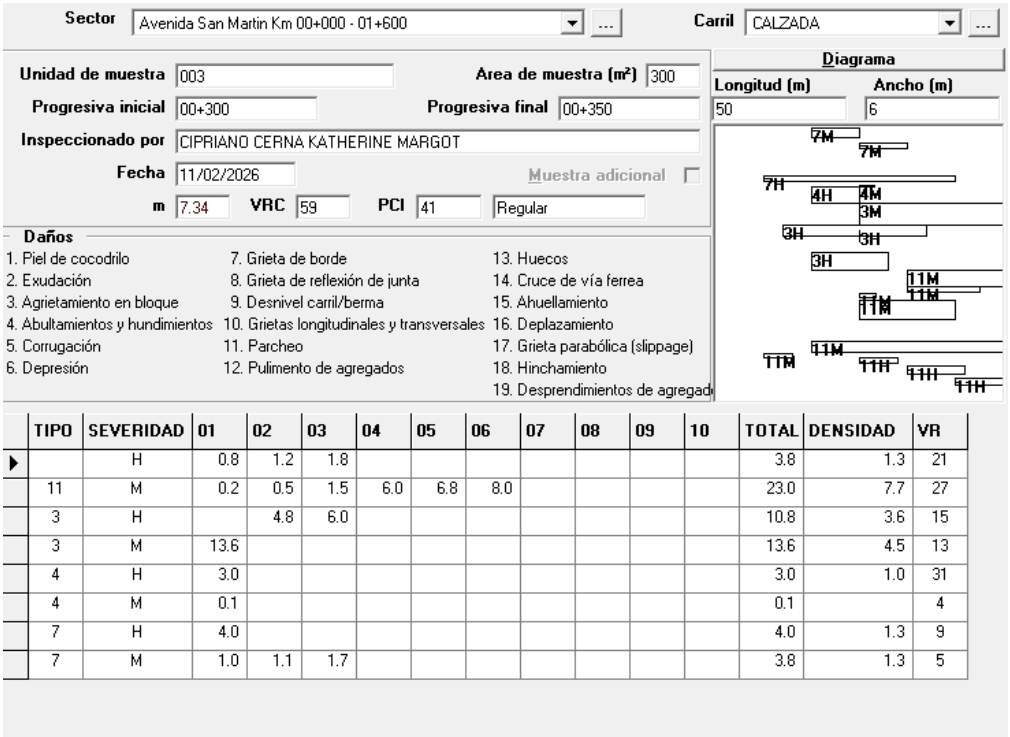
10 – Grietas Longitudinales y transversales: Severidad media

11 – Parcheo: Severidad baja/media/alta

3 – Agrietamiento de bloque: Severidad media/alta

4 – Abultamiento y hundimientos: Severidad baja/media

Unidad de Muestra – 03 (UM – 03)



TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	H	0.8	1.2	1.8								3.8	1.3	21
11	M	0.2	0.5	1.5	6.0	6.8	8.0					23.0	7.7	27
3	H		4.8	6.0								10.8	3.6	15
3	M	13.6										13.6	4.5	13
4	H	3.0										3.0	1.0	31
4	M	0.1										0.1		4
7	H	4.0										4.0	1.3	9
7	M	1.0	1.1	1.7								3.8	1.3	5

La muestra UM – 03 obtiene un PCI de 41, catalogado como regular.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

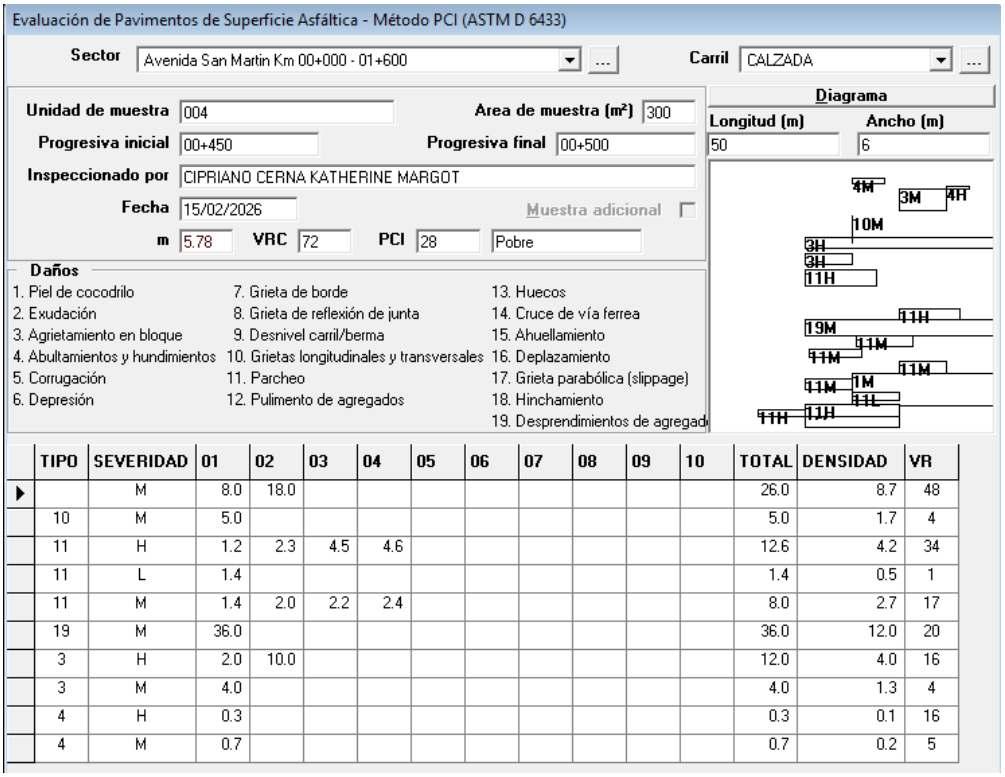
11 – Parcheo: Severidad media/alta

3 – Agrietamiento de bloque: Severidad media/alta

4 – Abultamiento y hundimientos: Severidad media/alta

7 – Grieta de borde: Severidad media/alta

Unidad de Muestra – 04 (UM – 04)



Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 | Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 004 | Area de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 00+450 | Progresiva final: 00+500

Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT

Fecha: 15/02/2026 | Muestra adicional

m: 5.78 | VRC: 72 | PCI: 28 | Pobre

Diagrama — Longitud (m): 50 | Ancho (m): 6

Daños

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	8.0	18.0									26.0	8.7	48
10	M	5.0										5.0	1.7	4
11	H	1.2	2.3	4.5	4.6							12.6	4.2	34
11	L	1.4										1.4	0.5	1
11	M	1.4	2.0	2.2	2.4							8.0	2.7	17
19	M	36.0										36.0	12.0	20
3	H	2.0	10.0									12.0	4.0	16
3	M	4.0										4.0	1.3	4
4	H	0.3										0.3	0.1	16
4	M	0.7										0.7	0.2	5

La muestra UM – 04 obtiene un PCI de 28, catalogado como pobre.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

1– Piel de cocodrilo: Severidad media

10 –Grietas longitudinales y transversales: Severidad media

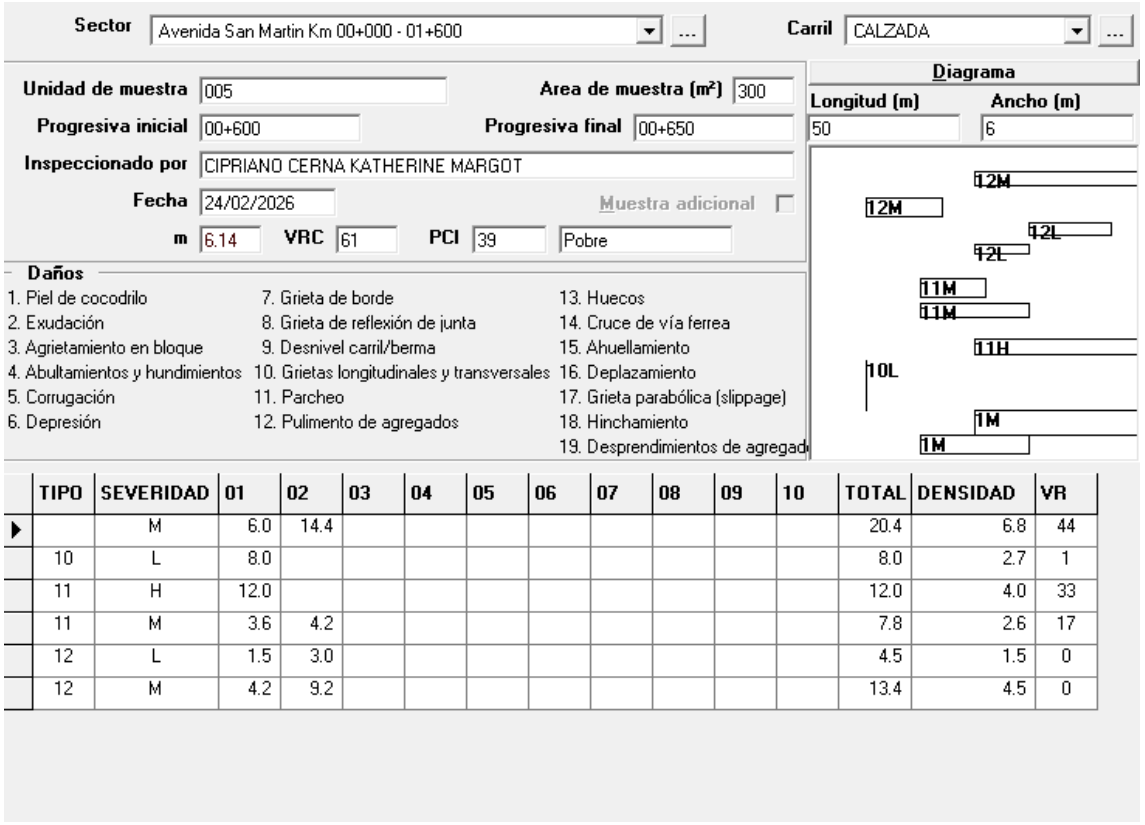
11 – Parcheo: Severidad baja/media/alta

19 – Desprendimiento de agregados: Severidad media

3 – Agrietamiento de bloque: Severidad media/alta

4 – Abultamiento y hundimientos: Severidad media/alta

Unidad de Muestra – 05 (UM – 05)



TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	6.0	14.4									20.4	6.8	44
10	L	8.0										8.0	2.7	1
11	H	12.0										12.0	4.0	33
11	M	3.6	4.2									7.8	2.6	17
12	L	1.5	3.0									4.5	1.5	0
12	M	4.2	9.2									13.4	4.5	0

La muestra UM – 05 obtiene un PCI de 39, catalogado como pobre.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

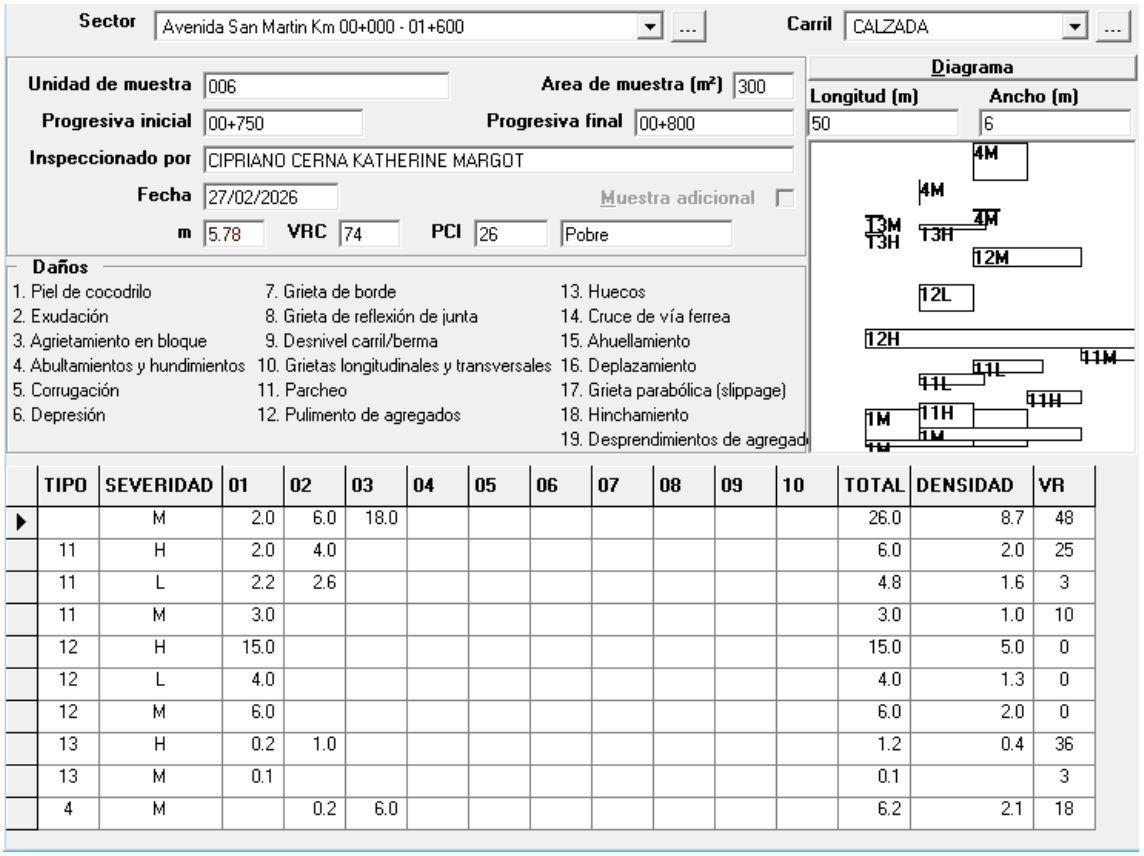
1 – Piel de cocodrilo: Severidad media

10–Grietas longitudinales y transversales: Severidad baja

11–Parcheo: Severidad media/alta

12–Pulimento de agregados: Severidad baja/media

Unidad de Muestra – 06 (UM – 06)



Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 — Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 006 — Area de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 00+750 — Progresiva final: 00+800

Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT

Fecha: 27/02/2026 — Muestra adicional

m: 5.78 — VRC: 74 — PCI: 26 — Pobre

Diagrama — Longitud (m): 50 — Ancho (m): 6

Daños

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	2.0	6.0	18.0								26.0	8.7	48
11	H	2.0	4.0									6.0	2.0	25
11	L	2.2	2.6									4.8	1.6	3
11	M	3.0										3.0	1.0	10
12	H	15.0										15.0	5.0	0
12	L	4.0										4.0	1.3	0
12	M	6.0										6.0	2.0	0
13	H	0.2	1.0									1.2	0.4	36
13	M	0.1										0.1		3
4	M		0.2	6.0								6.2	2.1	18

La muestra UM – 06 obtiene un PCI de 26, catalogado como pobre.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

1 – Piel de cocodrilo: Severidad media

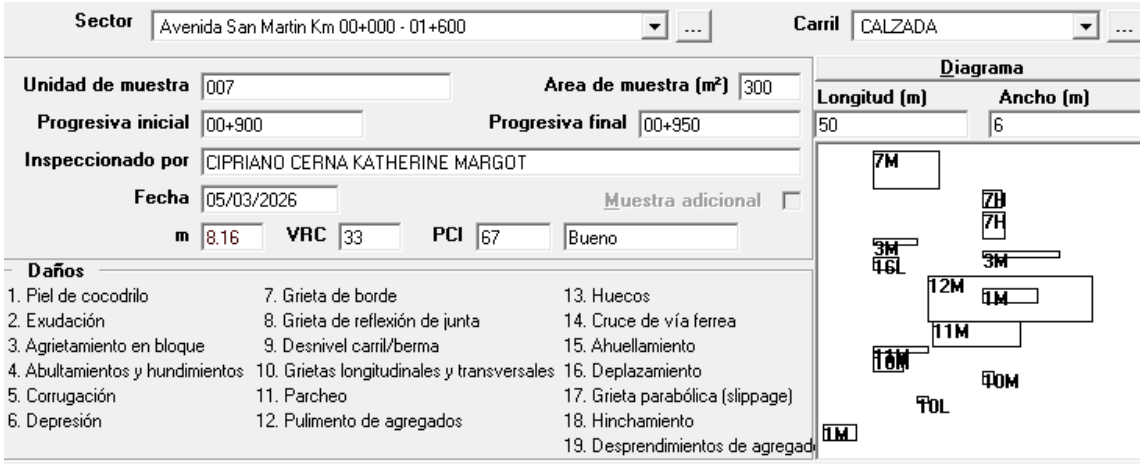
11 – Parcheo: Severidad baja/media/alta

12 – Pulimento de agregados: Severidad baja/media/alta

13 – Huecos: Severidad media/alta

4 – Abultamientos y hundimientos: Severidad media

Unidad de Muestra – 07 (UM – 07)



TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	1.5	2.0									3.5	1.2	22
10	L	1.0										1.0	0.3	0
10	M	2.4	2.4									4.8	1.6	4
11	M	1.0	6.1									7.1	2.4	16
12	M	21.6										21.6	7.2	0
16	L	0.9										0.9	0.3	0
3	M	0.8	1.7									2.5	0.8	1
7	H	1.0	1.7									2.7	0.9	8
7	M	7.2										7.2	2.4	7

La muestra UM – 07 obtiene un PCI de 67, catalogado como bueno.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

1 – Piel de cocodrilo: Severidad media

10–Grietas longitudinales y transversales: Severidad baja/media

11 –Parcheo: Severidad media

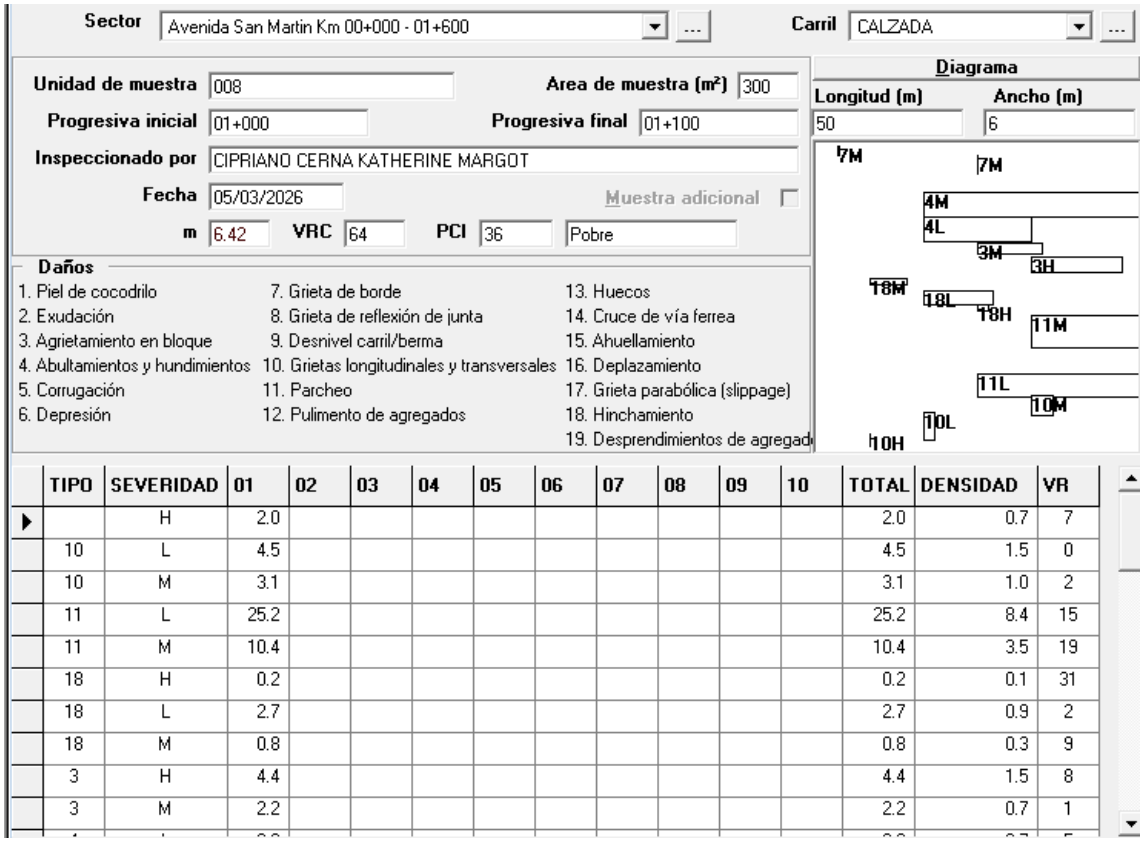
12–Pulimento de agregados: Severidad media

16 – Desplazamiento: Severidad baja

3 – Agrietamiento en bloque: Severidad media

7 – Grieta de borde: Severidad media/alta

Unidad de Muestra – 08 (UM – 08)



Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 | Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 008 | Area de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 01+000 | Progresiva final: 01+100

Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT

Fecha: 05/03/2026 | Muestra adicional

m: 6.42 | VRC: 64 | PCI: 36 | Pobre

Diagrama — Longitud (m): 50 | Ancho (m): 6

Daños

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	H	2.0										2.0	0.7	7
10	L	4.5										4.5	1.5	0
10	M	3.1										3.1	1.0	2
11	L	25.2										25.2	8.4	15
11	M	10.4										10.4	3.5	19
18	H	0.2										0.2	0.1	31
18	L	2.7										2.7	0.9	2
18	M	0.8										0.8	0.3	9
3	H	4.4										4.4	1.5	8
3	M	2.2										2.2	0.7	1

La muestra UM – 08 obtiene un PCI de 37, catalogado como pobre.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

10 – Grietas longitudinales y transversales: Severidad baja/media/alta

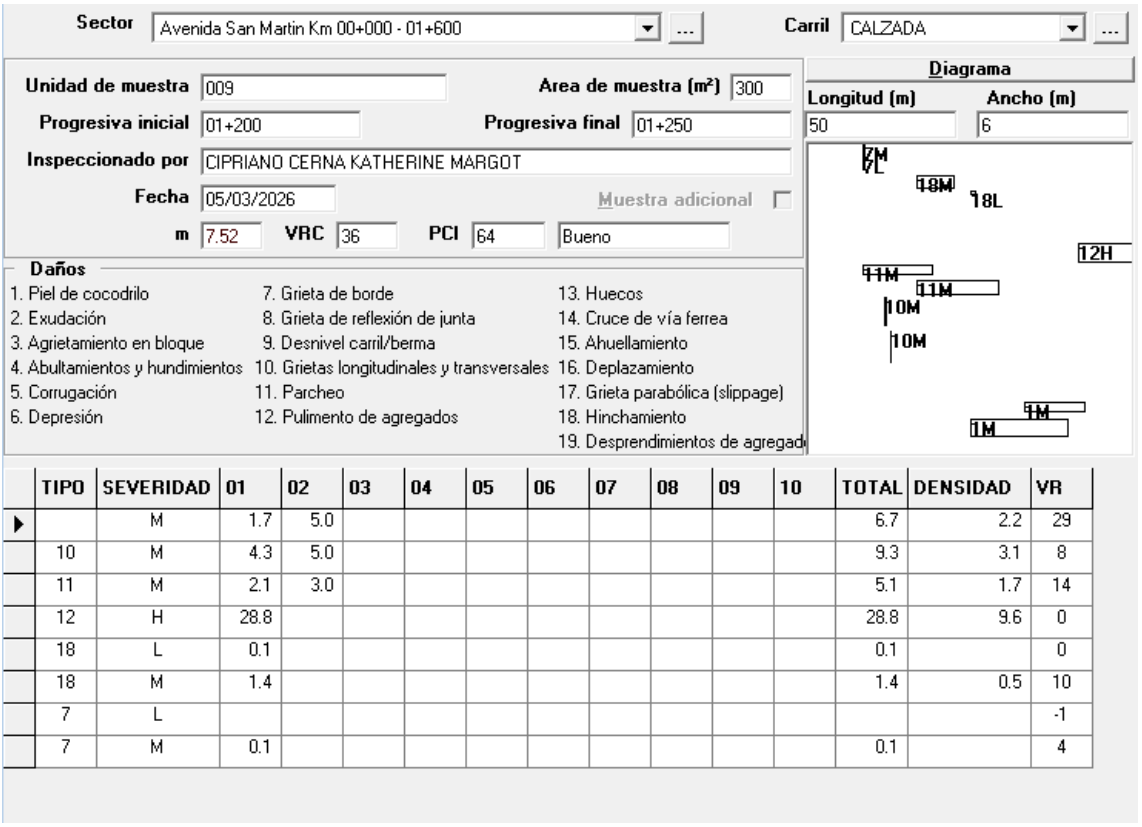
11 – Parcheo: Severidad baja/media

18 – Hinchamiento: Severidad baja/media/alta

3 – Agrietamiento en bloque: Severidad media/alta

7 – Grieta de borde: Severidad media

Unidad de Muestra – 09 (UM – 09)



Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 — Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 009 — Area de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 01+200 — Progresiva final: 01+250

Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT

Fecha: 05/03/2026 — Muestra adicional

m: 7.52 — VRC: 36 — PCI: 64 — Bueno

Diagrama — Longitud (m): 50 — Ancho (m): 6

Daños

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	1.7	5.0									6.7	2.2	29
10	M	4.3	5.0									9.3	3.1	8
11	M	2.1	3.0									5.1	1.7	14
12	H	28.8										28.8	9.6	0
18	L	0.1										0.1		0
18	M	1.4										1.4	0.5	10
7	L													-1
7	M	0.1										0.1		4

La muestra UM – 09 obtiene un PCI de 64, catalogado como bueno.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

1 – Piel de cocodrilo: Severidad media

10–Grietas longitudinales y transversales: Severidad media

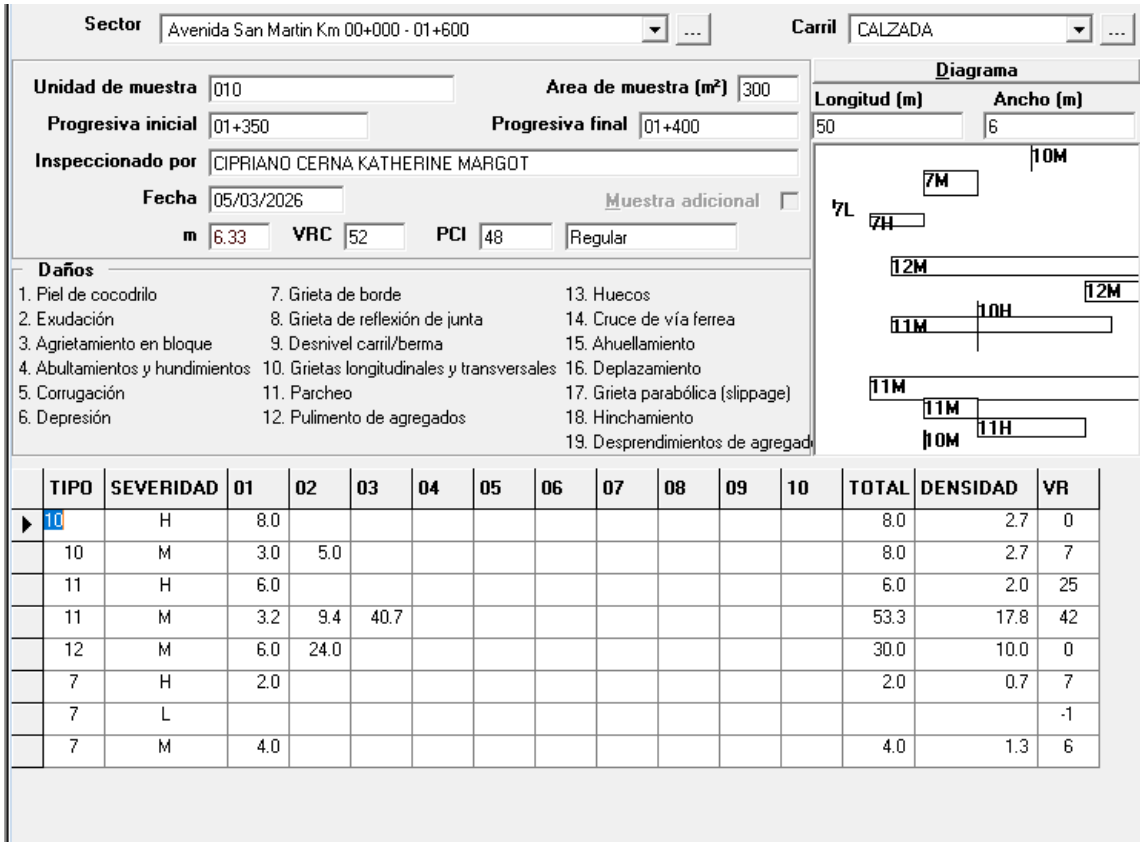
11–Parcheo: Severidad media

12–Pulimento de agregados: Severidad alta

18 – Hinchamiento: Severidad baja/media

7 – Grieta de borde: Severidad media/alta

Unidad de Muestra – 10 (UM – 10)



	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	10	H	8.0										8.0	2.7	0
	10	M	3.0	5.0									8.0	2.7	7
	11	H	6.0										6.0	2.0	25
	11	M	3.2	9.4	40.7								53.3	17.8	42
	12	M	6.0	24.0									30.0	10.0	0
	7	H	2.0										2.0	0.7	7
	7	L													-1
	7	M	4.0										4.0	1.3	6

La muestra UM – 10 obtiene un PCI de 48, catalogado como regular.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

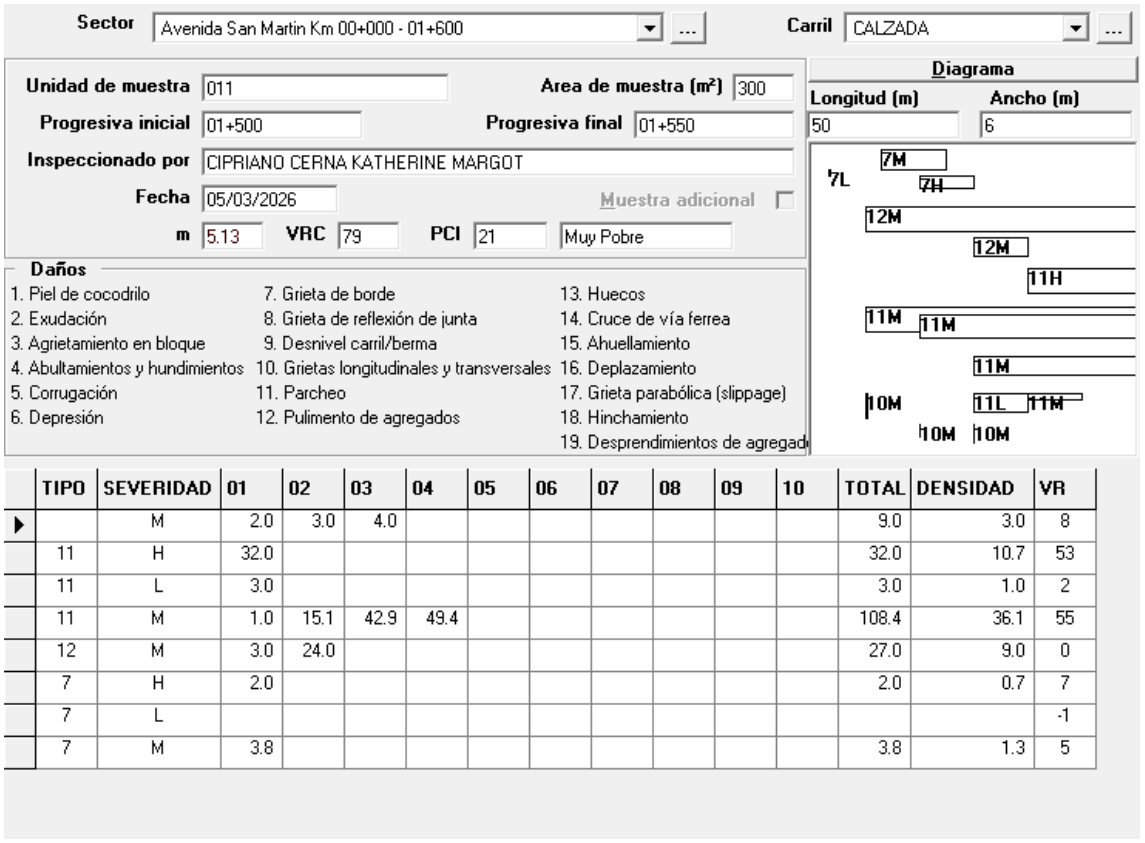
10–Grietas longitudinales y transversales: Severidad media/alta

11–Parcheo: Severidad media/alta

12–Pulimento de agregados: Severidad media

7 – Grieta de borde: Severidad baja/media/alta

Unidad de Muestra – 11 (UM – 11)



	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶		M	2.0	3.0	4.0								9.0	3.0	8
	11	H	32.0										32.0	10.7	53
	11	L	3.0										3.0	1.0	2
	11	M	1.0	15.1	42.9	49.4							108.4	36.1	55
	12	M	3.0	24.0									27.0	9.0	0
	7	H	2.0										2.0	0.7	7
	7	L													-1
	7	M	3.8										3.8	1.3	5

La muestra UM – 11 obtiene un PCI de 21, catalogado como muy pobre.

Se identificó los siguientes tipos de fallas junto con su severidad.

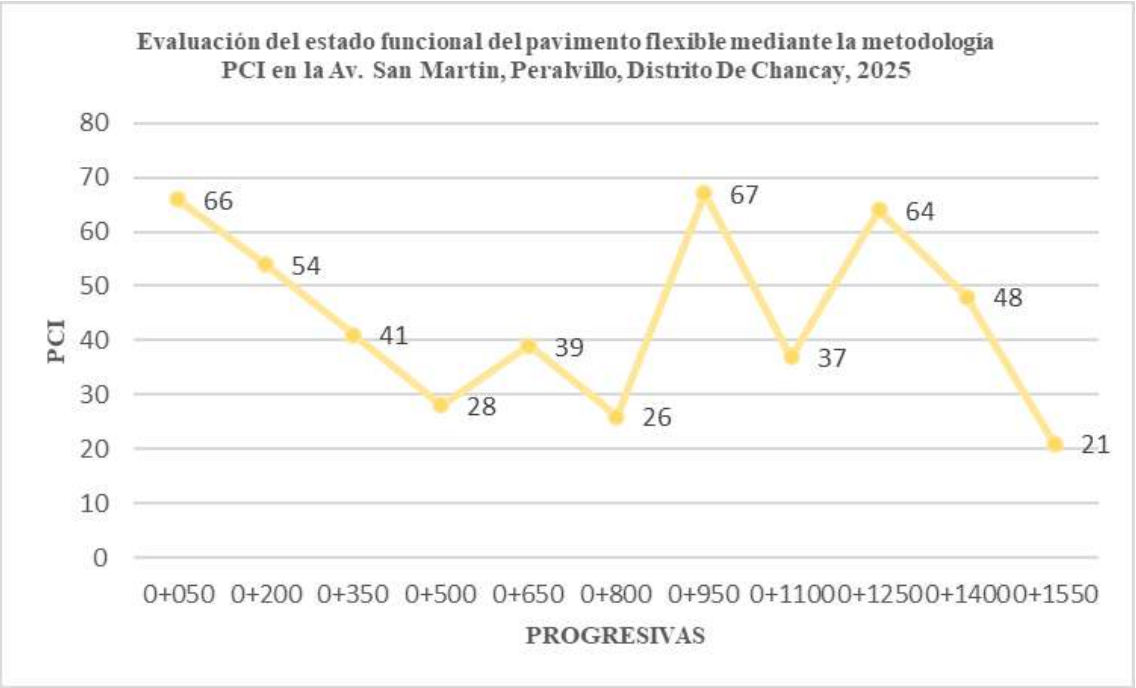
10–Grietas longitudinales y transversales: Severidad media

11–Parcheo: Severidad baja/media/alta

12–Pulimento de agregados: Severidad media

7 – Grieta de borde: Severidad baja/media/alta

Durante la evaluación realizada en 2025 a las 11 muestras recolectadas en la Av. San Martín (Peralvillo, Chancay, Huaral, Lima), se detectaron diversas anomalías. Dichos hallazgos reflejaron que el PCI (Índice de Condición del Pavimento) fluctuó entre una puntuación mínima de 21 y una máxima de 67.



Nota. Resultados del PCI en cada cifra.

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Resultado de Hipótesis General

A partir del procesamiento y evaluación de la condición superficial, se determinó el estado de la calzada en la Av. San Martín (Peralvillo, distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima), empleando la metodología del PCI apoyada en el software EvalPav. Dados los resultados alcanzados mediante la sistematización de datos clave con dicho método y herramienta informática, se logró establecer el índice global que define el estado de conservación de la vía, concluyendo así en la aceptación y validación de la hipótesis general.

Resultado de Hipótesis Específica 1

A partir de los criterios de evaluación estandarizados por la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), en el año 2025 se ejecutó el reconocimiento superficial

de la Av. San Martín (Peralvillo - Chancay, Huaral, Lima). El análisis operacional del tramo posibilitó caracterizar el nivel de conservación de la calzada, registrando al "parcheo" como la patología de mayor prevalencia e insumo determinante en los parámetros del PCI. En la inspección se registraron 11 de los 19 tipos de deterioros catalogados por la norma, destacando las reparaciones por parcheo como la falla predominante. Conforme al procedimiento normativo, la afectación de los daños superficiales se cuantificó en unidades de área (m^2), mientras que aquellas patologías de desarrollo unidimensional se midieron en metros lineales.

Nº	**TIPOS DE FALLOS**	**UND**
1	PIEL DE COCODRILO	m^2
2	EXUDACIÓN	m^2
3	AGRIETAMIENTO DE BLOQUE	m^2
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m^2
5	CORRUGACIÓN	m^2
6	DEPRESIÓN	m^2
7	GRIETA DE BORDE	m
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	m
11	PARCHEO	m^2
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m^2
13	HUECOS	und
14	CRUCE DE VIA FERREA	m^2

15	AHUELLAMIENTO	m^2
16	DESPLAZAMIENTO	m^2
17	GRIETA PARABÓLICA	m^2
18	HINCHAMIENTO	m^2
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m^2

Resultado de Hipótesis Específica 2

Mediante el índice de Condición del Pavimento para determinar el resultado en la Avenida San Martín, Peralvillo, ubicada en el distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima, durante el año 2025, se obtiene que el estado general es regular.

Evaluación del estado funcional del pavimento flexible mediante la metodología PCI en la Av. San Martin, Peralvillo, Distrito De Chancay, 2025

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL INDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 / CARRIL CALZADA

N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VDC	PCI	CLASIFICACION
01	300.0	001	00+000	00+050	8.4	34	66	Bueno
02	300.0	002	00+150	00+200	7.9	46	54	Regular
03	300.0	003	00+300	00+350	7.3	59	41	Regular
04	300.0	004	00+450	00+500	5.8	72	28	Pobre
05	300.0	005	00+600	00+650	6.1	61	39	Pobre
06	300.0	006	00+750	00+800	5.8	74	26	Pobre
07	300.0	007	00+900	00+950	8.2	33	67	Bueno
08	300.0	008	01+000	01+100	8.4	64	36	Pobre
09	300.0	009	01+200	01+250	7.5	36	64	Bueno
10	300.0	010	01+350	01+400	8.3	57	43	Regular
11	300.0	011	01+500	01+550	5.1	79	21	Muy Pobre
PROMEDIO							44	Regular



Nota. Clasificación del pavimento con la mezcla bituminosa en la Avenida San Martín, Peralvillo, perteneciente al distrito de Chancay según los resultados del PCI.

Da como resultado un 17.9% de severidad baja, un 52.6% de severidad media y un 29.5% de severidad alta. El PCI obtiene un promedio de 44, entonces se determina que se prueba la veracidad del enunciado por lo que si se pudo determinar la situación en la que se encuentra el pavimento de la vía de estudio.

PORCENTAJE DE SEVERIDAD

SEVERIDAD	***PORCENTAJE***
BAJA	17.9%
MEDIA	52.6%
ALTA	29.5%

Nota. Porcentaje de severidad encontrados.

Resultado de Hipótesis Específica 3

En la Avenida San Martín, Peralvillo, ubicada en el distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima, durante el año 2025, nos permite estimar el hormigón asfaltado para determinar en el estado en el que se encuentra. Permite un análisis preciso de este estado de conservación mediante cada muestra de pavimento analizada proporcionando una observación directa del estado general de la vía.

TRAMO: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 / CARRIL CALZADA							
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA INICIAL - FINAL	m	VDC	PCI	CLASIFICACION
01	300.0	001	00+000 - 00+050	8.4	34	66	Bueno
02	300.0	002	00+150 - 00+200	7.9	46	54	Regular
03	300.0	003	00+300 - 00+350	7.3	59	41	Regular
04	300.0	004	00+450 - 00+500	5.8	72	28	Pobre
05	300.0	005	00+600 - 00+650	6.1	61	39	Pobre
06	300.0	006	00+750 - 00+800	5.8	74	26	Pobre
07	300.0	007	00+900 - 00+950	8.2	33	67	Bueno
08	300.0	008	01+000 - 01+100	6.4	64	36	Pobre
09	300.0	009	01+200 - 01+250	7.5	36	64	Bueno
10	300.0	010	01+350 - 01+400	6.3	57	43	Regular
11	300.0	011	01+500 - 01+550	5.1	79	21	Muy Pobre
PROMEDIO						**44**	**Regular**

Nota. Tabla de Clasificación del pavimento con la mezcla bituminosa en la Avenida San Martín, Peralvillo, perteneciente al distrito de Chancay según los resultados del PCI.

Conclusión: Se obtuvo que toda la carretera tiene un promedio de 44 del PCI y se encuentra en un estado BUENO un 27.27% de las veces, REGULAR también el 27.27% de las veces, POBRE el 36.36% de las veces y MUY POBRE el 9.09% de las veces.

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

En el marco del presente estudio sobre la capa de rodadura en la Av. San Martín (Peralvillo, Chancay, Huaral, Lima) durante 2025, la evaluación de la estructura asfáltica arrojó una puntuación PCI equivalente a 44, ubicándola en la categoría de condición "regular" de acuerdo con la escala estandarizada. Ante este panorama y habiéndose constatado 11 manifestaciones patológicas de las 19 normadas por el manual PCI, se recomienda la implementación oportuna de intervenciones de mantenimiento tanto preventivo como correctivo en la vía analizada.

Gómez C. (2020), señala que el estudio de su vía urbana tuvo como motivación observar que a pesar de su importancia funcional estas calles no contaban con las evaluaciones técnicas actualizadas realizando sus inspecciones visuales como en la avenida San Martín, Peralvillo según la norma ASTM D6433. Posee un índice de PCI promedio de 47. 8, similar al del estudio de la avenida San Martín siendo un 44, ambos catalogados como "regular", por ello ambos estudios coinciden con la necesidad de priorizar intervenciones de mantenimiento correctivo para evitar el avance de deterioro superficial.

Asimismo, Silva M. (2021), se evidencia una diferencia importante en la condición del pavimento, Silva obtuvo un promedio PCI de 61.4, clasificando esta vía de estudio como "bueno", aunque también había tramos que requerían mantenimiento inmediato entre los valores de 35 y 45. Sin embargo, ambos estudios coinciden en identificar los daños superficiales y estrategias adecuadas de mantenimiento vial.

Ramírez J. (2022), obtuvo un PCI promedio de 55.7 clasificado como "regular", asimismo los estudios de grietas longitudinales y parches fueron los deterioros más frecuentes tanto como en ambos estudios, reflejando evidencia de mantenimiento vial.

Del caso de estudio de Martínez S. (2023), se puede observar un promedio de PCI de 39.2, esta vez clasificado como “malo”, debido a la presencia de deterioros como baches, fisuras por bloque y deformaciones estructurales, aunque el estudio de la avenida San Martín corresponde a “regular”, se cataloga cercano a la categoría ·malo·. Ambos estudios coinciden con fallas importantes como agrietamiento de bloque, parcheo y deformaciones superficiales teniendo una evaluación de conservación vial para el mantenimiento mediante método de PCI.

Valverde R (2020), los resultados obtenidos muestran un índice de Condición de pavimento promedio de 42,6 en la Avenida Perú, Distrito de San Martín de Porres, concluyendo el estado se encuentra deficiente con mantenimiento correctivo en la gran mayoría de sus tramos como en ambas vías de estudio de manera similar.

Hurtado E. (2021), registró un promedio de 58.3, clasificándose de la misma manera como vía de condición regular, aunque el PCI es mayor a la de la Avenida San Martín.

Espinoza K. (2022), con un promedio similar siendo 49.5, siendo de condición “regular” un 40% de intervención correctiva aportando distribuir presupuesto vial para su mantenimiento.

Rojas F. (2023), reportó un PCI promedio de 63.2, teniendo una condición “buena”, siendo considerablemente mayor al PCI de 44 obtenido en la presente vía de estudio, su diferencia radica que la vía evaluada por Rojas conserva mejores condiciones estructurales y funcionales.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La evaluación del estado superficial del pavimento flexible mediante la aplicación del método PCI con ayuda del software EvalPav permitió determinar su condición actual de la Avenida San Martín obteniéndose un Índice de Condición del Pavimento de 44 clasificada con una condición regular.

Mediante la inspección visual se identificaron diversos tipos de fallas siendo 11 de los 19 en total siendo estas: piel de cocodrilo, agrietamiento de bloque, abultamientos y hundimientos, grieta de borde, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimento de agregados, huecos. Desplazamiento y desprendimiento de agregados, los cuales influyen negativamente en el desempeño funcional del pavimento.

La aplicación del método del PCI permitió conocer el nivel de deterioro de cada una de las fallas siendo así una herramienta confiable para la evaluación de la condición de la vía y establecer prioridades de mantenimiento de la vía.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda a las autoridades ejecutar las actividades para iniciar el proceso de mantenimiento vial en los sectores más dañados de la vía, con el propósito de recuperar sus condiciones funcionales y prolongar su vía útil.

Mantener una adecuada inspección y monitoreo del pavimento utilizando la metodología PCI, con la finalidad de detectar las posibles apariciones de deterioros futuros.

Considerar los resultados de la presente investigación como base principal para la planificación de futuras actividades de mantenimiento y rehabilitación, junto a la inversión de los recursos a la conservación de la infraestructura vial.

CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1 Fuentes bibliográficas

Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (6ª ed.). Caracas: Editorial Episteme.

ASCE (2021). *2021 Report Card for America's Infrastructure*. American Society of Civil Engineers, Reston, VA.

ASTM International. (2018). D6433/D6433M-18: *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.* ASTM International.

Banco de Desarrollo de América Latina. (2020). Infraestructura y Gestión de Activos Viales en América Latina y el Caribe

Becerril, A., & Miranda, D. (2015). "procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: barranca larga en el estado de oaxaca". méxico: universidad nacional autónoma de México.

Becerril, A., & Miranda, d. (2016). "procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: barranca larga en el estado de oaxaca. méxico: universidad nacional autónoma de México.

COSCO Shipping Ports. (2023). Proyecto del Megapuerto de Chancay y su rol en la integración comercial con Asia-Pacífico. China.

Defensoría del Pueblo. (2021). Informe de Supervisión: La gestión de la infraestructura vial en Lima Metropolitana.

Espinoza, K. (2022). Evaluación técnica del pavimento flexible mediante el método PCI en la Av. Grau, Trujillo-La Libertad.

Guerrero, J. (2013). Evaluación funcional y estructural de pavimentos flexibles mediante índices de servicio para la gestión vial. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba Cuba**.**

Gómez, C. (2020). Aplicación del método PCI para la evaluación del pavimento flexible en zonas urbanas de Medellín.

Hurtado, E. (2021). Aplicación del índice PCI para la evaluación del pavimento flexible en el jirón Zela, Huancayo-Junín.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). McGraw Hill Education.

Hernández-Arriaga, C., & Rojas-Castañeda, J. (2020). Evaluación del deterioro de pavimentos flexibles en zonas urbanas costeras: Caso de estudio en una ciudad del norte de Perú.

Martínez, S. (2023). Análisis técnico del pavimento urbano flexible mediante PCI en Ciudad de México: Caso de estudio en Avenida Tlalpan. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Menéndez, J. (2003). Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas. Lima: OIT/Oficina Subregional de los Países Andinos.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2022). *Informe de Gestión del Sector Transportes y Comunicaciones 2022.* Lima, Perú.

Municipalidad Provincial de Huaral & Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2023). *Plan de Desarrollo Urbano del distrito de Chancay (PDU 2024-2034)*. Lima, Perú.

Parra, F. (2018). Metodología para la evaluación superficial de pavimentos flexibles mediante el índice PCI. Universidad Cooperativa de Colombia

Ramírez, J. L. (2022). Evaluación del estado del pavimento flexible por método PCI en zonas residenciales de Quito, Ecuador.

Robles, R. (2015). Cálculo del índice de condición del pavimento (pci)barranco – surco-lima". lima: universidad ricardo palma,.

Rojas, F. (2023). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método PCI en la Av. La Cultura, Cusco.

Shahin, M. Y. (2005). *Pavement management for airports, roads, and parking lots* (2nd ed.). Springer.

Serment, V. (2012). Pavimentos Rígidos y Flexibles, Ventajas y Desventajas. Asociación Mexicana De Ingeniería De Vías Terrestres (AMIVTAC).

Silva, M. (2021). Diagnóstico del estado del pavimento mediante PCI en corredores principales de Santiago de Chile. Universidad de Chile.

Valverde, R. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible en la Av. Perú mediante el método PCI, distrito de San Martín de Porres-Lima.

Vásquez, R. (2002). Manual técnico para la evaluación de pavimentos flexibles y rígidos: Pavement Condition Index (PCI). Instituto Nacional de Vías.

Vásquez Varela, L. R. (2002). Ingeniería de pavimentos PCI para pavimentos asfalticos y de concreto en carreteras. Manizales, Colombia

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de datos del índice de condición del pavimento

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

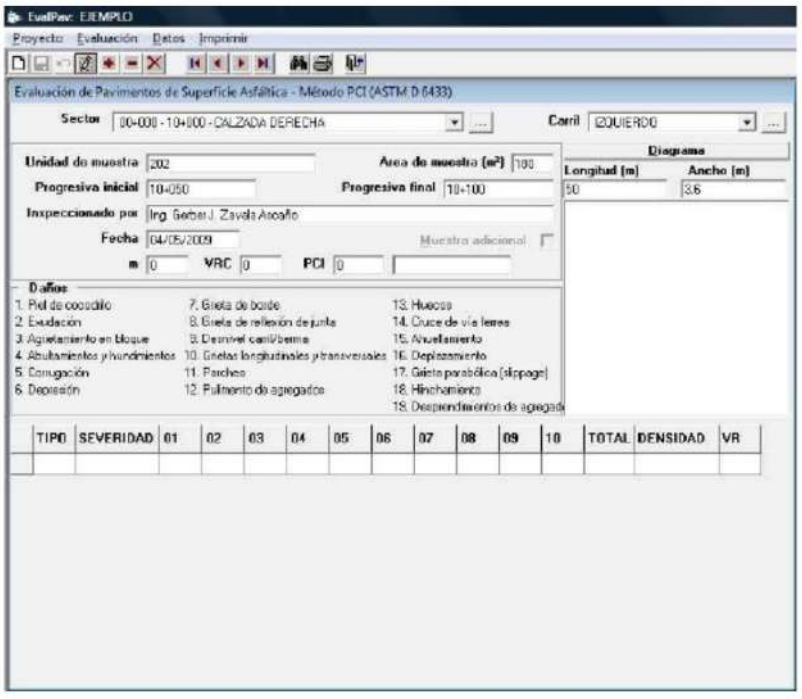
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO	
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m²)	
INSPECCIONADA POR		FECHA	

No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.
6	Depresión.	16	Desplazamiento.
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.
10	Grietas long y transversal.		

Daño	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad (%)	Valor deducido

PERÚ | Ministerio de Transportes y Comunicaciones | Viceministerio de Transportes | Dirección General de Caminos y Ferrocarriles



Anexo 2. Formato de exploración

- Normas internacionales:

  CARRETERAS
  (ASTM D 6433-03)

  AEROPUERTOS
  (ASTM D 5340-04)

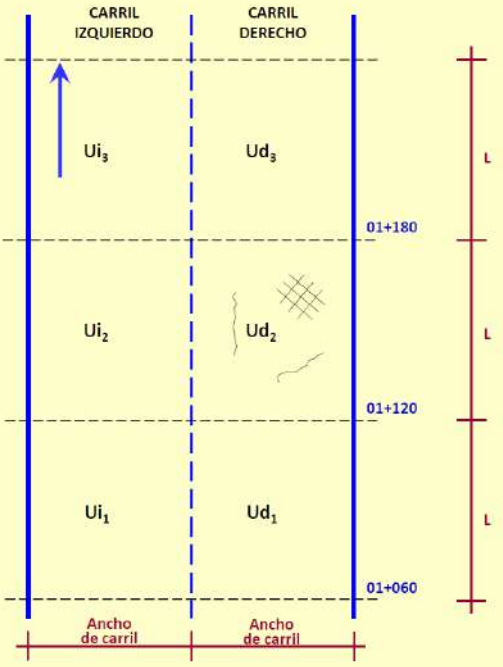
  CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
  (USACE TM 5-626)

- El deterioro de la estructura del pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad.
- El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), hasta cien (100).



- Se divide la vía en secciones o "unidades de muestreo".
- El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **225.0 ± 90.0 m² para carreteras.**
- El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **450.0 ± 180.0 m² para Aeropuertos.**

U = Unidad de muestra

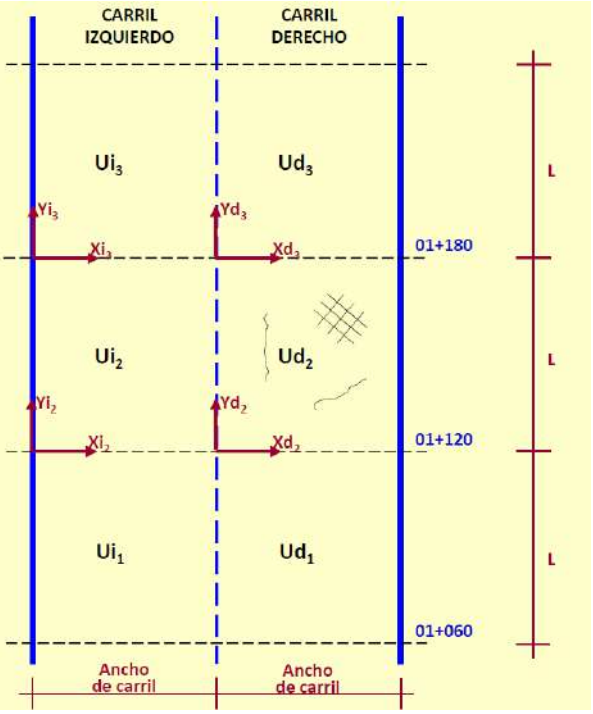


EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO
CÓDIGO VÍA	**ABSCISA FINAL**	**ÁREA MUESTREO (m²)**
INSPECCIONADA POR		**FECHA**

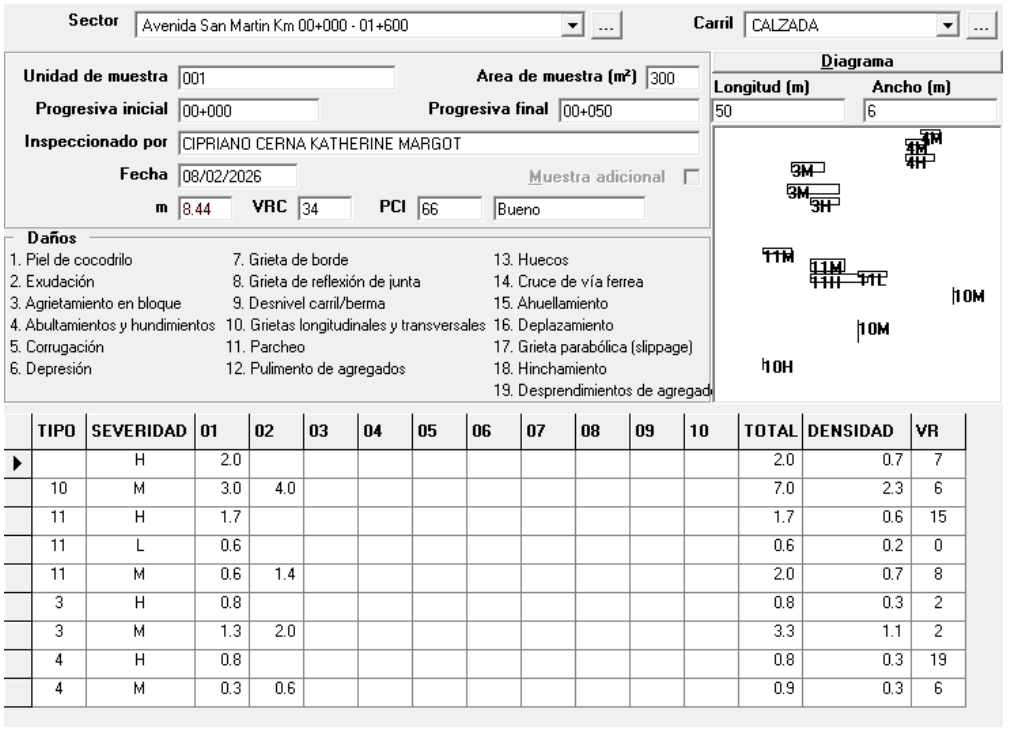
No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.
6	Depresión.	16	Desplazamiento.
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.
10	Grietas long y transversal		

Daño	Severidad	X	Y	Longitud	Ancho
1	M	2	1	2	1.6
3	L	0.5	4	8	2
5	L	1	13	10	2.6
10	L	1.6	25	8	0
10	L	1	26	3	0
1	M	0.3	35	10	3
10	L	1.8	27	0	1.2
3	L	0.3	45.5	8	1

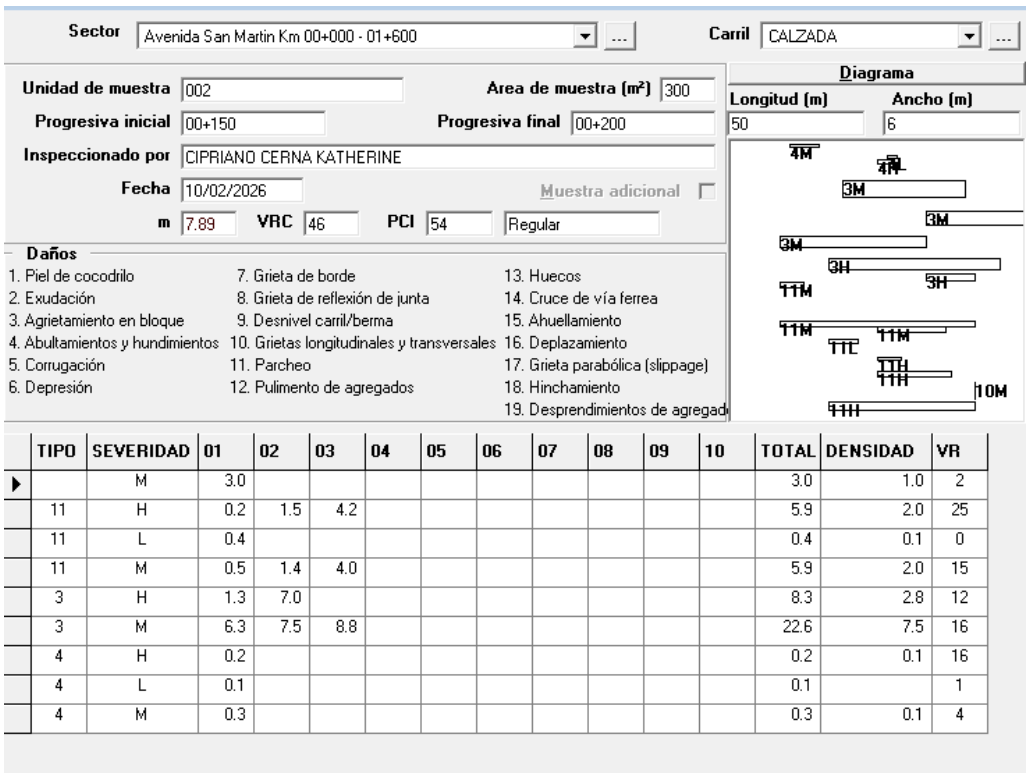


RANGO DEL PCI	COLOR	TIPO DE MANTENIMIENTO
86 - 100 EXCELENTE		MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PREVENTIVO (Sello de fisuras, parches, lechadas asfálticas)
71 - 85 MUY BUENO		
56 - 70 BUENO		MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Recapado)
41 - 55 REGULAR		
26 - 40 POBRE		REHABILITACION MAYOR (Reemplazo de carpeta asfáltica)
11 - 25 MUY POBRE		RECONSTRUCCION (Reemplazo de base granular y carpeta asfáltica)
0 - 10 FALLADO		

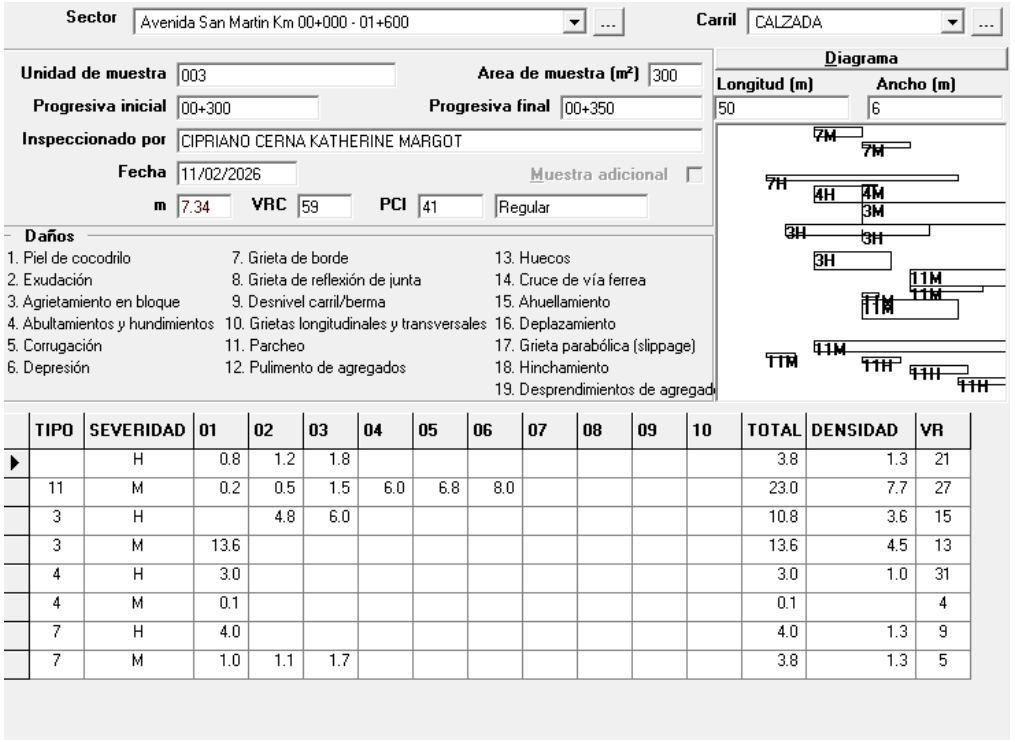
Anexo 3. Resultados mediante el software EvalPav



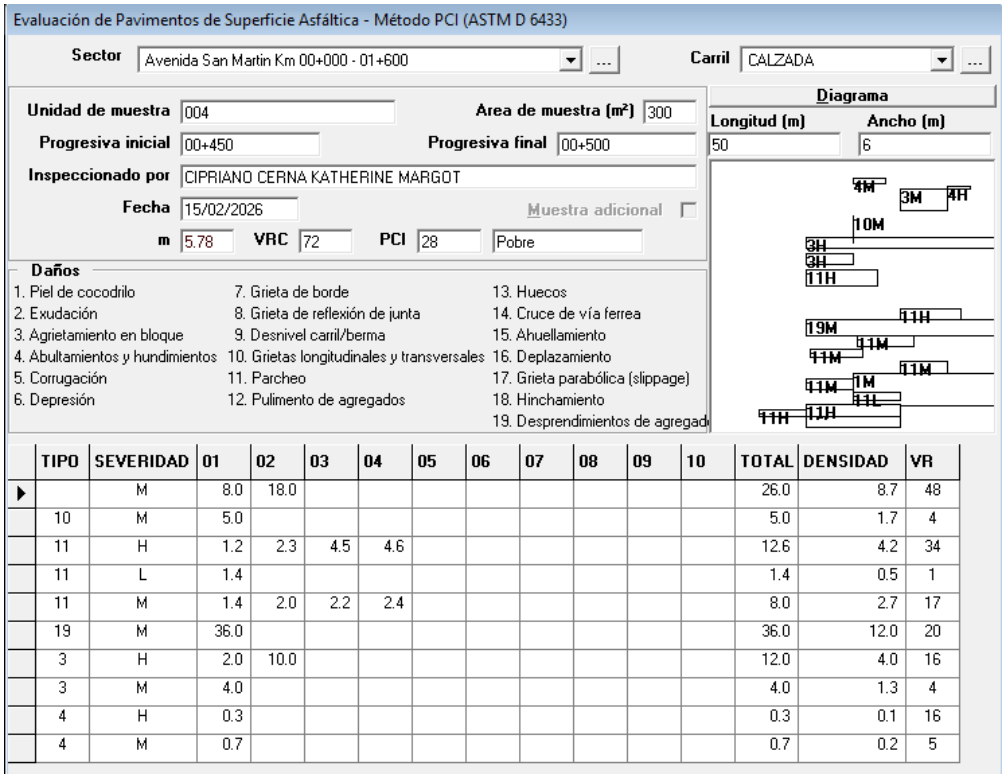
TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	H	2.0										2.0	0.7	7
10	M	3.0	4.0									7.0	2.3	6
11	H	1.7										1.7	0.6	15
11	L	0.6										0.6	0.2	0
11	M	0.6	1.4									2.0	0.7	8
3	H	0.8										0.8	0.3	2
3	M	1.3	2.0									3.3	1.1	2
4	H	0.8										0.8	0.3	19
4	M	0.3	0.6									0.9	0.3	6



TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	3.0										3.0	1.0	2
11	H	0.2	1.5	4.2								5.9	2.0	25
11	L	0.4										0.4	0.1	0
11	M	0.5	1.4	4.0								5.9	2.0	15
3	H	1.3	7.0									8.3	2.8	12
3	M	6.3	7.5	8.8								22.6	7.5	16
4	H	0.2										0.2	0.1	16
4	L	0.1										0.1		1
4	M	0.3										0.3	0.1	4



TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	H	0.8	1.2	1.8								3.8	1.3	21
11	M	0.2	0.5	1.5	6.0	6.8	8.0					23.0	7.7	27
3	H		4.8	6.0								10.8	3.6	15
3	M	13.6										13.6	4.5	13
4	H	3.0										3.0	1.0	31
4	M	0.1										0.1		4
7	H	4.0										4.0	1.3	9
7	M	1.0	1.1	1.7								3.8	1.3	5



TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	8.0	18.0									26.0	8.7	48
10	M	5.0										5.0	1.7	4
11	H	1.2	2.3	4.5	4.6							12.6	4.2	34
11	L	1.4										1.4	0.5	1
11	M	1.4	2.0	2.2	2.4							8.0	2.7	17
19	M	36.0										36.0	12.0	20
3	H	2.0	10.0									12.0	4.0	16
3	M	4.0										4.0	1.3	4
4	H	0.3										0.3	0.1	16
4	M	0.7										0.7	0.2	5

Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 ... Carril: CALZADA ...

Unidad de muestra: 005 Area de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 00+600 Progresiva final: 00+650

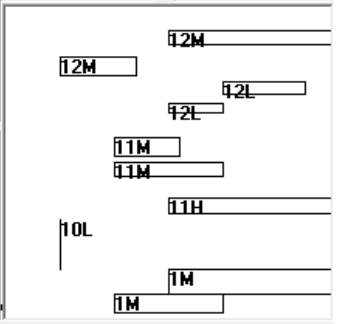
Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT

Fecha: 24/02/2026 Muestra adicional ☐

m: 6.14 VRC: 61 PCI: 39 Pobre

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6



Daños

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	6.0	14.4									20.4	6.8	44
10	L	8.0										8.0	2.7	1
11	H	12.0										12.0	4.0	33
11	M	3.6	4.2									7.8	2.6	17
12	L	1.5	3.0									4.5	1.5	0
12	M	4.2	9.2									13.4	4.5	0

Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 ... Carril: CALZADA ...

Unidad de muestra: 006 Area de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 00+750 Progresiva final: 00+800

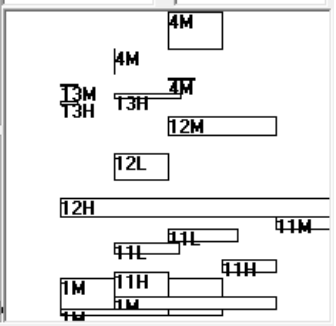
Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT

Fecha: 27/02/2026 Muestra adicional ☐

m: 5.78 VRC: 74 PCI: 26 Pobre

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6



Daños

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	2.0	6.0	18.0								26.0	8.7	48
11	H	2.0	4.0									6.0	2.0	25
11	L	2.2	2.6									4.8	1.6	3
11	M	3.0										3.0	1.0	10
12	H	15.0										15.0	5.0	0
12	L	4.0										4.0	1.3	0
12	M	6.0										6.0	2.0	0
13	H	0.2	1.0									1.2	0.4	36
13	M	0.1										0.1		3
4	M		0.2	6.0								6.2	2.1	18

Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 ... Carril: CALZADA ...

Unidad de muestra: 007 Area de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 00+900 Progresiva final: 00+950

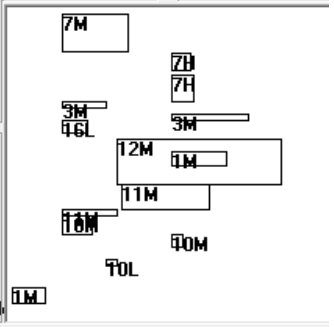
Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT

Fecha: 05/03/2026 Muestra adicional ☐

m: 8.16 VRC: 33 PCI: 67 Bueno

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6



Daños

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	1.5	2.0									3.5	1.2	22
10	L	1.0										1.0	0.3	0
10	M	2.4	2.4									4.8	1.6	4
11	M	1.0	6.1									7.1	2.4	16
12	M	21.6										21.6	7.2	0
16	L	0.9										0.9	0.3	0
3	M	0.8	1.7									2.5	0.8	1
7	H	1.0	1.7									2.7	0.9	8
7	M	7.2										7.2	2.4	7

Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 ... Carril: CALZADA ...

Unidad de muestra: 008 Area de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 01+000 Progresiva final: 01+100

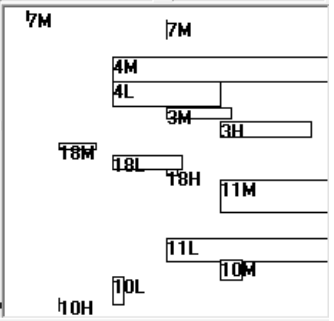
Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT

Fecha: 05/03/2026 Muestra adicional ☐

m: 6.42 VRC: 64 PCI: 36 Pobre

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6



Daños

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	H	2.0										2.0	0.7	7
10	L	4.5										4.5	1.5	0
10	M	3.1										3.1	1.0	2
11	L	25.2										25.2	8.4	15
11	M	10.4										10.4	3.5	19
18	H	0.2										0.2	0.1	31
18	L	2.7										2.7	0.9	2
18	M	0.8										0.8	0.3	9
3	H	4.4										4.4	1.5	8
3	M	2.2										2.2	0.7	1

Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 ... Carril: CALZADA ...

Unidad de muestra: 009 Area de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 01+200 Progresiva final: 01+250

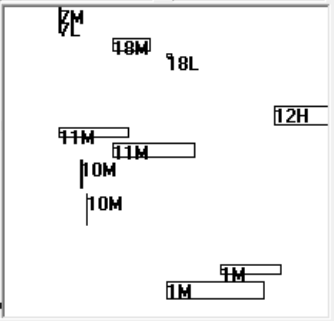
Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT

Fecha: 05/03/2026 Muestra adicional: ☐

m: 7.52 VRC: 36 PCI: 64 Bueno

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6



Daños

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	1.7	5.0									6.7	2.2	29
10	M	4.3	5.0									9.3	3.1	8
11	M	2.1	3.0									5.1	1.7	14
12	H	28.8										28.8	9.6	0
18	L	0.1										0.1		0
18	M	1.4										1.4	0.5	10
7	L													-1
7	M	0.1										0.1		4

Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 ... Carril: CALZADA ...

Unidad de muestra: 010 Area de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 01+350 Progresiva final: 01+400

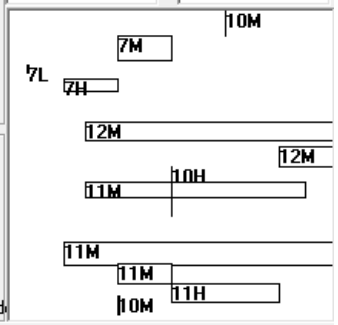
Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT

Fecha: 05/03/2026 Muestra adicional: ☐

m: 6.33 VRC: 52 PCI: 48 Regular

Diagrama

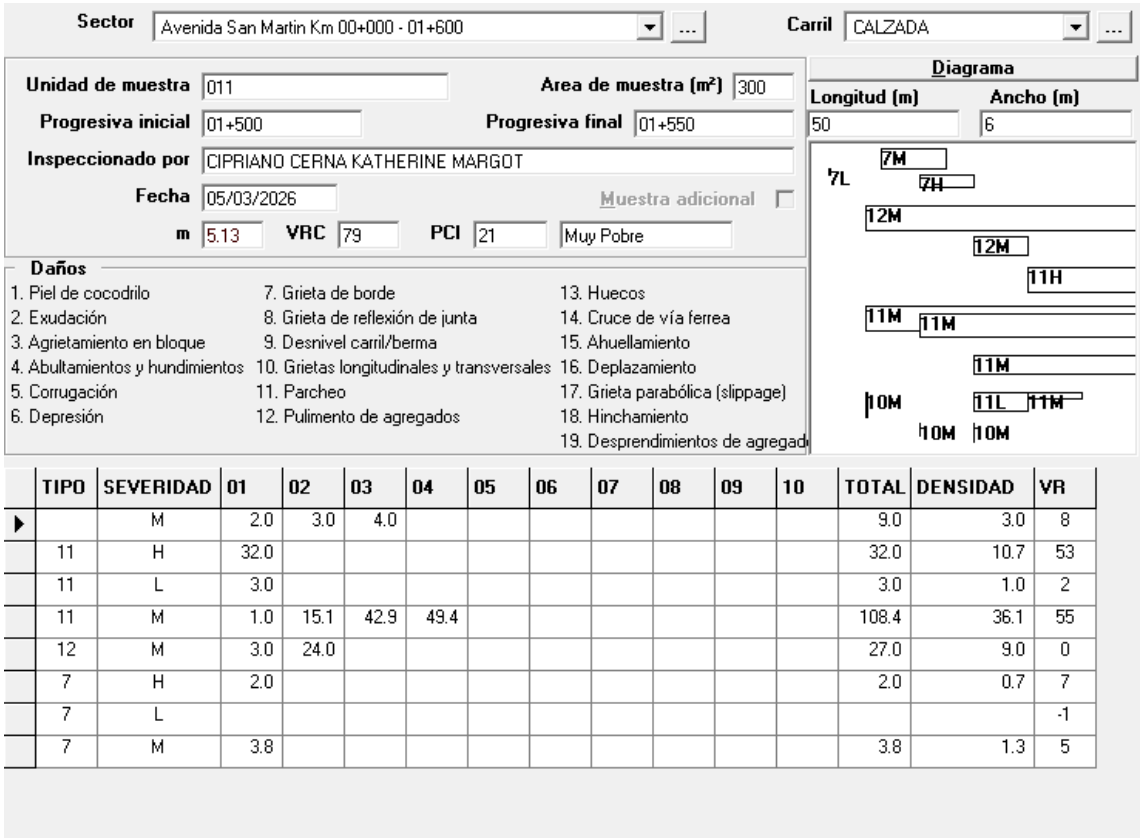
Longitud (m): 50 Ancho (m): 6



Daños

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
10	H	8.0										8.0	2.7	0
10	M	3.0	5.0									8.0	2.7	7
11	H	6.0										6.0	2.0	25
11	M	3.2	9.4	40.7								53.3	17.8	42
12	M	6.0	24.0									30.0	10.0	0
7	H	2.0										2.0	0.7	7
7	L													-1
7	M	4.0										4.0	1.3	6



Sector: Avenida San Martin Km 00+000 - 01+600 ... Carril: CALZADA ...

Unidad de muestra: 011 Area de muestra (m²): 300
Progresiva inicial: 01+500 Progresiva final: 01+550
Inspeccionado por: CIPRIANO CERNA KATHERINE MARGOT
Fecha: 05/03/2026 Muestra adicional
m: 5.13 VRC: 79 PCI: 21 Muy Pobre

Diagrama
Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

Daños
1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque
4. Abultamientos y hundimientos
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta
9. Desnivel carril/berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce de vía ferrea
15. Ahuellamiento
16. Deplazamiento
17. Grieta parabólica (slippage)
18. Hinchamiento
19. Desprendimientos de agregad

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	M	2.0	3.0	4.0								9.0	3.0	8
11	H	32.0										32.0	10.7	53
11	L	3.0										3.0	1.0	2
11	M	1.0	15.1	42.9	49.4							108.4	36.1	55
12	M	3.0	24.0									27.0	9.0	0
7	H	2.0										2.0	0.7	7
7	L													-1
7	M	3.8										3.8	1.3	5

Anexo 4. Panel fotográfico



Nota. Punto de inicio de la vía de estudio



Nota. Visualización de la carretera hasta el mega puerto de Chancay



Nota. Toma de medidas de las fallas encontradas



Nota. Identificación de las fallas del pavimento



Nota. Identificación de la falla de Parcheo



Nota. Identificación de la falla de Huecos



Nota. Toma de medidas del pavimento de la falla de Huecos



Nota. Identificación de la falla de Agrietamiento de borde



Nota. Toma de medidas del pavimento de la falla de Agrietamiento de borde