

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“Análisis comparativo de los métodos PCI y MTC Perú en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco 2025”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: León Sánchez, Kaleb Ever

ASESOR: Salvador Rojas, César Augusto

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (☒)
- Trabajo de Suficiencia Profesional(☐)
- Trabajo de Investigación (☐)
- Trabajo Académico (☐)

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Transporte
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería de transporte

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (☒)
- UDH (☐)
- Fondos Concursables (☐)

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23013676

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44455196

Grado/Título: Maestro en diseño y construcción de obras viales

Código ORCID: 0009-0001-6026-1638

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
2	Dávila Herrera, Percy Mello	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41050949	0000-0001-5484-6982
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día **jueves 01 de octubre de 2026**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. YLEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	PRESIDENTE
❖ MG. PERCY MELLO DAVILA HERRERA	SECRETARIO
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1831-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS PCI Y MTC PERÚ EN LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LOS JIRONES LOS ALISOS Y LOS VILCOS – PILLCO MARCA – HUÁNUCO 2025", presentado por el (la) Bachiller. Bach: **Kaleb Ever LEON SANCHEZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

Siendo las 16:00 horas del día **01 del mes de octubre** del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. YLEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745

PRESIDENTE


MG. PERCY MELLO DAVILA HERRERA
DNI: 41050949
ORCID: 0000-0001-5484-6982

SECRETARIO (A)


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769

VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **KALEB EVER LEON SANCHEZ**, de la investigación titulada "**Análisis comparativo de los métodos PCI y MTC Perú en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos - Pilco Marca - Huánuco 2025**", con asesor(a): **CESAR AUGUSTO SALVADOR ROJAS**, designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 2297-2025-D-FI-UDH** del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del **23 %** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 17 de septiembre de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Nota: La presente constancia tendrá una **vigencia de cuatro (4) meses**, conforme a lo establecido en la **Directiva del Software de Identificación de Similitud y Originalidad**, aprobada mediante **Resolución N° 532-2024-P-CD-UDH**.

Vencido dicho plazo, el solicitante deberá realizar nuevamente el procedimiento correspondiente para la emisión de una nueva constancia.

Válida hasta el 17 de enero de 2027.

Jr. Hermilio Valdizán N° 871 - Jr. Progreso N° 650 - Teléfono: 952 069 844
Huánuco - Perú

73. KALEB EVER LEON SANCHEZ.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

23% INDICE DE SIMILITUD	23% FUENTES DE INTERNET	3% PUBLICACIONES	11% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
10	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A Dios, por regalarme la vida, guiar mis pasos en los momentos de incertidumbre y concederme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa de mi vida.

A mis padres, por ser el ejemplo de esfuerzo, sacrificio y amor incondicional que ha inspirado cada uno de mis logros. Todo lo que soy y lo que he alcanzado tiene sus raíces en los valores que me inculcaron.

A mi hermano, hermanas, tíos y primos, por acompañarme con su afecto, confianza y palabras de aliento durante este camino, recordándome siempre la importancia de no rendirme ante las dificultades.

A mi esposa, por ser mi compañera de vida, mi apoyo constante y mi mayor motivación. Gracias por comprender mis ausencias, compartir mis preocupaciones y celebrar cada avance como propio. Tu amor, paciencia y confianza fueron fundamentales para hacer realidad este sueño.

A mis maestros, por compartir generosamente sus conocimientos y experiencias, y por contribuir a mi formación profesional con sus enseñanzas y orientaciones, que perdurarán más allá de las aulas.

Con profundo cariño y gratitud, dedico este trabajo a todas las personas que formaron parte de este logro y que, de una u otra manera, hicieron posible que hoy alcance esta meta.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a Dios por bendecirme con salud, fortaleza y perseverancia para culminar esta importante etapa de mi vida profesional.

A mi familia y a mi esposa, quienes han sido el soporte fundamental de mi vida. Su amor, confianza, comprensión y apoyo incondicional me permitieron superar los desafíos presentados durante este camino académico, sin su compañía y motivación constante, este logro no habría sido posible.

A mis tíos, tías, primos, primas, sobrinos, sobrinas, amigos y amigas, por sus palabras de aliento, consejos y muestras de afecto que me impulsaron a seguir adelante en los momentos de mayor exigencia.

Con especial cariño y gratitud, recuerdo a mis abuelos, quienes hoy me acompañan desde el cielo. Su ejemplo de vida, sus enseñanzas y los valores que me transmitieron continúan guiando mis pasos y fortaleciendo mi deseo de superación.

Asimismo, expreso mi sincero agradecimiento a los docentes de la Universidad de Huánuco, especialmente a quienes integran el Programa Académico de Ingeniería Civil, por compartir generosamente sus conocimientos, experiencias y enseñanzas. Su dedicación y compromiso con la formación de profesionales contribuyeron significativamente a mi crecimiento académico y personal, motivándome a seguir desarrollándome en esta noble profesión.

A todos aquellos que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso y contribuyeron al logro de esta meta, les expreso mi más sincero reconocimiento y gratitud.

.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	18
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1.OBJETIVO GENERAL.....	18
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	19
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	19
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	20
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.	21
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.	23
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	25
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.	32
2.2. BASES TEÓRICAS.....	34
2.2.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS.....	34
2.2.2. CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE PAVIMENTOS.	35

2.2.3. CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS.....	36
2.2.4. DETERIORO DE PAVIMENTOS	38
2.2.5. TIPOS DE FALLAS DE PAVIMENTOS.	39
2.2.6. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS.	41
2.2.7. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).	43
2.2.8. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.....	44
2.2.9. FALLAS SEGÚN EL MÉTODO DEL PCI.....	47
2.2.10. FALLAS SEGÚN LA VALORACIÓN DEL MANUAL DE CARRETERAS: MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL (MTC PERÚ).....	69
2.2.11. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL MTC PERÚ.....	71
2.2.12. TIPO DE CONSERVACIÓN SEGÚN EL MTC PERÚ.....	71
2.3. BASES CONCEPTUALES.....	72
2.4. HIPÓTESIS.....	75
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	75
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	76
2.5. VARIABLES.....	77
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	77
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	77
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	78
CAPÍTULO III.....	80
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	80
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	80
3.2. ENFOQUE.....	80
3.3. ALCANCE O NIVEL.....	81
3.4. DISEÑO.....	81
3.5. POBLACIÓN.....	82
3.6. MUESTRA.....	82
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS...	83
3.7.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	83
3.7.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	83
3.8. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	84

3.8.1. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS	84
3.8.2. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	85
3.9. ASPECTOS ÉTICOS.	86
CAPÍTULO IV.....	88
RESULTADOS.....	88
4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS.	88
4.1.1. APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DEL MÉTODO PCI.....	89
4.1.2. APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN SEGÚN EL MTC PERÚ.	108
4.1.3. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DEL PCI Y MTC PERÚ.....	113
4.2. RESULTADOS INFERENCIALES.....	117
4.2.1. NORMALIDAD DE DATOS.....	117
4.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	119
4.2.3. PROPUESTA TÉCNICA DE INTERVENCIÓN.	126
CAPITULO V.....	130
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	130
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES.....	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139
ANEXOS.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos de Calificación del PCI.....	44
Tabla 2 Longitudes de unidades de muestreo asfálticas	45
Tabla 3 Niveles de severidad para huecos	63
Tabla 4 Deterioros y/o fallas según el MTC Perú.....	70
Tabla 5 Tipos de Condición según el MTC Perú.....	71
Tabla 6 Tipos de Conservación según el MTC Perú.....	72
Tabla 7 Operacionalización de Variables:.....	78
Tabla 8 Coordenadas de ubicación de los tramos de vía evaluadas	88
Tabla 9 Eje vial del Jr. Los Alisos	88
Tabla 10 Eje vial del Jr. Los Vilcos	89
Tabla 11 Evaluación del criterio PCI en la UM1 del Jr. Los Alisos.....	90
Tabla 12 Evaluación del criterio PCI en la UM3 del Jr. Los Alisos.....	93
Tabla 13 Evaluación del criterio PCI en la UM5 del Jr. Los Alisos.....	95
Tabla 14 Evaluación del criterio PCI en la UM7 del Jr. Los Alisos.....	97
Tabla 15 Evaluación del criterio PCI en la UM9 del Jr. Los Alisos.....	98
Tabla 16 Evaluación del criterio PCI en la UM11 del Jr. Los Alisos.....	99
Tabla 17 Evaluación del criterio PCI en la UM1 del Jr. Los Vilcos.....	101
Tabla 18 Evaluación del criterio PCI en la UM3 del Jr. Los Vilcos.....	103
Tabla 19 Evaluación del criterio PCI en la UM5 del Jr. Los Vilcos.....	104
Tabla 20 Evaluación del criterio PCI en la UM7 del Jr. Los Vilcos.....	105
Tabla 21 Evaluación del criterio PCI en la UM9 del Jr. Los Vilcos.....	106
Tabla 22 Evaluación del criterio PCI en la UM11 del Jr. Los Vilcos.....	107
Tabla 23 Evaluación del criterio MTC Perú en la UM1 del Jr. Los Alisos. .	110
Tabla 24 Evaluación del criterio MTC Perú en la UM2 del Jr. Los Alisos. .	110
Tabla 25 Evaluación del criterio MTC Perú en la UM1 del Jr. Los Vilcos. .	112
Tabla 26 Evaluación del criterio MTC Perú en la UM2 del Jr. Los Vilcos. .	112
Tabla 27 Comparativo de resultados PCI y MTC Perú en Jr. Los Alisos...	115
Tabla 28 Comparativo de resultados PCI y MTC Perú en Jr. Los Vilcos...	116
Tabla 29 Normalidad de los datos PCI del Jr. Los Alisos.	117
Tabla 30 Normalidad de los datos PCI del Jr. Los Vilcos.	117
Tabla 31 Normalidad de los datos MTC Perú del Jr. Los Alisos.	118
Tabla 32 Normalidad de los datos MTC Perú del Jr. Los Vilcos.	118

Tabla 33 Evaluación de la H1.....	120
Tabla 34 Evaluación de la H2.	122
Tabla 35 Valores estandarizados de los resultados del PCI y MTC Perú..	123
Tabla 36 Evaluación de la H3.	124
Tabla 37 Clasificación del estado del pavimento según el índice PCI y estrategia de intervención recomendada	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva de deterioro del pavimento.....	39
Figura 2 Factores que afectan el comportamiento de los pavimentos.	40
Figura 3 Flujograma para la evaluación superficial de pavimentos.....	42
Figura 4 Formato de exploración de condición para pavimento asfaltico. ...	45
Figura 5 Piel de cocodrilo	49
Figura 6 Exudación	50
Figura 7 Agrietamiento en bloque	51
Figura 8 Abultamientos y Hundimientos	52
Figura 9 Corrugación	53
Figura 10 Depresión	54
Figura 11 Grieta de Borde	55
Figura 12 Grieta de Reflexión de Junta	57
Figura 13 Desnivel Carril / Berma.....	58
Figura 14 Grietas Longitudinales y transversales	59
Figura 15 Parcheo y acometidas	61
Figura 16 Pulimento de Agregados.....	61
Figura 17 Huecos.....	63
Figura 18 Cruce de vía férrea	63
Figura 19 Ahuellamiento	65
Figura 20 Desplazamiento	66
Figura 21 Grietas parabólicas.....	67
Figura 22 Hinchamiento.....	68
Figura 23 Desprendimiento de Agregados	69
Figura 24 Falla de piel de cocodrilo en la UM1 del Jr. Los Alisos.....	91
Figura 25 Falla de agrietamiento en bloque en la UM1 del Jr. Los Alisos. ..	91
Figura 26 Falla de parcheo en la UM1 del Jr. Los Alisos.....	92
Figura 27 Falla de huecos en la UM1 del Jr. Los Alisos.	92
Figura 28 Falla de desprendimiento de agregados en la UM1 del Jr. Los Alisos.	93
Figura 29 Falla de piel de cocodrilo en la UM3 del Jr. Los Alisos.....	94
Figura 30 Falla de parcheo en la UM3 del Jr. Los Alisos.....	94
Figura 31 Falla de huecos en la UM3 del Jr. Los Alisos.	95

Figura 32 Falla de piel de cocodrilo en la UM5 del Jr. Los Alisos.....	96
Figura 33 Falla de huecos en la UM5 del Jr. Los Alisos.	96
Figura 34 Falla de parcheo en la UM7 del Jr. Los Alisos.....	97
Figura 35 Falla de desprendimiento de agregados en la UM7 del Jr. Los Alisos.	98
Figura 36 Falla de desprendimiento de agregados en la UM9 del Jr. Los Alisos.	99
Figura 37 Falla de desprendimiento de agregados en la UM11 del Jr. Los Alisos.	100
Figura 38 Tendencia de la condición del pavimento (PCI) en el Jr. Los Alisos.	100
Figura 39 Falla de parcheo en la UM1 del Jr. Los Vilcos.....	102
Figura 40 Falla de huecos en la UM1 del Jr. Los Vilcos.	102
Figura 41 Falla de piel de cocodrilo en la UM3 del Jr. Los Vilcos.....	103
Figura 42 Falla de huecos en la UM3 del Jr. Los Vilcos.	103
Figura 43 Falla de piel de cocodrilo en la UM5 del Jr. Los Vilcos.....	104
Figura 44 Falla de parcheo en la UM5 del Jr. Los Vilcos.....	105
Figura 45 Falla de huecos en la UM7 del Jr. Los Vilcos.	106
Figura 46 Falla de desprendimiento de agregados en la UM9 del Jr. Los Vilcos.	107
Figura 47 Falla de desprendimiento de agregados en la UM11 del Jr. Los Vilcos.	108
Figura 48 Tendencia de la condición del pavimento (PCI) en el Jr. Los Vilcos.	108
Figura 49 Tendencia de la condición del pavimento (MTC Perú) en el Jr. Los Alisos.	111
Figura 50 Tendencia de la condición del pavimento (MTC Perú) en el Jr. Los Vilcos.	113
Figura 51 Evaluación de la H1.....	120
Figura 52 Evaluación de la H2.....	122
Figura 53 Evaluación de la H3.....	125

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal comparar los métodos de evaluación PCI y MTC Perú, para determinar las diferencias en el nivel de sensibilidad y criterio técnico al momento de valorar el estado de conservación de la superficie del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025. Metodológicamente, el estudio fue de tipo aplicado, con diseño comparativo y enfoque cuantitativo; se consideró como población los tramos de vía comprendidos entre las progresivas 0+000 hasta 0+400 de cada jirón, y como técnicas de análisis se emplearon la estadística descriptiva, la estandarización cualitativa de datos y la prueba paramétrica t de Student para muestras dependientes.

Los resultados demostraron que el método PCI presenta alta sensibilidad y capacidad de discriminación, con coeficientes de variación de 35,61 % y 37,49 %, reflejando fielmente la heterogeneidad real de la vía y clasificando los tramos principalmente en estado REGULAR. Por el contrario, el método MTC Perú evidenció muy baja sensibilidad ante daños dispersos, con coeficientes de variación de 5,51 % y 0,79 %, realizando una valoración global y conservadora que homogeneiza los resultados y clasifica sistemáticamente los tramos en estado BUENO. Finalmente, al contrastar estadísticamente ambos criterios mediante valores estandarizados, se obtuvo una diferencia de -1,00 y 1,20 puntos entre medias y valores p de 0,002 y $p < 0,001$, menores al nivel de significancia de 0,05, lo que comprueba que las diferencias encontradas son altamente significativas y no debidas al azar. Estos hallazgos fueron consistentes y coincidieron con lo reportado en antecedentes nacionales e internacionales, validando que cada método responde a principios técnicos y finalidades distintas.

Se concluye técnicamente que ambos métodos son válidos para la evaluación de pavimentos, pero no son equivalentes: el PCI es más detallado y orientado al diagnóstico técnico, mientras que el MTC Perú es funcional y orientado a la gestión administrativa, existiendo diferencias marcadas en su sensibilidad y criterio de clasificación cualitativa para una misma vía evaluada.

Palabras claves: Evaluación de pavimentos, método PCI, método MTC Perú, sensibilidad al deterioro, valoración cualitativa, diferencias significativas.

ABSTRACT

The main objective of this research was to compare the PCI and MTC Perú evaluation methods to determine the differences in sensitivity and technical criteria when assessing the condition of asphalt pavement surfaces on Los Alisos and Los Vilcos streets in the Pillco Marca district of Huánuco, Peru, in 2025. Methodologically, the study was applied, with a comparative design and a quantitative approach. The population consisted of road sections between kilometer markers 0+000 and 0+400 on each street. Descriptive statistics, qualitative data standardization, and the Student's t-test for paired samples were used for data analysis.

The results demonstrated that the PCI method exhibits high sensitivity and discriminatory power, with coefficients of variation of 35,61 % and 37,49 %, respectively, accurately reflecting the road's heterogeneity and classifying the sections primarily as being in FAIR condition. Conversely, the MTC Peru method showed very low sensitivity to dispersed damage, with coefficients of variation of 5,51 % and 0,79 %, performing a global and conservative assessment that homogenizes the results and systematically classifies the sections as being in GOOD condition. Finally, when statistically comparing both criteria using standardized values, a constant difference of -1.00 point was obtained between the means, with p -values of 0,002 and p -values $< 0,001$, both below the significance level of 0,05. This confirms that the differences found are highly significant and not due to chance. These findings were consistent with and coincided with those reported in national and international studies, validating that each method is based on different technical principles and purposes.

It is technically concluded that both methods are valid for pavement evaluation, but they are not equivalent: the PCI method is more detailed and geared towards technical diagnosis, while the MTC Peru method is functional and oriented towards administrative management. There are marked differences in their sensitivity and qualitative classification criteria for the same evaluated roadway.

Keywords: Pavement evaluation, PCI method, MTC Peru method, sensitivity to deterioration, qualitative assessment, significant differences.

INTRODUCCIÓN

El pavimento asfáltico constituye la infraestructura básica que permite la movilidad urbana, el transporte de bienes y el desarrollo de las actividades diarias de una población; reconocido por organismos internacionales como la Organización Mundial de Carreteras como un activo fundamental para la integración territorial y el bienestar social. Sin embargo, en todo el mundo, mantener estas vías en condiciones adecuadas representa un reto constante. Según reportes de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC, 2022), más del 40 % de las calzadas en ciudades de países en vías de desarrollo muestran algún grado de deterioro que afecta su funcionamiento o seguridad, una situación que se agrava por el incremento del tráfico vehicular, el paso de cargas pesadas, las condiciones climáticas adversas y, sobre todo, por la falta de criterios uniformes al momento de evaluar su estado real.

En el contexto nacional, la realidad peruana muestra estas mismas dificultades a gran escala. Más del 60 % de las vías urbanas del país presentan problemas de conservación, y uno de los mayores obstáculos que enfrentan las municipalidades es la diversidad de normas técnicas que se aplican. Muchas veces, se obtienen diagnósticos distintos para una misma vía simplemente porque se usaron criterios diferentes, lo que genera confusión al momento de planificar el mantenimiento o asignar presupuestos (Revista Técnica Vial, 2023).

Esta problemática se observa claramente en la región Huánuco, y específicamente en su capital, donde las calles asfaltadas muestran un deterioro progresivo, visible a través de fisuras, desgastes e irregularidades que afectan la comodidad y seguridad del tránsito. Sin embargo, hasta el momento, las evaluaciones técnicas que se realizan no explican ni diferencian claramente qué mide cada metodología, usándose de forma indistinta el método PCI y el método del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC Perú), las cuales responden a filosofías distintas y arrojan valores que no siempre son comparables. A pesar de que existen normativas vigentes, no se han realizado estudios locales que determinen con exactitud cuáles son esas diferencias, qué tan sensibles son ante los daños y cuál es el criterio técnico que sigue cada una. En este escenario, los jirones Los Alisos y Los

Vilcos, ubicados en el distrito de Pillco Marca, representan un caso típico de esta situación, al presentar una superficie heterogénea donde conviven tramos en buen estado con sectores deteriorados, lo que los hace un escenario ideal para este análisis.

Es así como nace la presente investigación, titulada: Análisis comparativo de los métodos PCI y MTC Perú en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco 2025.

Del capítulo I: Se inició con la descripción del problema, explicando la realidad problemática a nivel global, nacional y local, planteando la formulación del problema a través del general y específicas, así como el propósito central de este trabajo es determinar las diferencias en el nivel de sensibilidad y en el criterio técnico que tiene cada método al momento de valorar el estado de conservación de la superficie asfáltica. Para cumplir con este objetivo, se han planteado tres propósitos específicos: primero, evaluar la capacidad del método PCI para identificar y diferenciar las condiciones de la vía, así como su respuesta ante daños localizados; segundo, analizar el comportamiento del método MTC Perú y cómo reacciona ante la variabilidad de defectos que suelen presentarse en las calles; y tercero, realizar la comparación estadística de ambos resultados mediante un proceso de estandarización cualitativa, para establecer si las diferencias encontradas son significativas o si se pueden considerar equivalentes, su justificación principal en la necesidad práctica de contar con información clara y confiable, que permita a los encargados de la gestión vial elegir el método correcto según lo que necesiten conocer: si requieren detalles técnicos para reparaciones, o una visión global para administración. Teóricamente, se aporta al conocimiento local al contrastar los fundamentos de cada norma y ver cómo funcionan en nuestra realidad. Metodológicamente, se propone una forma de homologar resultados de escalas distintas, lo cual es un aporte para futuros trabajos. Es importante mencionar las limitaciones de esta investigación: el estudio se centra exclusivamente en la evaluación del estado superficial y en la comparación de criterios, por lo que no abarca el diseño de estructuras, el cálculo de costos de obra ni la evaluación de la capacidad portante del pavimento, aspectos que quedan fuera del alcance definido.

El Capítulo II: se explicaron las bases teóricas, como también los antecedentes a nivel internacional, nacional y local basados en la línea de investigación, describiendo las definiciones conceptuales, además se plantearon la hipótesis general y específicas, tanto como la definición de las variables independiente y dependiente.

Para el capítulo III: se expuso la metodología a usar en el estudio de investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo con un nivel descriptivo – comparativo, mediante un diseño no experimental, teniendo como población a las vías de los jirones Los Alisos y Los Vilcos, así como las muestras determinadas por los métodos PCI resultando 11 unidades muestrales para el jirón Los Alisos y 12 unidades muestrales para el jirón Los Vilcos y 2 unidades muestras para el método MTC Perú en ambos jirones, aplicando los formatos de recolección de datos, tabulaciones, sistematización y proceso en gabinete.

En el capítulo IV: se presentaron los valores obtenidos mediante tablas y figuras que permitieron tener una base técnica sólida teniendo en cuenta las hipótesis y las pruebas estadísticas correspondientes, para que las autoridades municipales y entidades competentes tomen decisiones fundamentadas, resolviendo la confusión actual sobre el uso de estas metodologías. Con esto, se espera contribuir a una gestión más eficiente de los recursos destinados a la conservación vial, asegurando que las intervenciones se realicen de manera adecuada y que las vías de la población de Huánuco mantengan condiciones óptimas para la movilidad.

Para el capítulo V: se exhibe la discusión de resultados, así como el contraste de investigaciones que antecedieron a la investigación, tanto de las evaluaciones de campo y los criterios aplicados en los métodos PCI y MTC Perú.

Por último, se describen las conclusiones del estudio, recomendaciones pertinentes, las referencias bibliográficas utilizadas y se adjunta los anexos complementarios a la tesis.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La gestión y evaluación del estado superficial de los pavimentos constituye un desafío técnico a nivel mundial debido al incremento constante del tránsito vehicular, la variabilidad climática y la limitada vida útil de los materiales tradicionales. En numerosos países, el deterioro acelerado de las vías genera altos costos de mantenimiento y afecta indicadores de seguridad vial y eficiencia del transporte. Para reducir dichos impactos, los sistemas internacionales de evaluación, como el Pavement Condition Index (PCI), se han consolidado como herramientas estandarizadas que permiten cuantificar el estado superficial mediante la identificación sistemática de fallas y su severidad. Su uso se ha extendido ampliamente en Norteamérica, Europa y Asia, como parte de los sistemas modernos de gestión de pavimentos.

En el contexto de América Latina, la problemática del deterioro superficial es aún más crítica. El crecimiento urbano desordenado, la falta de mantenimiento periódico y el limitado presupuesto para intervenciones han provocado que muchas redes viales presenten condiciones deficientes. Si bien países como Chile, Colombia, México y Brasil han incorporado metodologías estandarizadas para la evaluación superficial, estas aún no se aplican de manera uniforme. En el caso de países en desarrollo, diversos estudios señalan que las evaluaciones basadas únicamente en inspección visual empírica generan decisiones de mantenimiento poco precisas, lo que incrementa los costos operativos y disminuye la vida útil del pavimento.

En el Perú, la problemática del deterioro vial es una constante tanto en vías metropolitanas como en redes urbanas secundarias. Las fluctuaciones térmicas, la radiación solar intensa, las precipitaciones y el incremento del parque automotor influyen significativamente en el deterioro prematuro del pavimento asfáltico. Si bien existen metodologías oficiales como las propuestas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC Perú) para la evaluación superficial y el mantenimiento rutinario, estas se basan principalmente en la clasificación de fallas y la inspección visual descriptiva. A diferencia del PCI, no todas las metodologías nacionales disponen de un

índice cuantificable que permita comparar objetivamente la severidad y la extensión del deterioro.

En la región Huánuco, esta situación es particularmente evidente debido a factores climáticos propios de la zona, como la exposición prolongada al sol, lluvias estacionales y variaciones térmicas significativas, que aceleran el fisuramiento, el desprendimiento de material y la deformación del pavimento. El distrito de Pillco Marca no es ajeno a esta problemática, debido a que un gran número de jirones y avenidas presentan deterioros visibles que afectan la transitabilidad vehicular, elevan los tiempos de viaje y generan mayores costos de operación y mantenimiento.

En los jirones Los Alisos y Los Vilcos se evidencia un deterioro superficial progresivo del pavimento asfáltico, reflejado en fisuras, baches, desprendimiento de agregados y deformaciones que afectan la seguridad vial y la continuidad del transporte urbano. No obstante, no se cuenta con una evaluación superficial técnica y sistematizada que permita determinar de manera objetiva el tipo de intervención más adecuada para su rehabilitación. La falta de dicha evaluación técnica dificulta gestionar o solicitar mantenimientos o rehabilitación del pavimento ante la autoridad competente.

Ante esta situación, se plantea la necesidad de realizar una evaluación del pavimento mediante dos metodologías reconocidas: el método del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el método del Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial (MTC Perú), con el propósito de obtener datos cuantificables, verificables y adaptados a la realidad del entorno urbano. La aplicación conjunta de ambos métodos permitirá comparar sus resultados e identificar cuál de ellos ofrece una mayor precisión, consistencia y capacidad de diagnóstico, para de esa manera establecer una opción confiable y viable para la evaluación superficial de pavimentos flexibles. Asimismo, se obtendrá una evaluación específica del estado del pavimento en los jirones Los Alisos y Los Vilcos, información técnica adecuada para iniciar las gestiones correspondientes y solicitar la rehabilitación o mantenimiento de los tramos de vía.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera se puede contrastar la diferencia de los resultados entre los métodos PCI y MTC Perú, al ser aplicados para la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025?.

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿De qué manera realizar la aplicación de los criterios del método del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025?.

¿De qué manera realizar la aplicación de los criterios de valoración establecidos en el Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial (MTC Perú) para la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025?.

¿De qué manera realizar el análisis comparativo entre los resultados obtenidos por los métodos PCI y MTC Perú, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025?.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Contrastar la diferencia de los resultados entre los métodos PCI y MTC Perú, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Aplicar los criterios del método del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.

Aplicar los criterios de valoración establecidos en el Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial (MTC Perú) en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.

Realizar el análisis comparativo entre los resultados obtenidos por los métodos PCI y MTC Perú, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de esta investigación responde a la necesidad técnica y social de contar con un diagnóstico fiable y fundamentado sobre la condición en que se encuentran los pavimentos de la zona de estudio. La relevancia del trabajo radica en la comparación de dos herramientas de evaluación de distinto origen y enfoque, cuya aplicación permitirá determinar cuál se ajusta mejor a la realidad de las vías urbanas de la región, aportando criterios objetivos para una adecuada gestión de la infraestructura. La información que se obtenga no solo servirá para caracterizar el estado actual de los jirones Los Alisos y Los Vilcos, sino que también será de utilidad para orientar la toma de decisiones, optimizar recursos y mejorar las intervenciones viales, sustentando su importancia desde los puntos de vista práctico, teórico y metodológico.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

En el ámbito práctico, este estudio aporta información valiosa y detallada sobre el estado superficial de los pavimentos analizados, datos que actualmente no se registran de forma técnica ni sistematizada en la zona. Los resultados obtenidos permitirán a las autoridades competentes y a la población en general, conocer con precisión los tipos de daños presentes, su gravedad y su extensión, facilitando la planificación de labores de mantenimiento o rehabilitación de manera priorizada y eficiente. Al contrastar los resultados de los métodos PCI y MTC Perú, se podrá definir cuál ofrece mayor seguridad en el diagnóstico para este contexto específico, lo cual servirá de guía para evaluar otras vías del distrito en el futuro. De esta forma, se contribuye directamente a mejorar la calidad de la vía, la seguridad de los usuarios y la durabilidad de la infraestructura existente.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Desde una perspectiva teórica, la investigación fortalece el cuerpo de conocimientos relacionados con la evaluación de pavimentos, al

profundizar en el análisis comparativo de dos metodologías consolidadas: una de referencia internacional y otra establecida en la normativa nacional. Aunque ambas son ampliamente empleadas, existen escasos trabajos que detallen sus diferencias, alcances y limitaciones cuando se aplican en entornos urbanos con condiciones climáticas, de tránsito y constructivas similares a las de Pillco Marca. Este análisis permitirá identificar las ventajas y particularidades de cada criterio de evaluación, generando nuevo conocimiento que enriquecerá los estudios sobre comportamiento de pavimentos y servirá como antecedente para futuras investigaciones que requieran evaluar vías flexibles en la región.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

En lo que respecta al aspecto metodológico, el trabajo adquiere importancia al aplicar y contrastar dos procedimientos que, aunque comparten el fin de evaluar el pavimento, utilizan criterios y escalas de valoración diferentes. La ejecución paralela de ambos métodos permitirá verificar su nivel de precisión, su consistencia y su facilidad de adaptación a las características locales, determinando cuál ofrece un diagnóstico más completo o adecuado para el tipo de fallas que se presentan en la zona. Además, se detalla y valida una secuencia de pasos para la recolección y procesamiento de datos que puede ser replicada en otras vías, aportando una referencia técnica sólida para estandarizar procesos de inspección visual y evaluación de pavimentos dentro del ámbito local y regional.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de esta investigación presenta ciertos alcances y restricciones definidas por el contexto, la metodología empleada y los recursos disponibles. En primer lugar, el estudio se circunscribe al año 2025, por lo que los resultados obtenidos reflejan exclusivamente el estado de los pavimentos en ese periodo determinado; es posible que, en el futuro, debido al paso del tiempo, al incremento del tránsito vehicular, a las condiciones climáticas o a intervenciones realizadas posteriormente, la condición de las vías varíe, por lo que los hallazgos tienen validez temporal acotada. Asimismo, el análisis se concentra únicamente en los jirones Los Alisos y Los Vilcos, por

lo que las conclusiones a las que se llegue no pueden extenderse de forma automática a otras vías del distrito o de la región, ya que cada tramo presenta características particulares que requieren evaluación propia.

Desde el punto de vista metodológico, tanto el índice PCI como el procedimiento del MTC Perú se basan fundamentalmente en la inspección visual, lo cual implica que, aun siguiendo estrictamente los protocolos establecidos, podría existir un margen mínimo de subjetividad al momento de identificar, clasificar o medir la severidad de los daños encontrados. Además, existen diferencias conceptuales y de escala entre ambas herramientas.

En el ámbito operativo, el desarrollo del trabajo está sujeto a la disponibilidad de tiempo, al equipo de trabajo y a los medios logísticos necesarios para recorrer y registrar toda la extensión de las vías estudiadas, lo que podría condicionar el nivel de detalle en la recolección de datos. Finalmente, es importante señalar que el análisis se limita exclusivamente a la evaluación del estado superficial del pavimento; no se considerarán ensayos de laboratorio, mediciones deflectométricas ni estudios de capacidad estructural, por lo que no se emitirán juicios sobre la capacidad portante de la vía, sino únicamente sobre su estado de conservación y funcionamiento.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación fue viable desde los aspectos técnico, operativo, metodológico y económico. Desde el punto de vista técnico, los métodos PCI y MTC Perú cuentan con procedimientos establecidos y documentación técnica que permitió su aplicación de manera ordenada. Asimismo, debido a que ambos métodos se sustentan principalmente en la identificación y evaluación de las condiciones superficiales del pavimento, no fue necesario disponer de equipos especializados o instrumentos de elevada complejidad. Esto facilitó la ejecución del trabajo de campo y permitió recopilar la información de manera sistemática y uniforme.

En cuanto al aspecto operativo, los jirones Los Alisos y Los Vilcos, ubicados en el distrito de Pillco Marca, presentaron condiciones de accesibilidad que facilitaron el desarrollo de las actividades de campo. La recopilación de información se efectuó mediante recursos e instrumentos básicos, entre ellos cinta métrica, cámara fotográfica y fichas de registro, los

cuales permitieron identificar, medir y documentar las fallas superficiales existentes en el pavimento asfáltico.

Respecto a la viabilidad económica, la investigación fue desarrollada con una inversión moderada, debido a que la aplicación de los métodos de evaluación considerados no requirió equipos de alto costo ni la realización de ensayos de laboratorio. Los gastos generados fueron asumidos de acuerdo con las posibilidades económicas del investigador. En este sentido, la metodología comparativa entre los métodos PCI y MTC Perú resultó factible para analizar y establecer diferencias en la evaluación de la condición superficial del pavimento asfáltico de los jirones estudiados.

1.6.1. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS FINANCIEROS

La investigación fue financiada íntegramente con recursos económicos propios del investigador. Para su ejecución no se requirió financiamiento, subvención o aporte económico proveniente de instituciones públicas o privadas.

1.6.2. DISPONIBILIDAD ÉTICA

El estudio se desarrolló mediante actividades de evaluación in situ, registrando las condiciones reales observadas en el pavimento asfáltico de los jirones Los Alisos y Los Vilcos. La información obtenida durante el trabajo de campo fue registrada y procesada de manera objetiva, procurando mantener la veracidad de los datos recopilados. Asimismo, las actividades realizadas no implicaron intervenciones físicas sobre la infraestructura vial ni generaron alteraciones significativas en el entorno. El estudio tampoco involucró procedimientos que ocasionaran afectaciones sociales, ambientales o económicas a terceros o al Estado.

1.6.3. DISPONIBILIDAD METODOLÓGICA

La investigación titulada Análisis comparativo de los métodos PCI y MTC Perú en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco 2025, contó con una metodología acorde con el propósito y los objetivos planteados. La aplicación sistemática de los métodos PCI y MTC Perú permitió recopilar, procesar y analizar la información correspondiente a las condiciones superficiales del pavimento, posibilitando el cumplimiento de los objetivos establecidos en el estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Agyei, Denteh, Asamoah, y Aboah (2024) en su investigación titulada: “PaveCap: sistema automatizado para la evaluación de pavimentos mediante visión computacional”, realizada en la Kwame Nkrumah University of Science and Technology. Presentan como objetivo el desarrollo de un sistema tecnológico capaz de identificar fallas superficiales en pavimentos mediante visión computacional, con la finalidad de estimar el Índice de Condición del Pavimento (PCI) sin requerir intervención humana directa en la medición. La investigación se centró en evaluar la precisión y fiabilidad de este sistema en comparación con las inspecciones manuales que tradicionalmente realizan los expertos en campo; para lograrlo, implementaron algoritmos de aprendizaje automático encargados de procesar imágenes capturadas en la vía, logrando reconocer patologías específicas como grietas longitudinales, grietas en bloque, baches y desprendimientos de material. Los resultados obtenidos demostraron que el sistema alcanzó una precisión promedio del 87 % al momento de clasificar los distintos tipos de fallas, además de registrar un índice de correlación de 0,92 respecto al valor del PCI determinado mediante el método convencional. Se concluye que la metodología PCI se mantiene como el estándar fundamental a nivel internacional y que es totalmente compatible con tecnologías emergentes, evidenciando que la automatización puede fortalecer la objetividad, velocidad y cobertura de los procesos de evaluación superficial.

Almeida (2021) en su investigación titulada: “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la Avenida 3 de julio del Cantón El Carmen”, presentada en la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Planteó como objetivo principal evaluar detalladamente la condición superficial del pavimento flexible de la Avenida 3 de julio, aplicando estrictamente los lineamientos

establecidos por la metodología del Pavement Condition Index (PCI). El ámbito de estudio comprendió un tramo de 3.840 metros lineales, dentro del cual se definieron estratégicamente 15 unidades muestrales homogéneas para realizar el levantamiento sistemático de información en campo, donde se identificaron y caracterizaron todos los tipos de fallas presentes, considerando su extensión y su nivel de severidad. Tras el procesamiento y análisis de los datos recolectados, se obtuvo como resultado un Índice de Condición de Pavimento promedio de 79,50, valor que permitió clasificar el estado de la vía como Muy Bueno, lo cual evidencia un nivel reducido de deterioro y un adecuado comportamiento tanto estructural como funcional de la infraestructura evaluada. Se concluye que la aplicación del método PCI constituye una herramienta eficaz para evaluar de manera objetiva y cuantificable la condición del pavimento, resaltando la importancia de realizar este tipo de evaluaciones de forma periódica, ya que permiten garantizar la conservación de la vía y planificar oportunamente las actividades de mantenimiento que sean necesarias.

Mora y Fuentes (2021) en su investigación titulada: “Evaluación funcional del pavimento de la Diagonal 8 y la Avenida El Peñón desde la calle 40 hasta la calle 48 del municipio de Girardot, mediante la metodología PCI”, presentada en la Universidad Piloto de Colombia. Propuso como objetivo determinar el estado de conservación y funcionamiento del pavimento asfáltico existente en el tramo vial conformado por la Diagonal 8 y la avenida el Peñón, en el trayecto comprendido entre la calle 40 y la calle 48 del Municipio de Girardot. El proceso de investigación abarcó la evaluación detallada de 109 unidades muestrales, en las cuales se contabilizó y clasificó un total de 799 daños distribuidos en toda la vía estudiada. Entre los hallazgos principales, se determinó que el daño generado por parcheos antiguos y afectaciones por acometidas de servicios públicos alcanzó una representación del 22,65 %, mientras que patologías más graves como abultamientos y ahuellamientos presentaron una incidencia mínima de apenas el 0,38 %. De la misma manera, el procesamiento de la información permitió obtener un valor de PCI de 51,84, cifra que categorizó el estado del

pavimento como Regular. Se concluye que la mayor parte de los daños identificados en el tramo vial presentan una severidad de nivel medio, por lo que urge su intervención antes de que dichas afectaciones evolucionen a estados críticos y se requieran inversiones mucho mayores para su recuperación.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Flores y Honores (2024) en su investigación titulada: “Evaluación superficial del pavimento flexible de la Ruta SM-113 mediante los métodos PCI, VIZIR y MTC Perú”, presentada en la Universidad César Vallejo. Plantearon como objetivo principal comparar el nivel de eficacia y precisión de tres distintas metodologías de evaluación superficial — PCI, VIZIR y MTC Perú—, con el fin de definir cuál de ellas aporta un diagnóstico más fiable y funcional para los procesos de gestión del mantenimiento vial. En el desarrollo del estudio, evaluaron un recorrido total de 5,2 km correspondiente a la Ruta SM-113, el cual fue dividido en 22 unidades muestrales homogéneas, permitiendo así la aplicación paralela de los tres procedimientos y asegurando la equivalencia para su comparación. Los resultados derivados del método PCI permitieron identificar con mayor exactitud tanto la severidad como la tipología de los daños existentes, arrojando un índice promedio de 56 puntos, valor que clasificó el estado del pavimento como Regular. Por su parte, la aplicación del método VIZIR determinó una condición general catalogada como Media para la mayor parte del tramo, destacando como fallas predominantes las fisuras longitudinales y la exudación de material asfáltico. De igual forma, los resultados obtenidos bajo los criterios del MTC Perú clasificaron la infraestructura en condición Deficiente, recomendando priorizar acciones de mantenimiento periódico y correctivo de forma inmediata. Los autores concluyeron que el PCI se posiciona como el método más preciso cuando se requieren diagnósticos detallados y técnicos, mientras que el procedimiento del MTC Perú resulta más práctico y funcional para la programación de intervenciones y la asignación de recursos económicos. Finalmente, determinaron que la combinación de ambos sistemas PCI y MTC Perú genera el análisis más integral, al conjugar el rigor técnico del índice

internacional con la aplicabilidad operativa de la norma nacional, permitiendo una toma de decisiones más adecuada y eficiente.

Valdivia (2023) en su investigación titulada: “Análisis comparativo de los métodos PCI, VIZIR y MTC en la evaluación del pavimento flexible de la Av. B del distrito de Comas en 2023”, presentada en la Universidad Tecnológica del Perú indica que la evaluación superficial realizada en la avenida B, ubicada en el distrito de Comas, evidenció que el pavimento fue clasificado en estado Bueno mediante las metodologías PCI y MTC, mientras que el método VIZIR lo ubicó en una condición Marginal. La comparación entre estas metodologías permitió no solo determinar el estado de conservación del pavimento, sino también identificar las coincidencias y diferencias en sus criterios de evaluación, proporcionando una base técnica más amplia para interpretar los resultados, seleccionar las medidas de intervención más apropiadas y contribuir a la mejora de la serviciabilidad de la vía.

El análisis comparativo demostró que la confrontación entre las metodologías PCI, VIZIR y MTC no modifica los parámetros de evaluación establecidos por cada procedimiento, ya que estos se encuentran definidos en sus respectivas normas y lineamientos técnicos. No obstante, la comparación permitió reconocer las fortalezas y limitaciones de cada metodología, aportando información que podría ser considerada en futuras actualizaciones o en el desarrollo de herramientas de evaluación que integren las principales ventajas de cada método sin perder el carácter visual y no destructivo.

La comparación entre los métodos evaluados permitió establecer diferencias en el nivel de confiabilidad de los resultados obtenidos. Se observó una mayor concordancia entre las metodologías PCI y MTC, mientras que el método VIZIR presentó apreciaciones distintas respecto a la condición del pavimento. Estas diferencias están asociadas a aspectos propios de cada procedimiento, como el número de unidades de evaluación, los tipos de deterioro considerados y la metodología de cálculo empleada. En este contexto, el método PCI destacó por ofrecer una evaluación más detallada, al considerar un mayor número de fallas y una inspección más minuciosa por unidades de muestra, lo que

favorece la formulación de propuestas de intervención ajustadas a la condición real del pavimento.

En cuanto a las estrategias de intervención, la comparación de los tres métodos permitió consolidar la información obtenida para delimitar seis sectores con características homogéneas de deterioro, facilitando la definición de intervenciones específicas para cada tramo. Esta sectorización contribuye a optimizar la planificación de las actividades de mantenimiento y rehabilitación, favoreciendo una mejora progresiva en las condiciones de servicio y en la percepción de calidad por parte de los usuarios de la vía.

La investigación constituye un aporte tanto teórico como práctico al conocimiento sobre metodologías de evaluación superficial de pavimentos mediante técnicas no destructivas. Los resultados obtenidos amplían la información disponible sobre la aplicación, ventajas y limitaciones de los métodos PCI, VIZIR y MTC, representando una fuente de consulta útil para investigadores, estudiantes, profesionales y entidades responsables de la gestión y conservación de la infraestructura vial.

Finalmente, se concluye que la investigación posee un enfoque aplicado, debido a que proporciona criterios técnicos para la selección de metodologías de evaluación de pavimentos y contribuye a mejorar el proceso de diagnóstico de la infraestructura vial. Asimismo, los resultados obtenidos pueden servir como referencia para la evaluación de otras vías con características similares, favoreciendo la toma de decisiones orientadas a conservar o recuperar adecuadamente la condición funcional de los pavimentos.

Bustamante y Lobato (2023) en su investigación titulada: “Evaluación comparativa del Manual de Conservación Vial MTC con relación al método PCI del pavimento flexible la Av. La Revolución distrito de Ventanilla, 2023”, sustentada en la Universidad Tecnológica del Perú mencionan que la investigación se realizó en una vía de pavimento flexible correspondiente a la avenida La Revolución, ubicada en el distrito de Ventanilla, la cual presenta una longitud de 1.433 m y un ancho promedio de 6 m, conformando un área aproximada de 8.598 m². Debido

a su localización en una zona industrial y a la elevada demanda vehicular que soporta, se efectuó una evaluación comparativa de su estado superficial mediante la aplicación de la metodología PCI y el Manual de Conservación Vial del MTC.

La aplicación del método PCI permitió obtener un índice de condición de 57, valor que ubica al pavimento dentro de la categoría de estado bueno. No obstante, este resultado evidencia la necesidad de implementar medidas de rehabilitación para evitar un deterioro progresivo de la estructura vial.

Por otro lado, la evaluación realizada conforme al Manual de Conservación Vial del MTC (2016) arrojó un puntaje ponderado de 941,57, clasificando igualmente la vía en condición buena; sin embargo, este método plantea como alternativa de intervención únicamente actividades de conservación rutinaria.

En relación con las patologías identificadas, el método PCI determinó que los deterioros predominantes corresponden al desprendimiento de agregados, las áreas parcheadas y las grietas longitudinales y transversales. La evaluación detallada de las 38 unidades de muestra permitió obtener una representación más precisa de la condición real del pavimento. En contraste, el método del MTC identificó principalmente la presencia de peladuras, desprendimientos y fisuras, proporcionando una valoración más general del estado de la vía.

La comparación entre ambas metodologías evidenció diferencias importantes en la sensibilidad de evaluación. Mientras el procedimiento del MTC calificó la totalidad de la vía en estado bueno, el PCI identificó sectores con distintos niveles de deterioro, incluyendo condiciones regulares y malas. Esto demuestra que el método PCI ofrece un mayor grado de detalle y confiabilidad, debido a que considera un número más amplio de tipos de fallas y emplea unidades de evaluación de menor dimensión, permitiendo un diagnóstico más representativo de la realidad del pavimento.

Finalmente, considerando la función estratégica de la avenida La Revolución dentro del sector industrial, se recomienda ejecutar inicialmente actividades de conservación rutinaria, tales como limpieza

de la superficie de rodadura, sellado de fisuras y trabajos de parchado. Posteriormente, y en función de estudios complementarios, deberán implementarse medidas de rehabilitación orientadas a restablecer las condiciones de servicio y prolongar la vida útil de la infraestructura vial.

García (2022) en su investigación titulada: “Análisis comparativo de métodos de evaluación superficial de pavimentos aplicados en vías de acceso al Hospital Rebagliati en Lima, Perú” tesis defendida en la Universidad Ricardo Palma, indica que se efectuó un análisis comparativo del estado de condición de los pavimentos en diversas vías urbanas del distrito de Jesús María mediante la aplicación de las metodologías PCI, VIZIR y MICTFPU. Los resultados evidenciaron diferencias en la sensibilidad y clasificación de cada método. La avenida Húsares de Junín presentó las condiciones más desfavorables, siendo clasificada como **Muy Mala** por el PCI, **Deficiente** por el VIZIR y entre **Deficiente y Regular** por el MICTFPU. En contraste, los jirones coronel Zegarra, Sinchi Roca y Pumacahua mostraron condiciones de servicio más favorables, obteniendo calificaciones que oscilaron entre Satisfactorio, Bueno y Excelente, según la metodología aplicada. Estos resultados demuestran que, aunque los tres procedimientos permiten identificar la condición funcional del pavimento, existen variaciones en la escala de valoración y en la apreciación del nivel de deterioro.

Mediante la aplicación de la prueba estadística de chi-cuadrado de Pearson, con un nivel de significancia de 0,05, se comprobó la existencia de una relación estadísticamente significativa entre las metodologías evaluadas. Asimismo, el análisis por pares indicó que los métodos PCI y MICTFPU presentan el mayor grado de asociación, debido a las similitudes existentes en los criterios empleados para la identificación de fallas y en la categorización del estado de los pavimentos. En consecuencia, el método MICTFPU puede considerarse una herramienta complementaria o una alternativa de evaluación más rápida y práctica. Del mismo modo, se observó que la concordancia entre los métodos es mayor cuando los pavimentos presentan condiciones favorables, mientras que las discrepancias aumentan en vías con niveles de deterioro más severos.

Respecto a las alternativas de intervención, se determinó que la metodología VIZIR resulta más adecuada para la evaluación de vías con estados de deterioro más críticos, como es el caso de la avenida Húsares de Junín, debido a que tiende a proponer intervenciones de mayor envergadura. Por otro lado, en pavimentos que presentan mejores condiciones de servicio, las metodologías PCI y MICTFPU proporcionan recomendaciones más acordes con las necesidades reales de conservación. En función de ello, se planteó la ejecución de una sobre capa estructural para la avenida Húsares de Junín, considerándola candidata a un proceso de rehabilitación en un horizonte de tres a cinco años. Para el jirón coronel Zegarra se recomendó el sellado de grietas y fisuras; para el jirón Sinchi Roca, el sellado de grietas y la renivelación de bermas; mientras que para el jirón Pumacahua se propuso la ejecución de sellado de grietas, renivelación de bermas y tratamientos superficiales destinados a corregir el pulimento y el desprendimiento de agregados.

Gonzales (2021) en su investigación titulada: “Condición superficial de la Av. Interoceánica y Jr. Florida, ciudad de Huaraz, empleando las Metodologías del MTC y PCI, con fines de mantenimiento”, presentada en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Plantea como propósito fundamental determinar la condición superficial real de los dos tramos viales mencionados, mediante la aplicación comparativa del Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial del MTC y del método internacional del Índice de Condición de Pavimentos (PCI), buscando orientar técnicamente las decisiones sobre el tipo de mantenimiento requerido. Para cumplir con el objetivo, llevó a cabo la evaluación en la Avenida Interoceánica (Tramo I) y en el Jirón Florida (Tramo II), registrando detalladamente cada una de las patologías encontradas y clasificándolas según los parámetros y exigencias establecidas por cada una de las normativas. Los resultados obtenidos mediante la normativa del MTC arrojaron puntajes de 860,64 puntos para la Av. Interoceánica y 854,61 puntos para el Jr. Florida, clasificando ambos tramos en condición Buena y recomendando únicamente labores de conservación rutinaria. Sin embargo, al aplicar la metodología PCI

sobre las mismas zonas, se obtuvieron índices de 27,17 y 29,31 respectivamente, valores que ubican a ambas vías en condición Mala, evidenciando la presencia de fallas con niveles de severidad mucho más altos y una necesidad inminente de mantenimiento correctivo. Gonzales concluye que ambas metodologías generan resultados marcadamente contrastantes: mientras que el método del MTC Perú tiende a ser más flexible y está orientado a la programación general de actividades, el PCI ofrece un diagnóstico mucho más estricto y detallado sobre la severidad real de los deterioros. Esto demuestra que la elección del método de evaluación influye directamente y de forma significativa en la priorización de proyectos y en la asignación de presupuesto para la gestión de la infraestructura.

Campos y Trebejo (2021) en su investigación titulada: “Comparación del método de índice de condición del pavimento (PCI) y del método del MTC para la evaluación óptima del pavimento asfáltico”, presentada en la Universidad Ricardo Palma. Plantean como objetivo contrastar los procedimientos del Pavement Condition Index (PCI) y del Método de Mantenimiento o Conservación Vial del MTC, con el propósito de determinar cuál permite definir la intervención más adecuada para la recuperación o cuidado de pavimentos asfálticos. En el desarrollo del estudio, se evaluaron dos sectores diferenciados: la Avenida Pedro Beltrán, ubicada en el distrito de Ventanilla, y la Carretera EMP. PE-3S; en ambos casos se realizó el registro de fallas siguiendo estrictamente los criterios de clasificación establecidos por cada metodología. Los resultados obtenidos mediante el método PCI evidenciaron la presencia de hasta 19 tipos distintos de fallas, clasificando el estado de la Av. Pedro Beltrán entre Justa y Satisfactoria, mientras que la Carretera EMP. PE-3S fue ubicada entre las condiciones Muy Pobre y Grave, reflejando un nivel de deterioro avanzado y una necesidad urgente de intervención. En contraposición, la evaluación realizada con el método del MTC identificó únicamente dos tipos de fallas por cada unidad de análisis, determinando que la Av. Pedro Beltrán presenta una condición Buena, mientras que la Carretera EMP. PE-3S se clasifica simplemente como Regular, obteniendo una valoración mucho menos crítica en

comparación con el PCI. Con base en estos hallazgos, los autores concluyen que ambas metodologías presentan diferencias sustanciales en cuanto al nivel de detalle y al rigor técnico de la evaluación: el PCI permite identificar con mayor precisión la severidad y diversidad de los daños, mientras que el método del MTC ofrece una valoración más general, orientada principalmente a la gestión rutinaria del mantenimiento. Finalmente, proponen como solución técnica para la Av. Pedro Beltrán la ejecución de mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico, mientras que para la Carretera EMP. PE-3S recomiendan una rehabilitación profunda mediante refuerzo estructural, debido al alto grado de deterioro detectado.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Leandro (2024) en su investigación titulada: “Diagnóstico del pavimento rígido de la Av. Juan Velasco Alvarado aplicando el método PCI, distrito de Pillco Marca – Huánuco”, presentada en la Universidad de Huánuco. Tuvo como objetivo evaluar la condición superficial del pavimento rígido de dicha avenida mediante la aplicación del método PCI, con el fin de identificar las fallas existentes y proponer acciones de reparaciones adecuadas. Para el desarrollo del estudio, dividió la vía de 3,22 km de longitud en 14 unidades muestrales, registrando el tipo y la severidad de los daños siguiendo estrictamente los lineamientos establecidos en el manual correspondiente. Los resultados obtenidos determinaron un PCI promedio de 87,29, valor que clasificó el estado de la vía como Excelente, aunque se pudieron identificar fallas puntuales asociadas principalmente a deficiencias en el control de calidad durante la etapa de ejecución del concreto. La autora concluye que, si bien el pavimento mantiene una funcionalidad adecuada para el tránsito, es necesario corregir estas deficiencias específicas para evitar una reducción prematura de su vida útil. Asimismo, recomienda intervenciones puntuales como el ranurado superficial, resellado de juntas y parcheo profundo en las zonas que presentan afectación.

Agüero (2022) en su investigación titulada: “Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI para mejorar la transitabilidad de la Carretera Central – Huánuco”, presentada en la

Universidad César Vallejo. Planteó como objetivo principal evaluar las patologías presentes en un tramo de 1.000 metros de la Carretera Central, comprendido entre el sector Puente Huallaga y el Jr. San Martín de Porras, mediante la metodología PCI, con el fin de proponer alternativas técnicas de intervención. En su proceso metodológico, aplicó las fichas de inspección estandarizadas del método PCI en las diversas unidades muestrales definidas, registrando detalladamente el tipo, severidad y porcentaje de afectación de cada falla detectada. Los resultados evidenciaron la presencia de 9 de las 19 fallas consideradas en el manual PCI, destacando la fisuración en piel de cocodrilo y el pulimiento de agregados como las patologías más representativas en la zona. El índice promedio obtenido fue de 68,48, clasificando el estado del pavimento como Bueno. En función de estos hallazgos, la autora recomendó la ejecución de labores de mantenimiento periódico y reparaciones manuales localizadas en las zonas críticas. Finalmente, concluye que la aplicación del método PCI permitió obtener un diagnóstico objetivo y fundamentar técnicamente las acciones de mantenimiento necesarias para mejorar la transitabilidad y seguridad del tramo evaluado.

Fabian (2021) en su investigación titulada: “Evaluación del estado del pavimento flexible mediante la metodología del PCI de la Avenida Perú, Distrito de Amarilis – Huánuco”, presentada en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Tuvo como propósito determinar la condición superficial del pavimento flexible de la avenida Perú mediante la aplicación del método del Índice de Condición de Pavimentos (PCI), con el fin de identificar las alternativas de mantenimiento más adecuadas para prolongar su vida útil funcional. Para ello, evaluó un total de 13 unidades muestrales, registrando los tipos, grados y severidades de las fallas presentes en todo el tramo estudiado. Los resultados obtenidos arrojaron un PCI promedio de 46, valor que clasificó la vía en condición Regular, lo que evidenció un deterioro significativo que requiere atención técnica inmediata. Asimismo, se identificó que la falla predominante fue el desprendimiento de agregado, con una incidencia del 78.19%, representando este fenómeno el principal factor de pérdida de calidad

funcional de la estructura. Con base en estos resultados, el investigador estableció recomendaciones diferenciadas: para pavimentos en condición Muy Buena y Buena, sugiere ejecutar labores de mantenimiento rutinario; para pavimentos en condición Regular o Pobre, la realización de trabajos de rehabilitación superficial; y para aquellos clasificados como Muy Pobre, la reconstrucción total de la estructura. Finalmente, concluye que la metodología PCI permitió diagnosticar objetivamente la condición del pavimento, evidenciando la urgencia de aplicar intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar la funcionalidad y prolongar la vida útil de la vía.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS

De acuerdo con el MTC (2008), el pavimento constituye un sistema estructural dispuesto sobre la subrasante de una vía, cuya función principal es soportar las cargas generadas por el tránsito vehicular y transmitir las de manera adecuada hacia las capas inferiores. Asimismo, esta estructura contribuye a proporcionar condiciones apropiadas de seguridad y confort para los usuarios durante la circulación. Generalmente, se encuentra constituida por diferentes capas que cumplen funciones específicas, entre ellas la subbase, la base y la capa de rodadura (p. 38).

Según la Norma CE.010 (2010), el pavimento puede entenderse como una estructura constituida por diversas capas que se encuentra apoyada sobre un terreno previamente acondicionado. Su diseño está orientado a soportar las solicitudes producidas por el tránsito durante un período determinado, denominado período de diseño, procurando conservar condiciones apropiadas de funcionamiento y transitabilidad a lo largo de su vida útil. Dentro de esta definición se consideran diferentes tipos de superficies destinadas a la circulación y permanencia de usuarios y vehículos, tales como pistas, áreas de estacionamiento, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías (p. 43).

Styer et al. (2024) señalan que el pavimento constituye una estructura que puede estar conformada por una o varias capas, las cuales presentan diferentes espesores y características según las

exigencias de diseño. Esta estructura se construye sobre un terreno previamente acondicionado y está destinada a soportar la acción de cargas provenientes del tránsito, tanto estáticas como móviles, durante un período establecido. Para garantizar su adecuado funcionamiento y prolongar su vida útil, requiere intervenciones de mantenimiento o tratamientos que permitan conservar sus condiciones de servicio. Entre sus principales funciones se encuentra proporcionar una superficie capaz de resistir el desgaste y ofrecer condiciones adecuadas de deslizamiento, además de mantener estabilidad y permanencia frente a las cargas a las que estará sometida.

Para Mendoza et al. (2024), el pavimento es una estructura de configuración esencialmente horizontal, constituida por diferentes capas diseñadas y ejecutadas técnicamente mediante el empleo de materiales que cumplen determinadas características y que deben alcanzar una adecuada compactación. Estas capas se disponen sobre la subrasante de la vía, la cual resulta de las actividades de movimiento de tierras y acondicionamiento del terreno. Su configuración estructural tiene como finalidad soportar y distribuir los esfuerzos producidos por la acción reiterada de las cargas vehiculares, manteniendo un comportamiento adecuado durante el período de servicio considerado en el diseño.

2.2.2. CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE PAVIMENTOS

Mendoza et al. (2024) sostienen que, para que un pavimento desempeñe de manera eficiente las funciones para las cuales ha sido diseñado, debe presentar un conjunto de características relacionadas con su resistencia, seguridad, comodidad y durabilidad. Entre los principales requisitos se encuentran los siguientes:

- **Resistencia frente al tránsito:** La estructura debe tener la capacidad suficiente para soportar las cargas generadas por la circulación vehicular sin presentar deterioros que comprometan su funcionamiento.
- **Resistencia frente a las condiciones ambientales:** Los materiales y las capas que conforman el pavimento deben mantener un comportamiento adecuado ante la exposición a los diferentes agentes atmosféricos y efectos de la intemperie.

- **Características de la superficie de rodadura:** La textura superficial debe ser compatible con las velocidades de circulación previstas, debido a su influencia directa sobre la seguridad vial. Asimismo, debe presentar suficiente resistencia al desgaste ocasionado por la acción abrasiva de los neumáticos.
- **Regularidad superficial:** La superficie del pavimento debe conservar condiciones apropiadas de uniformidad tanto en sentido longitudinal como transversal. Esto permite brindar mayor comodidad a los usuarios y depende de factores como la magnitud y longitud de onda de las deformaciones, así como de la velocidad de circulación.
- **Durabilidad y economía:** El pavimento debe alcanzar una vida de servicio adecuada y, simultáneamente, procurar un uso eficiente de los recursos requeridos para su construcción, conservación y mantenimiento.
- **Drenaje adecuado:** La estructura debe contar con condiciones que permitan evacuar apropiadamente el agua, evitando que su acumulación afecte el comportamiento y la conservación del pavimento.
- **Control del ruido:** Las características de la superficie deben contribuir a mantener niveles moderados del ruido generado por la interacción entre los neumáticos y la superficie de rodadura, tanto dentro de los vehículos como en el entorno exterior.
- **Condiciones de visibilidad y seguridad:** La superficie debe presentar características cromáticas apropiadas que reduzcan la posibilidad de reflejos o deslumbramientos, contribuyendo de esta manera a una circulación vehicular más segura.

2.2.3. CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS

En nuestro contexto los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos rígidos, pavimentos semi flexibles o semirrígidos y los pavimentos articulados, de tal manera están definidos por:

2.2.3.1. PAVIMENTOS FLEXIBLES

Se caracterizan por presentar una estructura cuya capa superior corresponde generalmente a una superficie de rodadura

de material bituminoso. Esta se encuentra sustentada sobre capas granulares de características no rígidas, principalmente la base y la subbase. La configuración y cantidad de estas capas pueden variar en función de las condiciones y requerimientos específicos de cada proyecto, pudiendo incluso omitirse alguna de ellas cuando las características de la obra así lo permitan (Styer et al., 2024).

Así mismo un pavimento flexible está constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos (MTC, 2018).

2.2.3.2. PAVIMENTOS RÍGIDOS

Presentan como elemento estructural principal una losa elaborada con concreto hidráulico, la cual puede apoyarse directamente sobre la subrasante o sobre una capa intermedia de material seleccionado, denominada subbase. Debido a las propiedades mecánicas del concreto, particularmente su elevada rigidez y módulo de elasticidad, las cargas transmitidas por el tránsito tienden a distribuirse sobre una superficie considerablemente amplia.

Asimismo, el concreto hidráulico posee cierta capacidad para soportar esfuerzos de tracción, lo que permite que este tipo de pavimento mantenga un comportamiento estructural adecuado incluso cuando existen sectores de menor capacidad resistente en la subrasante. En consecuencia, la resistencia de la losa constituye el principal factor que determina la capacidad estructural del pavimento rígido, mientras que las condiciones de las capas inferiores tienen una incidencia relativamente menor en la determinación del espesor requerido para la losa (Mickevicius y Vaitkus, 2024).

Del mismo modo un pavimento rígido está constituido por cemento Portland como aglomerante, agregados y de ser el caso se incorporan aditivos (MTC, 2018).

2.2.3.3. PAVIMENTOS SEMIFLEXIBLES O SEMIRRÍGIDOS

Presentan una configuración estructural similar a la de los pavimentos flexibles; sin embargo, se diferencian porque

incorporan un proceso de estabilización artificial en una de sus capas. Para ello, pueden emplearse distintos agentes modificadores, entre los que se encuentran el asfalto, las emulsiones, el cemento, la cal y determinados productos químicos.

La incorporación de estos materiales tiene como propósito mejorar o modificar las características mecánicas de los materiales disponibles en la zona, especialmente cuando estos no reúnen por sí mismos las condiciones necesarias para ser utilizados en la conformación de las capas del pavimento. De esta manera, se busca aprovechar los recursos locales y evitar el empleo de materiales provenientes de lugares alejados, cuya adquisición y transporte podrían incrementar considerablemente los costos asociados a la ejecución de la obra (Mickevic y Vaitkus, 2024, p. 102).

2.2.3.4. PAVIMENTOS ARTICULADOS

Se caracterizan por emplear elementos prefabricados de concreto como superficie de rodadura, denominados adoquines. Estos componentes presentan dimensiones y espesores uniformes y se colocan de manera conjunta para conformar una superficie capaz de recibir y transmitir las cargas producidas por el tránsito.

La estructura puede incorporar una capa de arena como elemento de apoyo inmediato de los adoquines, la cual, a su vez, puede disponerse sobre una base constituida por material granular. Sin embargo, dependiendo de las características resistentes de la subrasante y de las condiciones de tránsito previstas, la estructura también puede ejecutarse colocando la capa de arena directamente sobre el terreno preparado. Por tanto, la configuración del pavimento debe establecerse considerando tanto la capacidad de soporte del suelo como la intensidad y frecuencia de las cargas vehiculares que deberá soportar (Mickevic y Vaitkus, 2024).

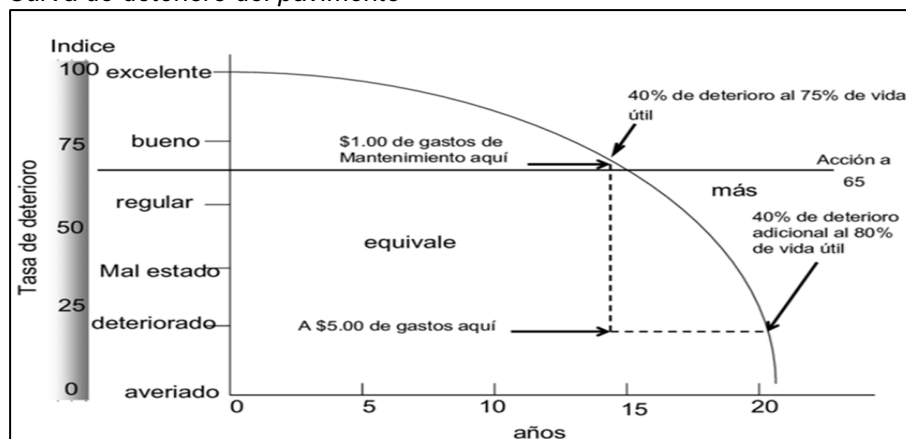
2.2.4. DETERIORO DE PAVIMENTOS

Se manifiesta mediante diferentes alteraciones visibles en su superficie, las cuales pueden originarse por la acción de las cargas producidas por el tránsito, las condiciones ambientales, deficiencias

durante el proceso constructivo o por la interacción de varios de estos factores. Entre las principales manifestaciones se encuentran las fisuras, las deformaciones por ahuellamiento y la pérdida progresiva de material superficial ocasionada por la exposición a las condiciones ambientales, conocida como peladura.

Para la evaluación del estado de conservación de un pavimento, resulta necesario identificar el tipo de deterioro presente y establecer su correspondiente nivel de severidad. En el caso de pavimentos de concreto asfáltico, la ASTM D6433 (2003) contempla los tipos de fallas y sus niveles de severidad como elementos necesarios para determinar de manera objetiva el Índice de Condición del Pavimento (PCI), conforme a los criterios establecidos en el Apéndice X1 (p. 2).

Figura 1
Curva de deterioro del pavimento



Nota: Adaptado de Salomón (2006)

2.2.5. TIPOS DE FALLAS DE PAVIMENTOS

La ASTM D6433 (2023) menciona que los tipos de falla son: Fallas Superficiales y Estructurales.

2.2.5.1. FALLAS SUPERFICIALES

Corresponden a deterioros que se presentan principalmente en la capa de rodadura y que están asociados con alteraciones propias de la superficie asfáltica, sin comprometer directamente la capacidad estructural de la calzada. Por esta razón, las intervenciones destinadas a corregirlas se orientan principalmente a recuperar la uniformidad de la superficie, así como las condiciones necesarias de impermeabilidad y rugosidad para garantizar un adecuado desempeño funcional.

El tratamiento de este tipo de deterioros puede realizarse mediante la aplicación de capas asfálticas de reducido espesor, cuya función principal es mejorar las características superficiales del pavimento. Debido a su limitada capacidad de aporte, estas capas tienen una incidencia estructural directa relativamente baja.

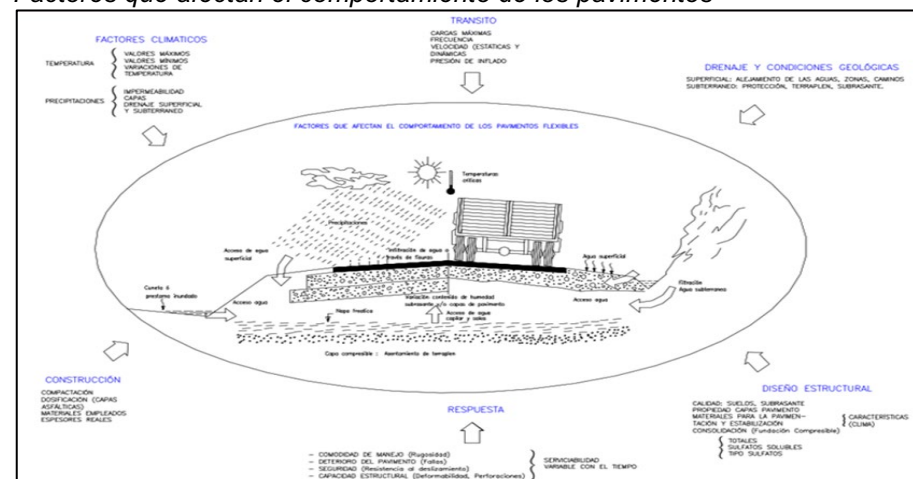
2.2.5.2. FALLAS ESTRUCTURALES

Son deterioros que se manifiestan en la superficie de rodadura, pero cuyo origen se encuentra en deficiencias de la estructura del pavimento. Estas pueden estar relacionadas con una o varias de las capas que conforman la calzada, las cuales se encuentran sometidas de manera continua a las cargas generadas por el tránsito y a la influencia de las condiciones climáticas propias de la zona.

A diferencia de las fallas exclusivamente superficiales, la reparación de los deterioros estructurales requiere una intervención orientada a recuperar o incrementar la capacidad resistente del pavimento. Para ello, puede ser necesario incorporar una capa de refuerzo sobre la estructura existente, de manera que esta pueda responder satisfactoriamente a las solicitaciones actuales y a las previstas durante su período de servicio. En consecuencia, el análisis debe considerar la conformación de una nueva estructura integrada por la subrasante, el pavimento existente y la capa de refuerzo.

Figura 2

Factores que afectan el comportamiento de los pavimentos



Nota: Adaptado de Melchor (2017)

El pavimento puede considerarse una estructura con capacidad para absorber y almacenar energía elástica como consecuencia de las deformaciones ocasionadas por las cargas vehiculares durante su vida útil. Cuando dichas cargas dejan de actuar, la energía acumulada favorece la recuperación parcial de las deformaciones generadas, siendo esta recuperación más completa cuando la relajación de la energía elástica durante la aplicación de la carga es menor. Bajo este comportamiento, la falla estructural del pavimento se origina fundamentalmente por dos causas principales:

- Cuando las solicitaciones producidas por el tránsito superan la capacidad resistente del pavimento, incluso considerando las deformaciones que pueden recuperarse de manera inmediata o progresiva, se generan deformaciones permanentes cada vez que actúan las cargas. La acumulación de estas deformaciones provoca modificaciones progresivas en la geometría y el perfil de la calzada, pudiendo alcanzar niveles que afectan negativamente la comodidad, seguridad y fluidez de la circulación vehicular, e incluso comprometer la estabilidad de la estructura.
- Por otro lado, cuando la capacidad resistente del pavimento no es sobrepasada, pero las deformaciones recuperables alcanzan magnitudes considerables, los materiales, especialmente las capas asfálticas, pueden experimentar el fenómeno de fatiga debido a la repetición de un elevado número de cargas pesadas. Este proceso ocasiona una disminución gradual de las propiedades mecánicas del material. En particular, durante la flexión de la estructura, la deformación horizontal por tracción que se produce en la zona inferior de las capas asfálticas puede superar el valor límite admisible, dando lugar al inicio y posterior desarrollo de fisuras.

2.2.6. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

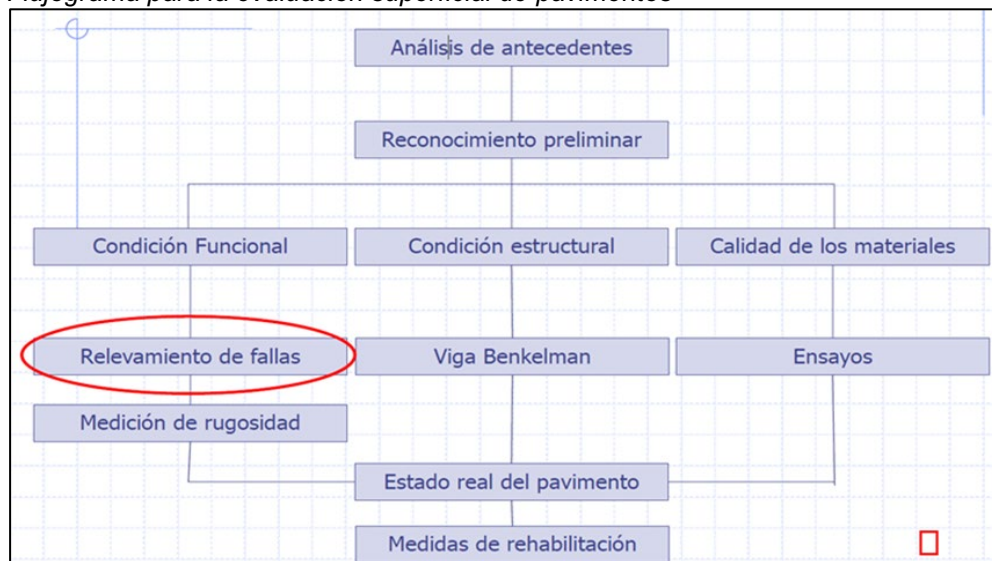
La evaluación de pavimentos es el proceso técnico mediante el cual se determina el estado funcional y estructural de una vía, a través de la

identificación, medición y análisis de los deterioros presentes en la superficie de rodadura. Este proceso permite conocer el nivel de servicio del pavimento, establecer su condición actual y definir las estrategias más adecuadas de mantenimiento, conservación o rehabilitación.

De acuerdo con Shahin (2005), la evaluación de pavimentos constituye una herramienta fundamental dentro de los sistemas de gestión vial, ya que proporciona información objetiva sobre el desempeño del pavimento y facilita la toma de decisiones relacionadas con la asignación de recursos y la planificación de intervenciones. Asimismo, la evaluación puede realizarse mediante métodos destructivos y no destructivos, siendo la inspección visual una de las técnicas más empleadas debido a su practicidad y capacidad para identificar diversos tipos de deterioro superficial.

Figura 3

Flujograma para la evaluación superficial de pavimentos



Nota: Adaptado de Harris (2010)

2.2.6.1. EVALUACIÓN FUNCIONAL

La evaluación funcional comprende el análisis del comportamiento superficial del pavimento desde la perspectiva del usuario, considerando aspectos relacionados con la comodidad, seguridad y nivel de servicio. Para ello, se evalúan parámetros como la rugosidad, la resistencia al deslizamiento y la presencia de deterioros superficiales que afectan el desempeño de la vía (Shahin, 2005).

2.2.6.2. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Shahin (2005) señala que la evaluación estructural comprende el análisis de aquellos sectores del pavimento que presentan un deterioro significativo, hasta el punto de disminuir su capacidad para soportar las cargas generadas por el tránsito. Cuando la condición del pavimento alcanza este nivel, las actividades convencionales de mantenimiento dejan de ser suficientes, por lo que resulta necesario considerar acciones de rehabilitación que permitan recuperar sus condiciones adecuadas de servicio. En este contexto, la evaluación estructural tiene como propósito fundamental establecer la capacidad resistente real de la estructura existente, información que constituye un elemento esencial para determinar y diseñar adecuadamente las medidas de refuerzo requeridas.

Hay tres maneras de determinar la capacidad estructural del pavimento existente:

- Capacidad estructural basada en la observación visual y ensayo de materiales.
- Capacidad estructural basada en ensayos no destructivos (NDT).
- Capacidad estructural basada en la vida remanente.

2.2.7. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

De acuerdo con la ASTM D6433 (2023), el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés) constituye una metodología integral que permite evaluar y calificar de manera objetiva la condición de pavimentos flexibles y rígidos, siendo una herramienta aplicable dentro de los sistemas actuales de gestión de infraestructura vial. Una de sus principales ventajas es su facilidad de aplicación, debido a que puede ejecutarse mediante procedimientos de inspección establecidos y sin requerir equipos o instrumentos especializados adicionales a los contemplados por la propia metodología.

Asimismo, la condición de deterioro de un pavimento está determinada por diversos factores, entre los que destacan el tipo de daño presente, su nivel de severidad y la cantidad o densidad con que este se

manifiesta. La consideración conjunta de estos elementos representa una dificultad debido a la amplia variedad de combinaciones que pueden presentarse en una estructura de pavimento. Para abordar esta complejidad, la metodología PCI emplea los denominados valores deducidos, los cuales funcionan como factores de ponderación que permiten representar el efecto que produce cada combinación entre el tipo de deterioro, su severidad y densidad sobre la condición general del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la siguiente tabla se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción de la condición del pavimento.

Tabla 1

Rangos de Calificación del PCI

Rango	Clasificación
85 – 100	Excelente
70 – 85	Muy Bueno
55 – 70	Bueno
40 – 55	Regular
25 – 40	Malo
10 – 25	Muy Malo
0 – 10	Fallado

Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

El cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) se realiza a partir de la información obtenida mediante una inspección visual de la superficie, en la cual se identifican y registran los diferentes tipos de deterioro considerando su clase, nivel de severidad y cantidad. Este índice fue desarrollado con la finalidad de representar tanto la condición estructural del pavimento como el estado funcional u operacional de su superficie. Asimismo, los datos recopilados durante el inventario de deterioros permiten obtener información relevante para interpretar las posibles causas que originan las fallas y establecer su relación con las solicitudes generadas por las cargas del tránsito (ASTM D6433, 2023, p. 2).

2.2.8. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

ASTM D6433 (2023), considera que la primera etapa consiste en el trabajo de campo donde se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y cantidad de los mismos. Esta información se

registra en formatos adecuados para tal fin. La siguiente figura ilustra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos. La representación es ilustrativa y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para registrar toda la información concerniente.

Figura 4

Formato de exploración de condición para pavimento asfáltico

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	Valor deducido

Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

2.2.8.1. UNIDADES DE MUESTREO

Según la norma ASTM D6433 (2023) indica que se debe dividir la vía en secciones o unidades de muestreo, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura: Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7,30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230,00 \pm 93,00 \text{ m}^2$. En la siguiente tabla se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada (p. 2).

Tabla 2

Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5,00	46,00
5,50	41,80
6,00	38,30
6,50	35,40
7,30 (máximo)	31,50

Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

2.2.8.2. DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA EVALUACIÓN

Según la norma ASTM D6433 (2023) indica que la evaluación de un proyecto se debe de inspeccionar todas las unidades; sin

embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse debe de contemplar un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%, mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35). En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco (n < 5), todas las unidades deberán evaluarse.

2.2.8.3. SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN

Según la norma ASTM D6433 (2023) recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

- El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación:

$$i = N/n$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponibles.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero superior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 4)

- El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i .

Sí $i = 3$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S) , $(S + i)$, $(S + 2i)$, $(S + 3i)$, etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas (p. 6).

2.2.9. FALLAS SEGÚN EL MÉTODO DEL PCI

Según la norma ASTM D6433 (2023) los pavimentos flexibles presentan 19 clases de fallas.

Las fallas que pueden presentarse en los pavimentos flexibles pueden ser clasificados en cuatro categorías: 1) fisuras, 2) deformaciones, 3) daños superficiales y 4) deterioros de capas estructurales.

En la norma ASTM D6433 (2023) se especifica una breve descripción de las fallas y así como se explicará las razones de cómo se generan y la forma de identificarlas:

a. Piel de cocodrilo. Se caracteriza por la presencia de un conjunto de fisuras interconectadas que se generan como consecuencia de la fatiga de la capa asfáltica ocasionada por la aplicación reiterada de las cargas vehiculares. El deterioro suele comenzar en la parte inferior de la capa asfáltica o de una base estabilizada, donde se concentran mayores esfuerzos y deformaciones de tracción debido al paso de las ruedas. En una etapa inicial, las fisuras avanzan hacia la superficie adoptando una disposición predominantemente longitudinal y paralela; posteriormente, la acción continua del tránsito provoca su interconexión, originando formas poligonales de ángulos pronunciados que dan lugar al característico patrón semejante a una malla o a la piel de un cocodrilo. Este deterioro se desarrolla principalmente en las zonas sometidas a

cargas repetitivas, especialmente en los sectores correspondientes a las huellas de circulación de los neumáticos. Debido a su origen y características, la piel de cocodrilo constituye un deterioro de naturaleza estructural y frecuentemente se encuentra asociada con la presencia de ahuellamiento.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Se caracteriza por la presencia de grietas delgadas, principalmente capilares y longitudinales, que presentan una disposición aproximadamente paralela y muestran escasa o nula conexión entre ellas. En este nivel, los bordes de las grietas permanecen íntegros, sin evidencia de descascaramiento ni desprendimiento del material que conforma la superficie del pavimento.
- **Media:** Corresponde a una evolución de las grietas piel de cocodrilo clasificadas inicialmente con severidad baja. Las fisuras comienzan a conectarse entre sí, formando configuraciones similares a una malla o red, pudiendo observarse un ligero deterioro o descascaramiento en sus bordes.
- **Alta:** Representa una etapa avanzada del deterioro, en la cual las grietas forman una red claramente definida y delimitan bloques o fragmentos de pavimento. Los bordes presentan un deterioro evidente y descascaramiento, mientras que algunos de los fragmentos pueden experimentar desplazamientos o movimientos como consecuencia de la acción del tránsito.

Por otro lado, la falla tipo piel de cocodrilo se mide en metros cuadrados. La dificultad en la medida de este tipo de daño está en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

Figura 5
Piel de cocodrilo



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

b. Exudación. Este deterioro se manifiesta mediante la aparición de una capa de material bituminoso sobre la superficie del pavimento, generando un aspecto liso, brillante y reflectante que, en determinadas condiciones, puede adquirir una textura pegajosa. Su aparición está relacionada principalmente con una proporción excesiva de asfalto en la mezcla, una aplicación excesiva de material sellante o una reducida cantidad de vacíos de aire. El fenómeno se produce cuando, debido a temperaturas ambientales elevadas, el ligante asfáltico ocupa progresivamente los espacios vacíos de la mezcla y se desplaza hacia la superficie del pavimento. Una vez que el material bituminoso alcanza dicha superficie, su acumulación tiende a mantenerse, debido a que el proceso no se revierte durante los periodos de bajas temperaturas.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Se presenta una exudación superficial de intensidad mínima, cuya aparición puede identificarse solamente durante algunos días del año. En estas condiciones, el ligante asfáltico no genera adherencia significativa en el calzado de los usuarios ni en los neumáticos de los vehículos.
- **Media:** La exudación alcanza una intensidad intermedia, ocasionando que el material asfáltico presente cierta adherencia sobre los zapatos y los neumáticos. Este comportamiento se manifiesta principalmente durante algunas semanas del año.
- **Alta:** Se evidencia una exudación considerable y extendida sobre la superficie del pavimento. La presencia de asfalto es suficientemente elevada para adherirse de manera notoria al calzado y a los

neumáticos, condición que puede mantenerse durante varias semanas a lo largo del año.

Por otro lado, la falla tipo exudación se mide en metros cuadrados. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

Figura 6
Exudación



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

c. Agrietamiento en bloque. Este tipo de deterioro se caracteriza por la presencia de fisuras interconectadas que fragmentan la superficie del pavimento en secciones de forma aproximadamente rectangular, cuyos tamaños pueden presentar dimensiones variables. Su formación se relaciona principalmente con la contracción del concreto asfáltico y con las variaciones diarias de temperatura, las cuales generan ciclos repetitivos de esfuerzos y deformaciones en el material. A diferencia de los deterioros producidos directamente por las cargas vehiculares, las grietas en bloque no tienen una relación predominante con el tránsito, sino que constituyen un indicio del envejecimiento y endurecimiento significativo del material asfáltico.

Este deterioro puede extenderse sobre amplias áreas de la superficie del pavimento y, en determinadas circunstancias, también puede presentarse en sectores que no están sometidos al tránsito vehicular. Esta característica permite diferenciarlo de la piel de cocodrilo, cuyo desarrollo está asociado principalmente con la acción repetitiva de las cargas. Asimismo, mientras el agrietamiento en bloque genera fragmentos de mayor tamaño y geometría predominantemente rectangular, la piel de cocodrilo produce piezas más pequeñas, de formas irregulares y con múltiples lados y ángulos pronunciados.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Se identifican bloques delimitados por grietas cuya condición corresponde al nivel de severidad bajo, de acuerdo con los criterios establecidos para las grietas longitudinales y transversales.
- **Media:** La superficie presenta bloques claramente delimitados por un conjunto de grietas que alcanzan un nivel de deterioro considerado de severidad media.
- **Alta:** Los bloques que conforman la superficie del pavimento se encuentran delimitados por grietas que presentan características correspondientes al nivel de severidad alta, evidenciando un mayor grado de deterioro.

Por otro lado, la falla tipo agrietamiento en bloque se mide en metros cuadrados. Si se presentan varios tipos de severidad en una sección de pavimento deberán medirse y anotarse separadamente.

Figura 7

Agrietamiento en bloque



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

d. Abultamientos y hundimientos. Los abultamientos corresponden a elevaciones o deformaciones localizadas que se manifiestan en determinados puntos de la superficie del pavimento. Estos deterioros deben distinguirse de los desplazamientos asociados con la inestabilidad de la estructura del pavimento, debido a que pueden presentar diferentes mecanismos de formación. Su aparición puede estar relacionada con diversos factores que afectan el comportamiento y la estabilidad de las capas que conforman la estructura del pavimento, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Levantamiento o combadura de losas de concreto de Cemento Portland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).

- Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (también denominado Tenting).

Así mismo los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman ondulaciones (hinchamiento: swelling).

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Se presenta una alteración superficial del pavimento en forma de abultamiento o hundimiento, cuya incidencia sobre la comodidad y calidad de circulación es considerada de nivel bajo.
- **Media:** Los desniveles producidos por abultamientos o hundimientos generan una afectación perceptible en las condiciones de circulación, correspondiendo a una calidad de tránsito de severidad media.
- **Alta:** Los abultamientos o hundimientos presentan una magnitud considerable, ocasionando una afectación significativa en la circulación vehicular y, por tanto, una calidad de tránsito clasificada como de severidad alta.

Por otro lado, la falla tipo abultamientos y hundimientos se mide en metros lineales. Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3,0 m, el daño se llama corrugación.

Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, esta también se registra.

Figura 8
Abultamientos y Hundimientos



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

e. Corrugación. La corrugación, conocida también como *lavadero*, consiste en una sucesión de elevaciones y depresiones que se

presentan de manera cercana y con una distribución relativamente uniforme sobre la superficie del pavimento, generalmente con una separación inferior a 3,0 m entre ellas. Estas ondulaciones se disponen transversalmente, de modo que las cimas se encuentran orientadas perpendicularmente al sentido de circulación vehicular.

Este tipo de deterioro se produce principalmente por la acción reiterada del tránsito en combinación con condiciones de inestabilidad presentes en la carpeta asfáltica o en alguna de las capas de base. Cuando las elevaciones se presentan sucesivamente con una distancia menor de 3,0 m entre ellas, el deterioro se clasifica como corrugación, independientemente del factor específico que haya originado su formación.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Las ondulaciones presentes en la superficie del pavimento generan una alteración poco significativa en las condiciones de circulación, por lo que la calidad del tránsito se considera de severidad baja.
- **Media:** La presencia de corrugaciones ocasiona una afectación perceptible durante el desplazamiento de los vehículos, correspondiendo a una condición de tránsito de severidad media.
- **Alta:** Las corrugaciones presentan una intensidad considerable y afectan de manera importante la circulación vehicular, determinando una calidad de tránsito clasificada como de severidad alta.

Por otro lado, la falla tipo corrugación se mide en metros cuadrados.

Figura 9

Corrugación



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

f. Depresión. Se refiere a sectores puntuales de la superficie del pavimento que presentan una cota inferior respecto de las áreas circundantes. Su identificación puede realizarse incluso cuando la superficie se encuentra seca, debido a que estos sectores suelen evidenciarse mediante las marcas o manchas producidas por la acumulación previa de agua. Este deterioro puede originarse como consecuencia de asentamientos de la subrasante o de deficiencias durante el proceso constructivo. Las depresiones generan irregularidades en la superficie de rodadura y, cuando alcanzan una profundidad considerable o acumulan agua, pueden favorecer la ocurrencia del fenómeno de hidroplaneo, afectando las condiciones de seguridad durante la circulación vehicular.

Los hundimientos a diferencia de las depresiones son las caídas bruscas del nivel.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en la máxima profundidad de la depresión:

- **Baja:** Se establece este nivel cuando la medida registrada se encuentra dentro del intervalo de **13,0 mm a 25,0 mm**.
- **Media:** La condición corresponde a una severidad intermedia cuando el valor medido se sitúa en el rango comprendido entre **25,0 mm y 51,0 mm**.
- **Alta:** Se considera un nivel de severidad alto cuando la dimensión determinada **es superior a 51,0 mm**.

Por otro lado, la falla tipo depresión se mide en metros cuadrados.

Figura 10

Depresión



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

g. Grieta de borde. Este deterioro se manifiesta mediante fisuras que se desarrollan de forma aproximadamente paralela al borde exterior del

pavimento, generalmente ubicadas a una distancia comprendida entre 0,30 m y 0,60 m de dicho borde. Su progresión puede verse favorecida por la acción repetitiva de las cargas vehiculares, así como por el deterioro o pérdida de capacidad resistente de la base y la subrasante cercanas al extremo de la calzada, debido principalmente a la influencia de las condiciones climáticas.

El sector comprendido entre la fisura y el borde del pavimento debe evaluarse considerando el patrón y grado de agrietamiento que presenta. En casos de deterioro avanzado, las fisuras pueden incrementar su severidad hasta provocar la fragmentación y desprendimiento de partes de la superficie ubicada junto al borde.

Figura 11

Grieta de Borde



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Se observan grietas de intensidad baja o moderada que conservan la integridad del material, sin evidencias de fragmentación ni desprendimientos en la superficie afectada.
- **Media:** Las grietas presentan una condición intermedia de deterioro, acompañada por signos parciales de fragmentación y desprendimiento del material en las zonas afectadas.
- **Alta:** El deterioro alcanza una magnitud considerable, evidenciándose una fragmentación marcada y desprendimiento del material, especialmente a lo largo de los bordes de las grietas.

Por otro lado, la falla tipo grieta de borde se mide en metros lineales.

h. Grieta de reflexión de junta. Este tipo de deterioro se presenta exclusivamente en pavimentos que cuentan con una superficie de concreto asfáltico colocada sobre una losa de concreto de cemento

Portland. Su aparición se debe principalmente a los movimientos que experimenta la losa inferior como consecuencia de las variaciones de temperatura y humedad, los cuales se transmiten hacia la capa asfáltica situada sobre ella y generan la propagación de las juntas hacia la superficie.

Aunque la formación de estas grietas no se origina directamente por la acción de las cargas vehiculares, el tránsito puede contribuir a incrementar su deterioro, provocando la fractura del concreto asfáltico en las proximidades de la grieta. Cuando se observa una fragmentación de la superficie asfáltica a lo largo de la fisura, esta condición se identifica como descascaramiento. Asimismo, conocer las dimensiones y configuración de las losas de concreto ubicadas debajo de la capa asfáltica constituye un elemento útil para reconocer e identificar este tipo de deterioro.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Corresponde a grietas que presentan una condición de deterioro limitada. Se consideran dentro de este nivel las grietas sin material de relleno cuyo ancho es inferior a 10,0 mm, así como aquellas que han sido rellenadas, independientemente de su dimensión, siempre que el material utilizado para el relleno conserve condiciones satisfactorias.
- **Media:** Comprende las grietas sin relleno cuyo ancho se encuentra entre 10,0 mm y 76,0 mm. También se incluyen aquellas grietas sin relleno, de hasta 76,0 mm de ancho, que presentan a su alrededor un ligero desarrollo de grietas aleatorias. De igual manera, una grieta rellenada puede clasificarse en este nivel cuando se encuentra acompañada por un agrietamiento aleatorio de intensidad leve.
- **Alta:** Se considera de severidad alta cuando la grieta, independientemente de que se encuentre rellenada o no, está acompañada por un patrón de grietas aleatorias de severidad media o alta. Asimismo, se incluyen las grietas sin relleno cuyo ancho supera los 76,0 mm. También corresponde a este nivel cualquier grieta que, sin importar su ancho, presente a su alrededor una zona de pavimento

severamente fracturada durante algunas pulgadas, evidenciando un deterioro avanzado de la estructura superficial.

Por otro lado, la falla tipo grieta de reflexión de junta se mide en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15,0 m puede tener 3,0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

Figura 12
Grieta de Reflexión de Junta



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

i. Desnivel carril / berma. Este deterioro consiste en la existencia de una diferencia de altura entre el borde de la superficie de rodadura y la berma adyacente. Su aparición puede estar relacionada con diversos factores, principalmente con la pérdida de material de la berma debido a procesos erosivos, el asentamiento de esta zona o la ejecución de trabajos de refuerzo mediante sobrecarpetas asfálticas sin realizar previamente la adecuación de la altura de la berma respecto al nuevo nivel de la calzada.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Se considera una condición de severidad baja cuando existe un desnivel entre el borde del pavimento y la berma que se encuentra comprendido entre 25,0 mm y 51,0 mm.
- **Media:** El nivel de deterioro es medio cuando la diferencia de altura entre el pavimento y la berma presenta valores que oscilan entre 51,0 mm y 102,0 mm.
- **Alta:** La condición alcanza una severidad alta cuando el desnivel existente entre el borde del pavimento y la berma supera los 102,0 mm, evidenciando una diferencia de elevación considerable.

Por otro lado, la falla tipo desnivel carril / berma se mide en metros lineales.

Figura 13
Desnivel Carril / Berma



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

j. Grietas longitudinales y transversales. Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

- Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
- Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto.

También son fisuras que atraviesan la superficie del pavimento siguiendo una orientación aproximadamente perpendicular al eje de la vía o al sentido en que se realizó la construcción. Pueden presentarse como grietas de reflexión asociadas con deterioros existentes en capas inferiores, incluyendo aquellas originadas en losas de concreto de cemento Portland; sin embargo, no se consideran dentro de esta categoría las juntas propias de los pavimentos de concreto. Generalmente, este tipo de deterioro no se encuentra relacionado de manera directa con la acción de las cargas vehiculares, sino con movimientos o condiciones existentes en las capas subyacentes del pavimento.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Se considera de severidad baja cuando la grieta no presenta material de relleno y su abertura es inferior a 10,0 mm. También se incluyen las grietas que han sido rellenadas, sin importar su ancho, siempre que el material empleado para el relleno se encuentre en condiciones satisfactorias.

- **Media:** Corresponde a este nivel las grietas sin relleno cuya abertura se encuentra entre 10,0 mm y 76,0 mm. Asimismo, se consideran aquellas grietas sin relleno de hasta 76,0 mm de ancho que presentan a su alrededor pequeñas grietas aleatorias. Las grietas rellenadas, independientemente de su ancho, también pueden clasificarse como de severidad media cuando están acompañadas por este tipo de agrietamiento aleatorio de pequeña magnitud.
- **Alta:** Se clasifica como severidad alta cualquier grieta, con o sin relleno, que se encuentre circundada por pequeñas grietas aleatorias de severidad media o alta. También forman parte de esta categoría las grietas sin relleno cuya abertura supera los 76,0 mm. Finalmente, se considera de alta severidad aquella grieta de cualquier ancho que tenga a su alrededor una zona del pavimento con fracturación severa, extendida por algunas pulgadas desde la grieta.

Por otro lado, las grietas longitudinales y transversales se cuantifican considerando su longitud, expresada en metros lineales. Una vez identificada cada grieta, se debe registrar tanto su extensión como el nivel de severidad que presenta. Cuando una misma grieta presenta variaciones en su grado de severidad a lo largo de su recorrido, los segmentos que correspondan a diferentes niveles deben medirse y registrarse de manera independiente. Asimismo, si en el trayecto de la grieta se presentan deformaciones como abultamientos o hundimientos, estas condiciones deben ser identificadas y consignadas durante la evaluación del pavimento.

Figura 14

Grietas Longitudinales y transversales



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

k. Parcheo y acometidas. El parche corresponde a un sector específico de la superficie del pavimento que ha sido intervenido mediante la

sustitución del material existente por uno nuevo, con el propósito de reparar una zona deteriorada. Dentro de la evaluación de la condición del pavimento, cualquier área reparada mediante parche se considera un tipo de deterioro, independientemente de la calidad con la que haya sido ejecutada, debido a que generalmente presenta un comportamiento diferente al de la estructura original. Tanto la zona intervenida como sus áreas próximas pueden presentar un desempeño inferior respecto al pavimento existente y, como consecuencia, es frecuente que se manifiesten irregularidades o cierto grado de rugosidad en la superficie de rodadura.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** El parche presenta condiciones adecuadas de conservación y su comportamiento resulta satisfactorio. La circulación vehicular se desarrolla sin afectaciones importantes, por lo que la calidad del tránsito corresponde a un nivel de severidad bajo o a una condición superior.
- **Media:** Se evidencia un deterioro moderado en el parche, que puede manifestarse mediante daños visibles en su superficie. En consecuencia, las condiciones de circulación asociadas a esta zona corresponden a un nivel de severidad medio.
- **Alta:** El parche muestra un deterioro considerable y afecta de manera significativa las condiciones de circulación. La calidad del tránsito se encuentra en un nivel de severidad alto, por lo que se requiere realizar su sustitución en un plazo próximo.

Por otro lado, las fallas tipo parcheo y acometida se miden en metros cuadrados. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada.

Por ejemplo, un parche de 2,32 m² puede tener 0,9 m² de severidad media y 1,35 m² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aun si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha

sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

Figura 15

Parcheo y acometidas



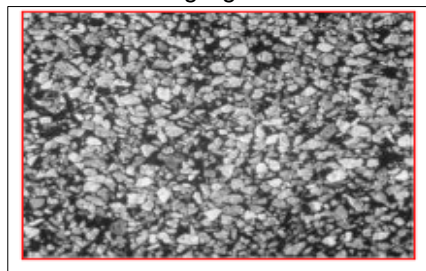
Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

I. Pulimento de agregados. Este deterioro se produce como consecuencia de la acción repetitiva de las cargas vehiculares sobre los agregados expuestos en la superficie del pavimento. La fricción entre los neumáticos y la superficie disminuye cuando los agregados adquieren una textura lisa, reduciendo con ello la capacidad de adherencia de las llantas. Asimismo, cuando la cantidad de agregado visible en la superficie es insuficiente, la textura del pavimento pierde efectividad para contribuir a la disminución de la velocidad de los vehículos.

Para identificar este tipo de deterioro, se debe verificar que los agregados presentes en la superficie sean susceptibles al desgaste y que, al realizar una inspección directa, presenten una textura notablemente lisa al tacto. Su presencia también puede evidenciarse mediante resultados bajos en los ensayos de resistencia al deslizamiento o cuando estos valores muestran una disminución considerable respecto de evaluaciones realizadas anteriormente.

Figura 16

Pulimento de Agregados



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

Este tipo de falla no define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

Por otro lado, las fallas tipo pulimento de agregados se miden en metros cuadrados. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

m. Huecos. Los huecos constituyen depresiones localizadas que se presentan en la superficie del pavimento, generalmente con un diámetro inferior a 0,90 m y una configuración similar a la forma de un recipiente. Se caracterizan por presentar bordes definidos y pronunciados, además de paredes relativamente verticales, especialmente en las zonas próximas a la parte superior de la depresión. La presencia y acumulación de agua en su interior favorece el avance de este deterioro. Su formación se produce principalmente debido a la acción del tránsito, que desprende progresivamente pequeñas porciones del material que conforma la superficie del pavimento.

La evolución de los huecos puede verse favorecida por deficiencias en la calidad de la mezcla superficial, la existencia de sectores débiles en la base o subrasante, así como por la progresión de un deterioro de piel de cocodrilo hasta alcanzar niveles elevados de severidad. Debido a que su aparición puede estar vinculada con deficiencias estructurales del pavimento, los huecos deben diferenciarse de deterioros superficiales como el desprendimiento de agregados y la meteorización, los cuales presentan mecanismos y características distintas.

Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización. Este tipo de falla define los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm, que están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos. Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados o metros cuadrados y dividirla entre 5 pies² (0,47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.00 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25,00 mm la severidad se considera como alta.

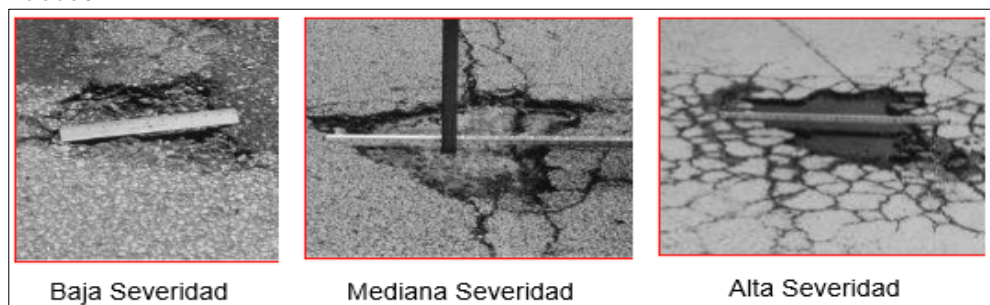
Tabla 3
Niveles de severidad para huecos

Profundidad máxima del hueco	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12,7 a 25,4 mm	L	L	M
> 25,4 a 50,8 mm	L	M	H
> 50,8 mm	M	M	H

Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

Por otro lado, la falla tipo hueco se mide cuantitativamente, indicando sus severidades baja, media y alta; registrándose separadamente.

Figura 17
Huecos



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

n. Cruce de vía férrea. Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Figura 18
Cruce de vía férrea



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** La condición evaluada genera una afectación mínima en la circulación vehicular, por lo que la calidad del tránsito se considera de nivel bajo.
- **Media:** Las características del deterioro ocasionan una alteración perceptible en la circulación, correspondiendo a una calidad de tránsito de severidad media.

- **Alta:** El deterioro existente afecta considerablemente las condiciones de circulación, determinando una calidad de tránsito clasificada como de severidad alta.

Por otro lado, la falla tipo cruce de vía férrea se mide en metros cuadrados. Si no afecta la calidad de tránsito no debe registrarse. Si hay abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse.

o. Ahuellamiento. El ahuellamiento consiste en una deformación longitudinal de la superficie del pavimento que se manifiesta principalmente en las zonas correspondientes al paso repetitivo de los neumáticos. En algunos casos, puede observarse una elevación del material a ambos lados de la huella; sin embargo, esta característica puede hacerse más evidente después de una precipitación, cuando el agua se acumula dentro de las depresiones formadas.

Este deterioro está asociado con la aparición de deformaciones permanentes en una o varias de las capas que conforman la estructura del pavimento, incluida la subrasante. Generalmente, estas deformaciones se originan por la consolidación de los materiales o por su desplazamiento lateral como consecuencia de la acción reiterada de las cargas vehiculares. Cuando el ahuellamiento alcanza una magnitud considerable, puede comprometer significativamente el comportamiento estructural del pavimento y conducir a una condición de falla de mayor importancia.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en profundidad media del ahuellamiento:

- **Baja:** Corresponde a una condición de severidad baja cuando la medida registrada se encuentra en el intervalo de **6,0 mm a 13,0 mm**.
- **Media:** El nivel de severidad se considera medio cuando el valor obtenido es **mayor de 13,0 mm y hasta 25,0 mm**.
- **Alta:** Se establece una severidad alta cuando la medida determinada **supera los 25,0 mm**.

Por otro lado, la falla tipo ahuellamiento se mide en metros cuadrados y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su

profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

Figura 19
Ahuellamiento



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

p. Desplazamiento. El desplazamiento corresponde a un movimiento permanente y predominantemente longitudinal de una zona determinada de la superficie del pavimento, ocasionado principalmente por la acción de las cargas vehiculares. Cuando los neumáticos ejercen esfuerzos sobre una superficie con condiciones de estabilidad deficientes, el material puede desplazarse y generar una deformación localizada, caracterizada por la formación de una onda corta y pronunciada en el sentido de circulación.

Este deterioro se presenta con mayor frecuencia en pavimentos contruidos con mezclas asfálticas líquidas que presentan una estabilidad insuficiente, como aquellas elaboradas con asfaltos diluidos (cutback) o emulsiones asfálticas.

Asimismo, el desplazamiento puede producirse en sectores donde una superficie de concreto asfáltico se encuentra confinada por pavimentos de concreto de cemento Portland. En estas condiciones, la expansión longitudinal de las losas de concreto de cemento Portland puede generar esfuerzos que provocan el movimiento o desplazamiento de la superficie asfáltica adyacente.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** El desplazamiento existente genera una afectación mínima durante la circulación vehicular, por lo que las condiciones de tránsito se clasifican dentro de un nivel de severidad bajo.
- **Media:** La magnitud del desplazamiento ocasiona una alteración perceptible en la circulación de los vehículos, correspondiendo a una calidad de tránsito de severidad media.

- **Alta:** El desplazamiento presenta una magnitud considerable y produce una afectación importante en la circulación vehicular, determinando una calidad de tránsito de severidad alta.

Por otro lado, la falla tipo desplazamientos se miden en metros cuadrados. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

Figura 20

Desplazamiento



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

q. Grietas parabólicas. Las grietas parabólicas, también denominadas grietas por deslizamiento (*slippage*), presentan una configuración característica en forma de media luna o arco. Su formación está asociada principalmente a las fuerzas generadas por los vehículos durante las maniobras de frenado o giro, las cuales pueden provocar el desplazamiento o deformación de la capa superficial del pavimento.

Este deterioro suele presentarse cuando la mezcla asfáltica posee una resistencia insuficiente o cuando existe una adherencia deficiente entre la capa superficial y la capa que se encuentra inmediatamente debajo. Por tanto, su aparición está relacionada con problemas de resistencia y de adherencia entre las capas del pavimento, y no debe atribuirse a procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Se considera una condición de severidad baja cuando la abertura promedio registrada en la grieta es inferior a **10,0 mm**.
- **Media:** El nivel de severidad es medio cuando el ancho promedio de la grieta se encuentra entre **10,0 mm y 38,0 mm**. Además, la zona circundante presenta fracturación del pavimento en pequeños fragmentos que permanecen relativamente unidos entre sí.

- **Alta:** Corresponde a una condición de severidad alta cuando el ancho promedio de la grieta supera los **38,0 mm**. En este caso, el pavimento situado alrededor de la grieta presenta una fracturación significativa, formando fragmentos que pueden desprenderse o retirarse con facilidad.

Por otro lado, la falla tipo grietas parabólicas se mide en metros cuadrados y se califica según el nivel de severidad más alto presente.

Figura 21

Grietas parabólicas



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

r. Hinchamiento. Este deterioro se manifiesta como una elevación o deformación ascendente de la superficie del pavimento, generalmente con una configuración ondulada, amplia y de desarrollo progresivo, cuya longitud supera los 3,0 m. En determinados casos, el levantamiento de la superficie puede estar acompañado por la aparición de fisuras o grietas. Su formación se relaciona principalmente con fenómenos que afectan el comportamiento de la subrasante, como la expansión de suelos susceptibles a incrementar su volumen o, en zonas donde se presenta este fenómeno, los procesos de congelamiento del suelo que generan movimientos ascendentes de la estructura del pavimento.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en metros cuadrados:

- **Baja:** El hinchamiento genera una alteración poco significativa en las condiciones de circulación, por lo que la calidad del tránsito corresponde a un nivel de severidad bajo. Debido a su reducida magnitud, esta deformación puede no ser claramente visible durante una inspección superficial; sin embargo, es posible reconocerla al recorrer el tramo a la velocidad permitida, ya que produce un desplazamiento ascendente de la superficie del pavimento.

- **Media:** La deformación por hinchamiento produce una afectación perceptible en la circulación vehicular, determinando que la calidad del tránsito sea clasificada dentro de un nivel de severidad medio.
- **Alta:** El hinchamiento presenta una magnitud considerable y genera una alteración importante en las condiciones de desplazamiento de los vehículos, por lo que la calidad del tránsito corresponde a un nivel de severidad alto.

Figura 22
Hinchamiento



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

s. Desprendimiento de agregados. La meteorización y el desprendimiento de agregados corresponden a la degradación progresiva de la superficie del pavimento, originada por la pérdida del material ligante y la separación de las partículas de agregado que conforman la capa superficial. La presencia de este deterioro puede evidenciar problemas relacionados con el envejecimiento y endurecimiento considerable del ligante asfáltico o con una calidad deficiente de la mezcla empleada en la construcción del pavimento.

Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Este tipo de falla presenta niveles de severidad definidos en:

- **Baja:** Se observa el inicio del deterioro superficial, manifestado por una pérdida incipiente de agregados o del material ligante. En determinados sectores pueden aparecer pequeñas depresiones en la superficie. Cuando el deterioro está asociado al derramamiento de aceite, puede identificarse visualmente la zona afectada; sin embargo,

el pavimento mantiene una consistencia firme y no permite que una moneda penetre en su superficie.

- **Media:** La superficie evidencia una pérdida apreciable de agregados o ligante, generando una textura moderadamente áspera y con presencia de pequeñas cavidades. En situaciones originadas por derramamiento de aceite, la superficie pierde parte de su rigidez y presenta una consistencia más blanda, permitiendo la penetración mediante una moneda.
- **Alta:** El deterioro se encuentra avanzado debido a una pérdida considerable de agregados o material ligante. La superficie adquiere una textura muy rugosa y presenta cavidades de mayor intensidad. Las zonas ahuecadas consideradas dentro de esta condición poseen diámetros inferiores a **10,0 mm** y profundidades menores de **13,0 mm**; cuando estas dimensiones son superadas, el daño debe considerarse como un hueco. Si el deterioro se debe al derramamiento de aceite, el ligante asfáltico pierde su capacidad de adherencia, dejando los agregados sueltos y sin una adecuada cohesión superficial.

Por otro lado, la falla tipo desprendimiento se mide en metros cuadrados.

Figura 23
Desprendimiento de Agregados



Nota: Adaptado del ASTM D6433 (2023)

2.2.10. FALLAS SEGÚN LA VALORACIÓN DEL MANUAL DE CARRETERAS: MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL (MTC PERÚ)

Las fallas o daños que son considerados según el Manual de Conservación Vial MTC Perú (2018), se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4

Deterioros y/o fallas según el MTC Perú

CLASIFICACIÓN	CÓDIGO	FALLAS	GRAVEDAD
CALZADA Deterioro o Fallas Estructurales	1	Piel de cocodrilo	1: Malla grande ($> 0,5$ mm) sin material suelto 2: Malla mediana (entre 0,3 y 0,5 mm) sin o con material suelto 3: Malla pequeña ($< 0,3$ mm) sin o con material suelto
	2	Fisuras longitudinales	1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm) 2: Fisuras medias correspondientes a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm) 3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas
	3	Deformación por deficiencia estructural	1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm 3: Profundidad > 4 cm
	4	Ahuellamiento	1: Profundidad sensible al usuario, pero ≤ 6 mm 2: Profundidad > 6 mm y ≤ 12 mm 3: Profundidad > 12 mm
	5	Reparaciones o parchados	1: Reparación o parchado para deterioros superficiales 2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado
CALZADA Deterioro o Fallas Superficiales	6	Peladura y Desprendimiento	1: Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial) 2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular 3: Continuo con aparición de la base granular
	7	Baches (huecos)	1: Diámetro $< 0,2$ m 2: Diámetro entre 0,2 m y 0,5 m 3: Diámetro $> 0,5$ m
	8	Fisuras transversales	1: Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm) 2: Fisuras medias, correspondientes a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm) 3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas
	9	Exudación	1: Puntual

BERMAS Pavimentadas y No Pavimentadas	10	Daños puntuales	2: Continúa
			3: Continúa con superficie viscosa
	11	Desnivel Calzada – Berma	1: Daños puntuales baches o huecos, erosión
			2: Daños en menos del 30% de la longitud.
			3: Daños en más del 30% de la longitud
			1: Desnivel < 15 mm
			2: Desnivel moderado entre 15 y 50 mm
			3: Desnivel severo ≥ 50 mm

Nota: Adaptado del Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018).

2.2.11. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL MTC PERÚ

La calificación de condición permite establecer el estado superficial que presenta un pavimento flexible y, para efectos de su evaluación, se agrupa en tres categorías principales: **Bueno, Regular y Malo**. La asignación de cada categoría se realiza a partir de rangos previamente establecidos, los cuales permiten determinar objetivamente la condición superficial de la calzada, considerando tanto el área de circulación vehicular como las bermas. Estos rangos de clasificación se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 5
Tipos de Condición según el MTC Perú

CONDICIONES	VALORES
BUENO	> 800
REGULAR	> 300 y ≤ 800
MALO	≤ 300

Nota: Adaptado del Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018).

2.2.12. TIPO DE CONSERVACIÓN SEGÚN EL MTC PERÚ

De acuerdo a la calificación de condición superficial del pavimento flexible se podrá estimar el tipo de conservación a realizar en cada sección de 200 m de longitud; como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6
Tipos de Conservación según el MTC Perú

Valor	Condición	Tipo
100		Reconstrucción – Rehabilitación
200		
300		
400		Conservación Periódica
500		
600		
700		
800		
900		Conservación Rutinaria
1000		

Nota: Adaptado del Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018).

2.3. BASES CONCEPTUALES

- **Superficie de Concreto Asfáltico (CA).** Se denomina así a la superficie de pavimento constituida por una mezcla de agregados minerales y un ligante de cemento asfáltico. De acuerdo con la ASTM D6433 (2023), dentro de esta denominación también se consideran aquellas superficies elaboradas empleando alquitranes de origen carbonífero o alquitranes naturales, siempre que correspondan a los materiales contemplados por el procedimiento de evaluación.
- **Tramo de Pavimento.** Se entiende como una unidad claramente identificable dentro de una red de pavimentos, que constituye una entidad independiente y cumple una función determinada. Para efectos de su evaluación, cada elemento que posee características y función propias puede considerarse como un tramo independiente; por ejemplo, una vía o un área destinada al estacionamiento puede constituir un tramo separado (ASTM D6433, 2023).
- **Índice de Condición del Pavimento (PCI).** Es un indicador numérico empleado para expresar el estado de conservación de un pavimento mediante una escala que varía de 0 a 100. En esta escala, el valor de 0 representa la condición más desfavorable o deteriorada, mientras que 100 corresponde al estado óptimo de la superficie evaluada (ASTM D6433, 2023).

- **Grado de la Condición del Pavimento.** Corresponde a una denominación cualitativa que permite describir su estado de conservación en función del valor obtenido mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Esta clasificación se establece en una escala de 0 a 100, donde los valores más bajos representan mayores niveles de deterioro. De acuerdo con la ASTM D6433 (2023), la condición se clasifica como **Fallado** cuando el PCI se encuentra entre 0 y 10; **Muy Malo**, entre 10 y 25; **Malo**, entre 25 y 40; **Regular**, entre 40 y 55; **Bueno**, entre 55 y 70; **Muy Bueno**, entre 70 y 85; y **Excelente**, cuando alcanza valores comprendidos entre 85 y 100.
- **Fallas del Pavimento.** Constituyen manifestaciones visibles que evidencian el proceso de deterioro de su superficie, las cuales pueden originarse por la acción de las cargas vehiculares, las condiciones ambientales, deficiencias durante la construcción o por la interacción de varios de estos factores. Entre las principales fallas que pueden presentarse se encuentran las fisuras, el ahuellamiento y el desgaste superficial producido por la exposición a las condiciones ambientales, conocido como peladura. Para determinar de manera adecuada el Índice de Condición del Pavimento (PCI), deben identificarse los diferentes tipos de fallas y establecer su correspondiente nivel de severidad, conforme a los criterios señalados en el Apéndice X1 para pavimentos con superficie de concreto asfáltico (CA). La correcta identificación y valoración de estos deterioros permite obtener un valor representativo del PCI del pavimento (ASTM D6433, 2023).
- **Sección de Pavimento.** Corresponde a un área continua de la estructura vial que presenta características homogéneas en cuanto a su construcción, actividades de mantenimiento, antecedentes de utilización y estado de conservación. Asimismo, para que un área pueda ser considerada como una sección de pavimento, debe mantener condiciones similares respecto al volumen de tránsito y a la intensidad de las cargas a las que se encuentra sometida (ASTM D6433, 2023).
- **Evaluación Superficial.** Consiste en una inspección visual orientada a identificar las deficiencias e irregularidades presentes en la

superficie de rodadura, siguiendo una metodología previamente establecida. Esta evaluación permite reconocer y registrar los diferentes deterioros del pavimento, considerando sus características y magnitud, con la finalidad de determinar su condición superficial y establecer las acciones de mantenimiento o rehabilitación que correspondan (Montejo, 2006).

- **Condición de Pavimento.** Expresa el grado de deterioro alcanzado por una estructura vial como consecuencia de los procesos que afectan su comportamiento y desempeño. Su evaluación requiere considerar diversos aspectos relacionados con el estado de la superficie y la capacidad de respuesta del pavimento frente a las solicitudes a las que se encuentra sometido. Entre los principales elementos de análisis se encuentran los defectos superficiales, las deformaciones permanentes, la irregularidad longitudinal, la deflexión recuperable, la capacidad estructural, las cargas producidas por el tránsito y las condiciones de adherencia entre los neumáticos y la superficie de rodadura. En función de estos factores, la evaluación puede abordarse desde diferentes perspectivas: **superficial, estructural, funcional, de adherencia, de solicitudes de tránsito y de integración global de la información**, permitiendo obtener una apreciación más completa del estado del pavimento (Shahin, 2005).
- **Superficie de Rodadura.** Es el componente de la carretera destinado al desplazamiento de los vehículos. Está conformada por uno o varios carriles habilitados para la circulación y se diferencia de la berma, debido a que esta última no forma parte del área destinada directamente al tránsito vehicular (MTC, 2018).
- **Fallas Superficiales.** Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014), las fallas superficiales comprenden los defectos que se presentan en la superficie de rodadura como consecuencia de deficiencias en la capa asfáltica superficial propiamente dicha, sin que estas guarden relación directa con la estructura del pavimento. Estas fallas afectan principalmente las condiciones funcionales de la superficie de rodadura y pueden

manifestarse mediante diferentes tipos de deterioros, cuya identificación y evaluación permiten determinar las necesidades de mantenimiento y conservación de la vía.

- **Pavimentos Asfálticos.** Comprenden aquellas estructuras viales cuya superficie de rodadura está constituida por materiales asfálticos. Su configuración generalmente incluye una capa superficial conformada por agregados minerales recubiertos y unidos mediante un ligante asfáltico, apoyada sobre una o más capas que cumplen funciones de soporte y distribución de las cargas transmitidas por el tránsito (MTC, 2018).
- **Mantenimiento de Carreteras.** Comprende el conjunto de acciones de carácter rutinario y periódico que se desarrollan con la finalidad de preservar las condiciones adecuadas de conservación de la infraestructura vial. Estas actividades permiten mantener niveles apropiados de transitabilidad y contribuir a la continuidad y seguridad de la circulación vehicular (MTC, 2018).
- **Mejoramiento de Carreteras.** Comprende las intervenciones orientadas a optimizar o incrementar las características técnicas y geométricas de una vía existente. Estas acciones pueden involucrar modificaciones en el eje horizontal o vertical, ampliaciones en el desarrollo de las curvas y cambios en las condiciones de la superficie de rodadura, respecto de las características contempladas en el diseño original de la carretera (MTC, 2018).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: La aplicación de los métodos de evaluación PCI y MTC Perú permite determinar el estado de conservación, demostrando que cada método responde con distinto nivel de sensibilidad y criterio técnico al momento de valorar el estado de la superficie; en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.

Ho: La aplicación de los métodos de evaluación PCI y MTC Perú no permite determinar diferencias en el estado de conservación, ni demuestra que cada método responda con distinto nivel de sensibilidad

y criterio técnico al momento de valorar el estado de la superficie; en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

H1: La aplicación de los criterios del método PCI permite evaluar el pavimento de forma detallada y heterogénea, con una alta sensibilidad al deterioro localizado; en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.

H01: La aplicación de los criterios del método PCI no permite evaluar el pavimento de forma detallada y heterogénea, ni presenta alta sensibilidad al deterioro localizado; en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025

H2: La aplicación de los criterios de valoración del MTC Perú permite evaluar el estado del pavimento de forma global y homogénea, con una sensibilidad baja al deterioro disperso, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.

H02: La aplicación de los criterios de valoración del MTC Perú no permite evaluar el estado del pavimento de forma global y homogénea, ni presenta sensibilidad baja al deterioro disperso, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.

H3: Existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos por el método PCI y el método MTC Perú; el primero demuestra mayor sensibilidad al deterioro, mientras que el segundo presenta una valoración conservadora y global, en la evaluación del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.

H03: No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos por el método PCI y el método MTC Perú; ambos métodos arrojan valoraciones equivalentes para el estado del

pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Condición superficial del pavimento (resultado de aplicar los métodos).

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Métodos de evaluación (PCI y MTC Perú).

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 7

Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Medición
<u>Variable Dependiente</u> Condición superficial del pavimento (resultado de aplicar los métodos)	Estado físico del pavimento determinado por la presencia, tipo, severidad y extensión de los daños superficiales que afectan su desempeño	Resultados obtenidos al aplicar los métodos PCI y MTC Perú, expresados en índices, categorías y registros de deterioros.	Fallas superficiales	Piel de cocodrilo - Exudación de asfalto – Agrietamiento en bloque – Abultamientos y Hundimientos – Corrugación – Depresión – Parcheo y acometidas de servicios públicos - Pulimentos de Agregados – Cruce vía férrea – Ahuellamiento – Desplazamiento – Grietas parabólicas – Hinchamiento – Meteorización / desprendimiento de agregados	Metro cuadrado (m ²)
				Grieta de borde – Grieta de reflexión de juntas – Desnivel de carril / berma – Grietas longitudinales y transversales	Metro lineal (m)
				Huecos	Unidad (und)
			Grado de severidad	Alta (A) – Medio (M) – Baja (B)	Escalar

<u>Variable Independiente</u> Métodos de evaluación del pavimento (PCI y MTC) Perú	Procedimientos técnicos que permiten evaluar el estado superficial del pavimento mediante la identificación, clasificación y cuantificación de deterioros	Aplicación de los métodos PCI (ASTM D6433) y MTC Perú (Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial) en los jirones Los Alisos y Los Vilcos	PCI	De 0 a 10 (fallado) – De 10 a 25 (muy malo) – De 25 a 40 (malo) – De 40 a 55 (Regular) – De 55 a 70 (Bueno) – De 70 a 85 (muy bueno) - De 85 a 100 (Excelente)	Escalar
			MTC Perú	De 0 a 300 (Malo) – De 300 a 800 (Regular) – De 800 a más (Bueno)	Escalar

Nota: Se muestra la operacionalización de variables del proyecto de Análisis comparativo de los métodos PCI y MTC Perú en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco 2025.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Arias y Covinos (2021), la investigación aplicada emplea conocimientos y métodos científicos para resolver necesidades reales y brindar soluciones prácticas a problemas específicos. Por ello, el estudio se enmarca en esta categoría, ya que busca contribuir directamente al proceso de diagnóstico vial y a la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento urbano.

En tal sentido la presente investigación corresponde al tipo aplicada, pues utiliza conocimientos científicos y metodologías establecidas para resolver una necesidad práctica: analizar y comparar la diferencia de los resultados de los métodos PCI y MTC Perú, con el fin de identificar cuál de ellos ofrece mayor precisión, consistencia y capacidad de diagnóstico en la evaluación superficial de pavimentos flexibles. Asimismo, busca entregar una evaluación técnica específica de la condición de los jirones Los Alisos y Los Vilcos, información que servirá de base para iniciar las gestiones correspondientes orientadas a la rehabilitación o mantenimiento de dichas vías a futuro.

3.2. ENFOQUE

De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), el enfoque cuantitativo implica medir variables mediante instrumentos estandarizados, con el propósito de obtener resultados objetivos y verificables. Esta definición coincide plenamente con los procedimientos de inspección y cálculo establecidos en las normativas empleadas, los cuales permiten procesar datos y comparar resultados de manera sistemática.

En tal sentido la presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, debido a que ambos métodos de evaluación seleccionados, PCI y MTC Perú, se basan en la medición numérica de variables como tipos de fallas, niveles de severidad, densidades de afectación y asignación de puntajes, para determinar y clasificar la condición del pavimento.

3.3. ALCANCE O NIVEL

Según Hernández Sampieri et al. (2014), “los estudios descriptivos determinan las características de un fenómeno y los comparativos establecen relaciones o diferencias entre dos o más variables o métodos”. En este estudio se describen las patologías presentes y se comparan los diagnósticos emitidos por ambas herramientas de evaluación.

En tal sentido el nivel de la presente investigación se define como descriptivo – comparativo:

- Descriptivo, porque registra, clasifica y caracteriza detalladamente las fallas existentes en el pavimento, así como su severidad y extensión, conforme a los criterios técnicos establecidos tanto en el método PCI como en la normativa del MTC Perú.
- Es comparativo, ya que contrasta los resultados obtenidos individualmente por cada metodología, con el objetivo de identificar similitudes, diferencias, ventajas y limitaciones de cada una en el contexto de estudio.

3.4. DISEÑO

Arias y Covinos (2021), señala que “en un diseño no experimental el investigador observa las variables en su estado natural sin intervenir en ellas”. Este principio coincide con la inspección visual y técnica que exigen ambas metodologías, donde el evaluador actúa como observador y registrador de la realidad existente.

En tal sentido la presente investigación se define bajo un diseño no experimental – transversal – descriptivo.

- No experimental, debido a que no se manipulan deliberadamente las variables de estudio; el estado del pavimento es observado, analizado y registrado tal como se encuentra en su condición natural.
- Transversal, porque la recolección de datos se realiza en un único momento del tiempo, capturando la situación real de la infraestructura vial durante el periodo establecido para la ejecución del estudio.
- Descriptivo, porque se mide, clasifica y detalla la información recabada sobre las fallas y el estado superficial de la vía, siguiendo los protocolos definidos en cada método.

3.5. POBLACIÓN

Hernández Sampieri et al. (2014), establecen que la población comprende el conjunto completo de elementos sobre los cuales se desea obtener información, en este caso el objeto de estudio es la superficie total (5,280 m²) correspondiente a ambos jirones, espacio donde se identificarán y registrarán las fallas y características superficiales.

En tal sentido la población de la presente investigación está constituida por la totalidad de la superficie de rodadura del pavimento asfáltico que comprende los jirones Los Alisos y Los Vilcos.

- Jr. Los Alisos: Longitud de 425 metros lineales aproximadamente, con un ancho de vía de 6 metros, haciendo un área total de 2.550 m².
- Jr. Los Vilcos: Longitud de 455 metros lineales, con un ancho de vía de 6 metros, haciendo un área total de 2.730 m².

La norma ASTM D6433 (2023) indica que la población para estudios mediante la metodología PCI comprende la totalidad del área pavimentada susceptible de división en unidades de muestra. De manera similar, el MTC (2018), en su Manual de Carreteras, define como población el conjunto de segmentos viales sometidos a inventario y clasificación.

3.6. MUESTRA

Arias y Covinos (2021), afirma que “el muestreo intencional y dirigido se usa cuando la selección responde a criterios definidos por la metodología y el propósito del investigador”. Dado que ambas metodologías establecen reglas específicas para la segmentación de la vía, la muestra se obtuvo aplicando estrictamente dicho principio técnico.

En tal sentido la muestra definida en la presente investigación es de tipo intencional y dirigido, estableciéndose según los criterios técnicos específicos de cada metodología, considerando un sistema no probabilístico:

Para el método PCI (ASTM D6433, 2023).

Se estableció una división sistemática cada 40 metros lineales en ambas vías, considerando el ancho de calzada de 6 metros. De esta forma, cada Unidad de Muestra (UM) cuenta con un área de 240 m² (40m x 6m), cumpliendo el rango estándar de 150 – 250 m² establecido por la norma.

- Jr. Los Alisos: Se definieron 11 Unidades de Muestra (UM).

- Jr. Los Vilcos: Se definieron 12 Unidades de Muestra (UM).

Siendo un total de 23 unidades de análisis para el método PCI. Por ello, el muestreo es no probabilístico – intencional, determinado por los parámetros técnicos del método y las dimensiones de la vía.

Para el método MTC Perú (MTC, 2018).

Los tramos viales se segmentaron considerando una longitud uniforme de 200 metros lineales, tal como lo sugiere la guía para vías urbanas, manteniendo el criterio de homogeneidad y características geométricas.

- Jr. Los Alisos: Se definieron 2 tramos de evaluación.
- Jr. Los Vilcos: Se definieron 2 tramos de evaluación.

Siendo un total de 4 tramos de análisis para el método MTC Perú. Por lo tanto, el muestreo es no probabilístico – dirigido, pues el investigador delimita los tramos basándose en las características propias de la vía y las indicaciones del manual.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), la observación estructurada implica registrar información mediante criterios previamente definidos, utilizando formatos sistemáticos que permiten obtener datos precisos y comparables. Esta técnica se ajusta plenamente al trabajo de campo, ya que ambos métodos exigen listas de fallas específicas y una pauta clara para su identificación y medición.

En tal sentido la técnica principal que se empleó en la investigación fue la observación directa estructurada y el análisis documental. El diagnóstico de la condición superficial del pavimento requiere la identificación y registro en campo de las fallas presentes, su severidad y su distribución espacial, siguiendo estrictamente los procedimientos y clasificaciones establecidas en el método PCI y en el método del MTC Perú.

3.7.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Según Hernández Sampieri et al. (2014), los instrumentos estructurados garantizan uniformidad en la medición y facilitan la comparación entre unidades observadas. Asimismo, Arias y Covinos

(2021), destaca que los instrumentos basados en normas técnicas proporcionan validez funcional, ya que se construyen específicamente para medir aquello que requieren los procedimientos oficiales de evaluación.

En tal sentido como instrumentos de recolección de datos, se utilizaron las fichas de inspección estandarizadas y adaptadas según los requerimientos de cada metodología:

- Ficha de inspección para evaluación PCI (según norma ASTM D6433), adaptada para unidades de 40 m x 6 m.
- Ficha de evaluación de la condición del pavimento (según Manual de Mantenimiento Vial del MTC Perú, 2018), aplicada por tramos de 200 m.

3.8. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El procesamiento y análisis de los datos se desarrolló siguiendo un enfoque cuantitativo y sistemático, coherente con la naturaleza del estudio. Según Hernández Sampieri et al. (2014), estas etapas comprenden la organización, depuración, preparación e interpretación de la información, empleando herramientas que garanticen precisión y trazabilidad.

3.8.1. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

Las principales técnicas que se aplicaron son:

Tabulación y organización de los datos: Arias y Covinos (2021), destaca que la tabulación es el proceso mediante el cual los datos brutos se organizan en cuadros que permiten su análisis sistemático. En tal sentido los registros obtenidos en campo han sido trasladados y organizados en hojas de cálculo electrónicas (Microsoft Excel), con el fin de:

- Ordenar la información por las 23 unidades muestrales de 240 m² (para PCI) y por los 4 tramos de 200 m (para MTC Perú).
- Clasificar tipos, severidades y extensiones de cada falla detectada.
- Facilitar el cálculo automático de áreas afectadas, densidades de fallas, índices parciales y totales de la condición.

Sistematización mediante plantillas especializadas: Para garantizar uniformidad en los cálculos, se utilizaron formatos estructurados basados en:

- Los lineamientos de la norma ASTM D6433 para el método PCI.
- Los parámetros del Manual de Mantenimiento Vial (2018) para la metodología del MTC Perú.

Dichas plantillas permitieron estandarizar el procesamiento de la información.

Uso de software para el procesamiento: Hernández Sampieri et al. (2014), indica que el uso de herramientas incrementa la confiabilidad del procesamiento al reducir la subjetividad. Con el fin de mejorar la precisión y reducir errores operativos, se utilizaron herramientas informáticas:

- Microsoft Excel: Para la realización de cálculos automáticos, organización de bases de datos y generación de gráficos.
- Software estadístico (SPSS, Minitab o similar): Para la aplicación de estadística descriptiva y pruebas de correlación que permitan la comparación técnica entre ambos métodos.

3.8.2. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El análisis de los datos se efectuó de manera descriptiva y comparativa.

a. Análisis descriptivo. Arias y Covinos (2021), señala que el análisis descriptivo permite transformar valores numéricos en información significativa, facilitando la comprensión del estado real de la vía. En tal sentido se interpretaron los valores numéricos obtenidos que definen la condición del pavimento:

- Índice de Condición del Pavimento (PCI), según norma ASTM D6433
- Índice de Estado y clasificación funcional, según normativa MTC Perú.

b. Análisis comparativo entre PCI y MTC Perú. Hernández Sampieri et al. (2014), señalan que el análisis comparativo es adecuado cuando se pretende contrastar dos metodologías aplicadas a un mismo objeto de estudio. En tal sentido una vez determinada la condición mediante ambos métodos, se realizó el contraste técnico para:

- Identificar coincidencias y discrepancias en la identificación de fallas y clasificación del estado.
- Determinar cuál de las metodologías refleja de manera más detallada y precisa el estado superficial real del pavimento en el contexto local.

c. Representación gráfica. Arias y Covinos (2021), señala que la representación gráfica favorece la comprensión inmediata de patrones y relaciones entre datos. En tal sentido los resultados se plasmaron gráficamente mediante:

- Gráficos de barras y líneas.
- Diagramas de dispersión y correlación.
- Tablas comparativas de valores y clasificaciones.

Estos elementos, generados en hojas de cálculo y software estadístico, permitieron visualizar tendencias y diferencias.

3.9. ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación cumple con los principios éticos fundamentales que rigen el desarrollo de estudios científicos y académicos. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), toda investigación debe garantizar la integridad de los datos, el respeto a las fuentes de información y la transparencia en los procedimientos para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados. Asimismo, Arias y Covinos (2021), señala que la ética en investigación implica actuar con responsabilidad, honestidad, respeto y rigor metodológico durante todas las etapas del estudio.

En este sentido, se consideraron los siguientes lineamientos éticos:

- **Integridad y veracidad de la información:** Los datos obtenidos en el trabajo de campo y procesamiento digital fueron registrados de manera objetiva, sin manipulación, alteración u omisión deliberada. Todos los cálculos, procedimientos y resultados serán producto directo de la aplicación técnica de los métodos PCI y MTC Perú, asegurando transparencia y exactitud en el informe final.
- **Respeto a la normativa técnica y metodológica:** La evaluación del pavimento se desarrolló conforme y estrictamente a los lineamientos estandarizados internacional y nacionalmente: norma ASTM D6433 para el método PCI, y Manual de Mantenimiento Vial del MTC (2018) para la

metodología peruana, garantizando el cumplimiento de estándares profesionales.

- **Respeto a la autoría y propiedad intelectual:** Se reconoce adecuadamente la autoría de todas las fuentes teóricas, metodológicas y técnicas empleadas, mediante citas y referencias elaboradas bajo el formato APA vigente. Como señalan Hernández Sampieri et al. (2014), el reconocimiento de las fuentes es un componente esencial de la ética académica y evita el plagio.
- **Uso responsable de la información y herramientas:** El procesamiento estadístico y manejo de datos se realizó resguardando la integridad de la información. Los resultados fueron empleados exclusivamente con fines académicos y como aporte técnico para la gestión de la infraestructura vial, evitando conclusiones sesgadas o interesadas.
- **Seguridad y respeto al entorno:** Durante las actividades de inspección en campo, se respetaron las normas de seguridad vial, señalización y cuidado del entorno, garantizando la integridad del equipo investigador, de los usuarios de la vía y de la propia infraestructura, tal como lo orienta Arias y Covinos (2021), sobre la responsabilidad profesional.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS

La etapa de recolección de información inició con la ubicación georreferenciada de los tramos de estudio, estableciendo los puntos de control a lo largo del eje vial mediante coordenadas geográficas y UTM. Este procedimiento permitió delimitar con precisión el área de evaluación y definir las progresivas cada 40 metros lineales, conforme a lo establecido en la norma ASTM D6433 para la aplicación del método PCI.

Tabla 8

Coordenadas de ubicación de los tramos de vía evaluadas

Tramo	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM				Elevación
	Latitud	Longitud	Zona	Banda	Este	Norte	
Jr. Los Alisos	- 9,954455 °	- 76,246607 °	18	L	363348,30	8899366,12	1892,00
Jr. Los Vilcos	- 9,955524 °	- 76,245961 °	18	L	363419,53	8899248,14	1892,00

Nota: Registro de coordenadas geográficas y UTM de ubicación referencial de los jirones Los Alisos y Los Vilcos, distrito de Pillco Marca.

Tabla 9

Eje vial del Jr. Los Alisos

Progresiva	Este	Norte	Elevación
0+000	363171,44 m E	8899254,34 m S	1895,40 msnm
0+040	363205,31 m E	8899275,34 m S	1894,70 msnm
0+080	363239,54 m E	8899296,23 m S	1894,10 msnm
0+120	363272,99 m E	8899318,44 m S	1893,80 msnm
0+160	363306,72 m E	8899340,57 m S	1893,20 msnm
0+200	363340,95 m E	8899361,40 m S	1892,50 msnm
0+240	363374,54 m E	8899383,03 m S	1891,90 msnm
0+280	363408,67 m E	8899404,15 m S	1891,20 msnm
0+320	363441,99 m S	8899425,63 m S	1890,40 msnm
0+360	363476,68 m E	8899446,87 m S	1889,70 msnm
0+400	363510,15 m E	8899467,87 m S	1889,00 msnm
0+425	363531,65 m E	8899480,95 m S	1888,40 msnm

Nota: Registro de coordenadas UTM cada 40 metros lineales a lo largo del eje del jirón Los Alisos.

Tabla 10*Eje vial del Jr. Los Vilcos*

Progresiva	Este	Norte	Elevación
0+000	363223,71 m E	8899133,38 m S	1895,20 msnm
0+040	363257,42 m E	8899154,45 m S	1894,50 msnm
0+080	363290,84 m E	8899175,86 m S	1893,90 msnm
0+120	363325,25 m E	8899196,70 m S	1893,60 msnm
0+160	363360,57 m E	8899214,56 m S	1893,00 msnm
0+200	363395,14 m E	8899234,81 m S	1892,30 msnm
0+240	363429,58 m E	8899254,55 m S	1891,70 msnm
0+280	363464,21 m E	8899274,51 m S	1891,00 msnm
0+320	363498,93 m E	8899293,52 m S	1890,20 msnm
0+360	363533,37 m E	8899313,95 m S	1889,50 msnm
0+400	363567,01 m E	8899335,51 m S	1888,80 msnm
0+440	363601,57 m E	8899355,86 m S	1888,20 msnm
0+455	363614,99 m E	8899363,96 m S	1888,00 msnm

Nota: Registro de coordenadas UTM cada 40 metros lineales a lo largo del eje del jirón Los Vilcos.

4.1.1. APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DEL MÉTODO PCI

En este apartado se presentan los resultados obtenidos tras aplicar sistemáticamente la metodología PCI, siguiendo estrictamente los lineamientos descritos en la norma ASTM D6433. La evaluación consideró las dimensiones reales de las vías y la división técnica en unidades de muestreo, con el fin de identificar, cuantificar y clasificar los daños según su tipo, severidad y extensión superficial.

4.1.1.1. Evaluación del pavimento en el Jr. Los Alisos. El jirón Los Alisos cuenta con una longitud total de 425 metros lineales y un ancho de calzada constante de 6 metros, lo que representa un área de influencia de 2.550 m². Según el procedimiento normativo, el recorrido fue dividido en 11 Unidades de Muestreo (UM):

- UM1 a UM10: Unidades uniformes de 40 m x 6 m (240 m² cada una), cumpliendo el rango estándar de 150 – 250 m² establecido.
- La UM11: Corresponde al tramo final remanente, con dimensiones de 25 m x 6 m (150 m²), ajustándose al límite inferior aceptado por la norma.

De la totalidad de unidades definidas, se seleccionaron de acuerdo a la determinación de muestra por el PCI y los calculados realizados son

6 unidades muestrales: UM1, UM3, UM5, UM7, UM9 y UM11. Estas unidades fueron elegidas por presentar las condiciones más representativas y los niveles de deterioro más notorios a lo largo del recorrido, permitiendo obtener un diagnóstico fiable de la condición real de la vía.

UM1: del 0+000 al 0+040. Unidad inicial de evaluación con un área de 240 m². Durante la inspección se identificaron fallas realizando un respectivo análisis técnico:

- Piel de cocodrilo: Presente en zonas de mayor tránsito; indica fatiga estructural por carga repetida y capacidad portante reducida de la base.
- Agrietamiento en bloque: Distribuido en sectores amplios; se debe al envejecimiento del ligante y las variaciones de temperatura.
- Parcheos: Reparaciones anteriores en estado aceptable; revelan puntos ya intervenidos, con riesgo de despegue si no se mantienen.
- Huecos: Localizados en zonas bajas; originados por infiltración de agua y pérdida de cohesión del material.
- Desprendimiento de agregados: En la superficie general; causado por el endurecimiento del asfalto y exposición continua al clima.

Cada daño fue caracterizado según su nivel de severidad y extensión, determinándose un Índice de Condición de Pavimento de 56 puntos, lo que clasifica a este tramo en estado BUENO

Tabla 11

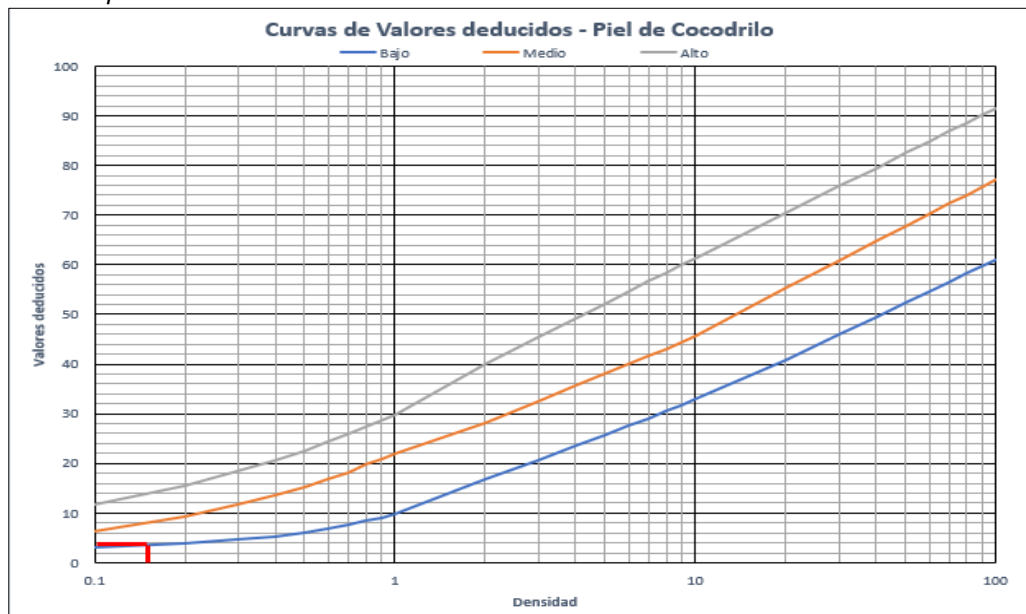
Evaluación del criterio PCI en la UM1 del Jr. Los Alisos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
1	L	0,35	0,35	0,15	4
3	M	0,60	0,60	0,25	0
11	M	35,40	35,40	14,75	38
13	M	1,00	1,00	0,42	18
19	L	0,95, 2,94	3,89	1,62	1
Condición del		56	Clasificación BUENO		

Nota: Registro detallado de daños, densidades y valores deducidos aplicados para el cálculo del índice en la unidad muestral 1.

Figura 24

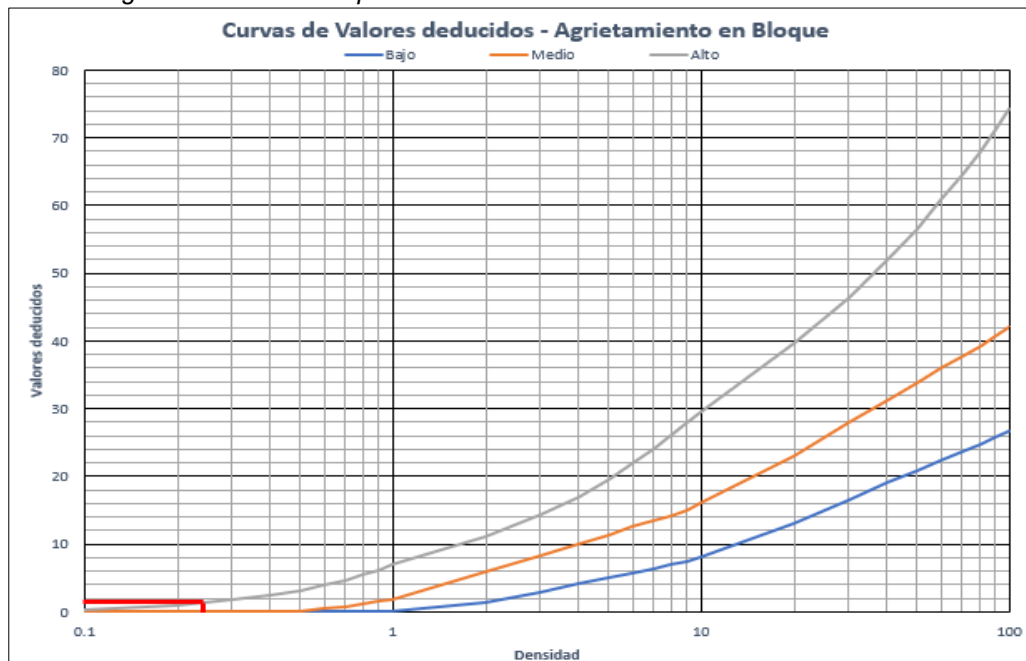
Falla de piel de cocodrilo en la UM1 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de piel de cocodrilo; observándose que dicha falla se muestra en 0,35 m², siendo el 0,15 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 4.

Figura 25

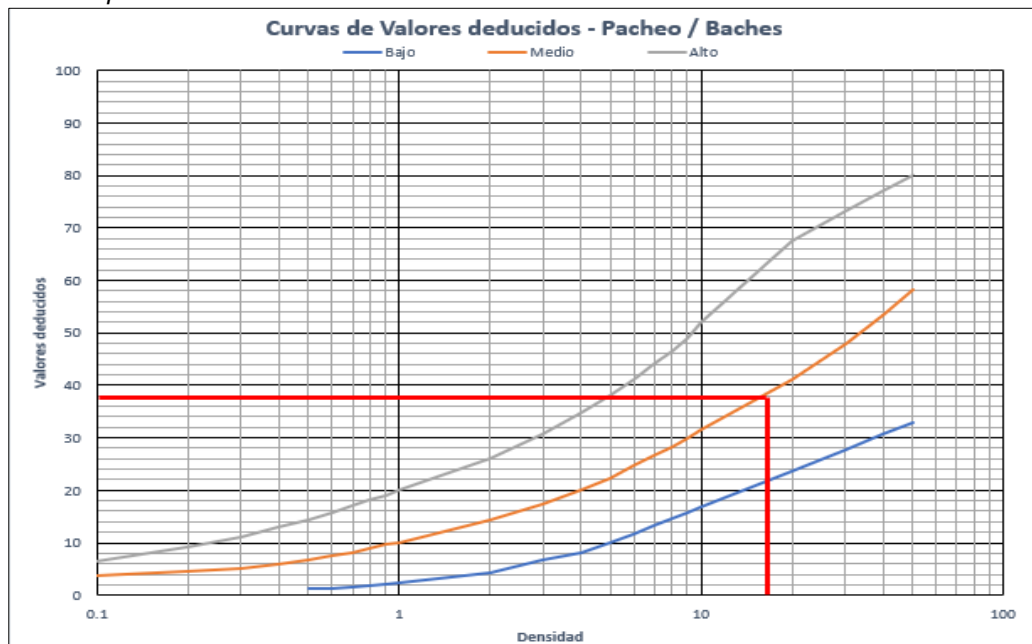
Falla de agrietamiento en bloque en la UM1 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de agrietamiento en bloque; observándose que dicha falla se muestra en 0,60 m², siendo el 0,25 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 0.

Figura 26

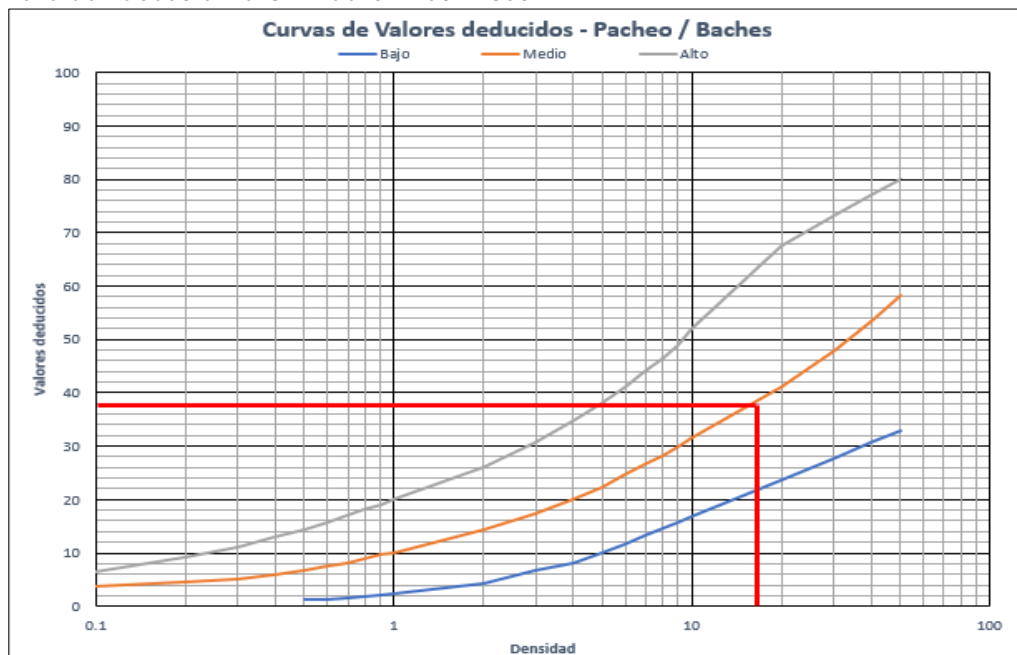
Falla de parcheo en la UM1 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de parcheo; observándose que dicha falla se muestra en 35,40 m², siendo el 14,75 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 38, para el área.

Figura 27

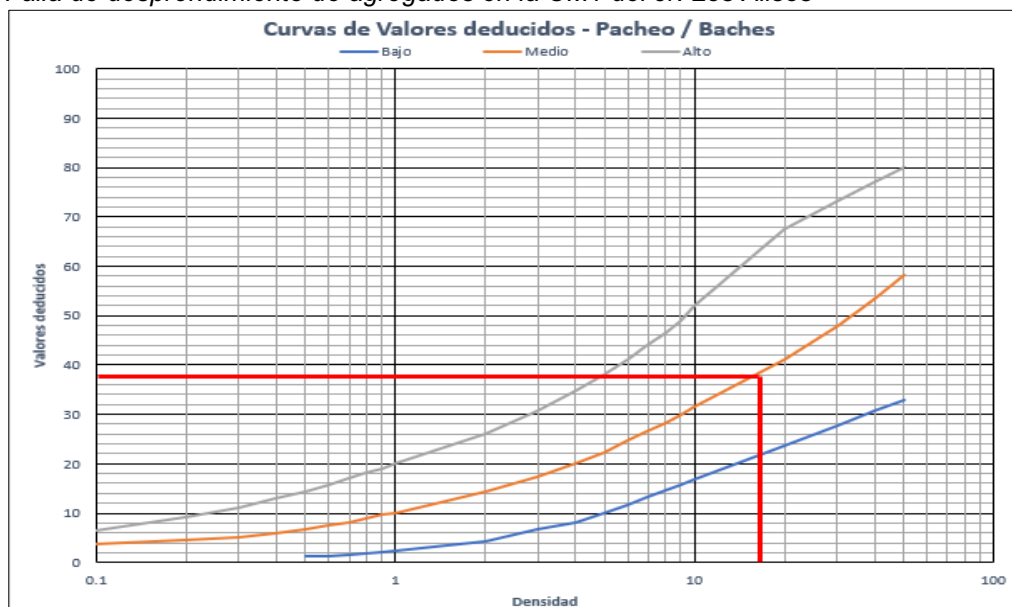
Falla de huecos en la UM1 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de huecos; observándose que dicha falla se muestra en 1,00 unidad, siendo el 0,42 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 18.

Figura 28

Falla de desprendimiento de agregados en la UM1 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de desprendimiento de agregados; observándose que dicha falla se muestra en 3,89 m², siendo el 1,62 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 1

UM3: del 0+080 al 0+120. Tramo intermedio evaluado de 240 m² de superficie. En esta unidad se evidenció:

- Piel de cocodrilo: De extensión media; confirma avance de fatiga por carga continua.
- Parcheos antiguos: Presentan bordes desgastados; indican falta de adherencia con el pavimento original.
- Huecos de mediano tamaño: Localizados en zonas de acumulación de agua; agravados por filtraciones internas.

El análisis de densidades y severidades determinó un índice de 40 puntos, correspondiendo a una condición de pavimento REGULAR.

Tabla 12

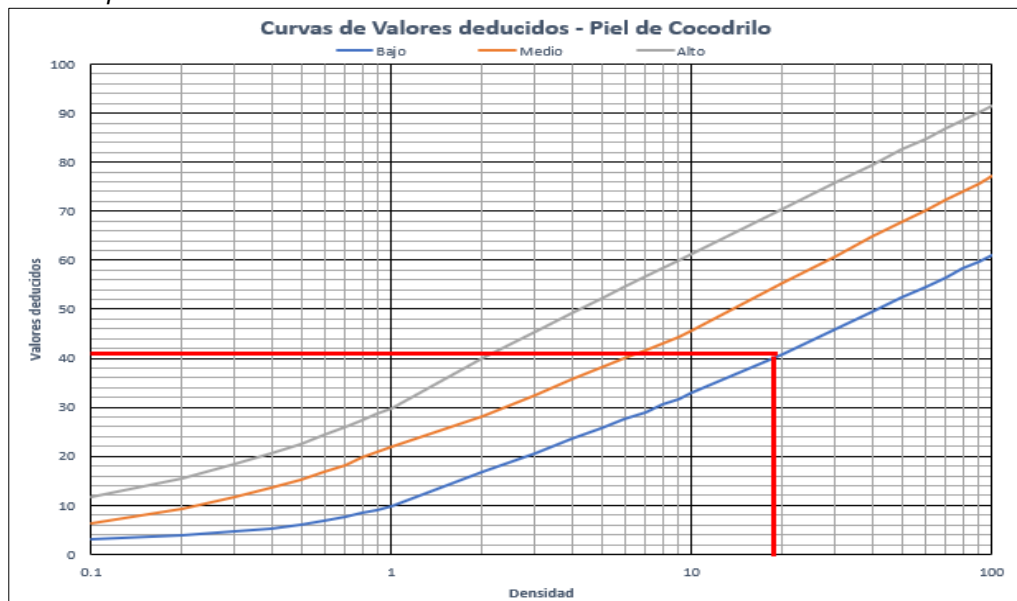
Evaluación del criterio PCI en la UM3 del Jr. Los Alisos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
1	L	13,12, 13,12,	47,00	19,58	41
11	L	10,23, 2,34	12,57	5,24	10
13	M	1,00, 1,00, 1,00,	4,00	1,67	41
Condición del pavimento		40	Clasificación REGULAR		

Nota: Valores obtenidos tras la inspección y procesamiento de datos, evidenciando un deterioro moderado que afecta la calificación.

Figura 29

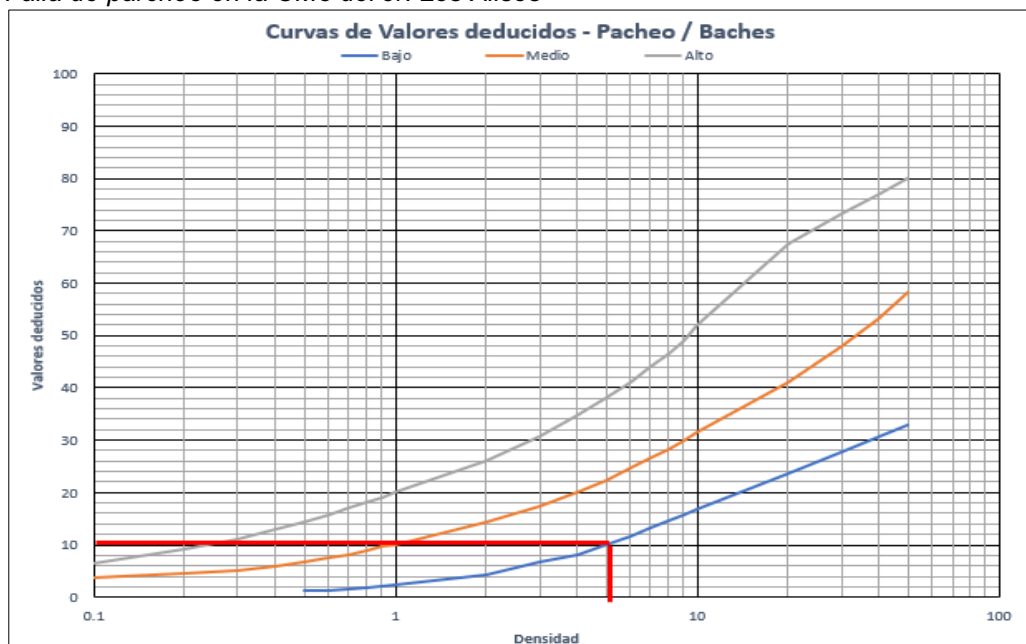
Falla de piel de cocodrilo en la UM3 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de piel de cocodrilo; observándose que dicha falla se muestra en 47,00 m², siendo el 19,58 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 41.

Figura 30

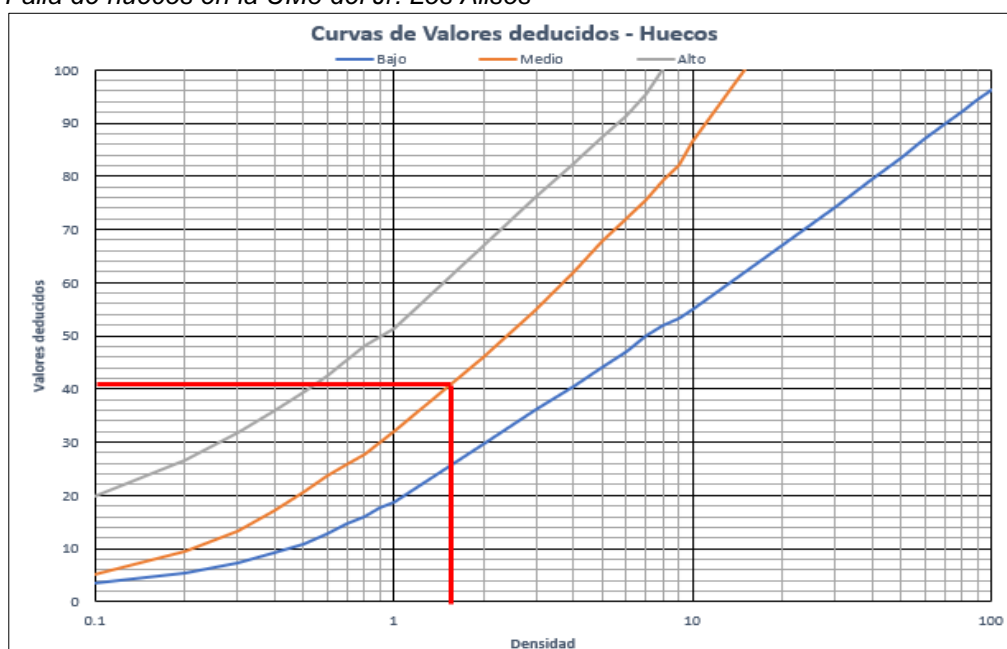
Falla de parcheo en la UM3 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de parcheo; observándose que dicha falla se muestra en 12,57 m², siendo el 5,24 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 10.

Figura 31

Falla de huecos en la UM3 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de huecos; observándose que dicha falla se muestra en 4,00 unidades, siendo el 1,67 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 41.

UM5: del 0+160 al 0+200. Unidad de evaluación de 240 m² donde predominan las fallas de:

- Piel de cocodrilo: De severidad media; indica que la estructura ha superado su capacidad de carga en zonas específicas.
- Huecos de profundidad media: Puntuales; se originan por entrada de agua a través de fisuras previas.

La cuantificación de estas patologías arrojó un valor de 50 puntos, clasificando el estado del pavimento como REGULAR.

Tabla 13

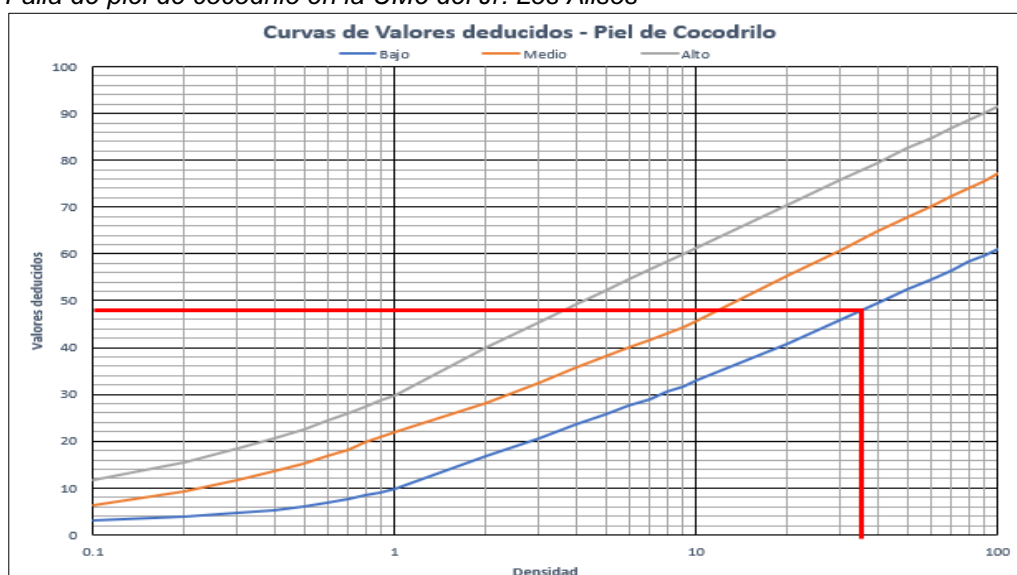
Evaluación del criterio PCI en la UM5 del Jr. Los Alisos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
1	L	2,88, 6,20, 46,17, 15,17, 14,52	84,94	35,39	48
13	M	1,00	1,00	0,42	18
Condición del		50	Clasificación REGULAR		

Nota: Resultados del cálculo del índice, indicando que la vía presenta daños superficiales que requieren atención, aunque aún mantiene funcionalidad.

Figura 32

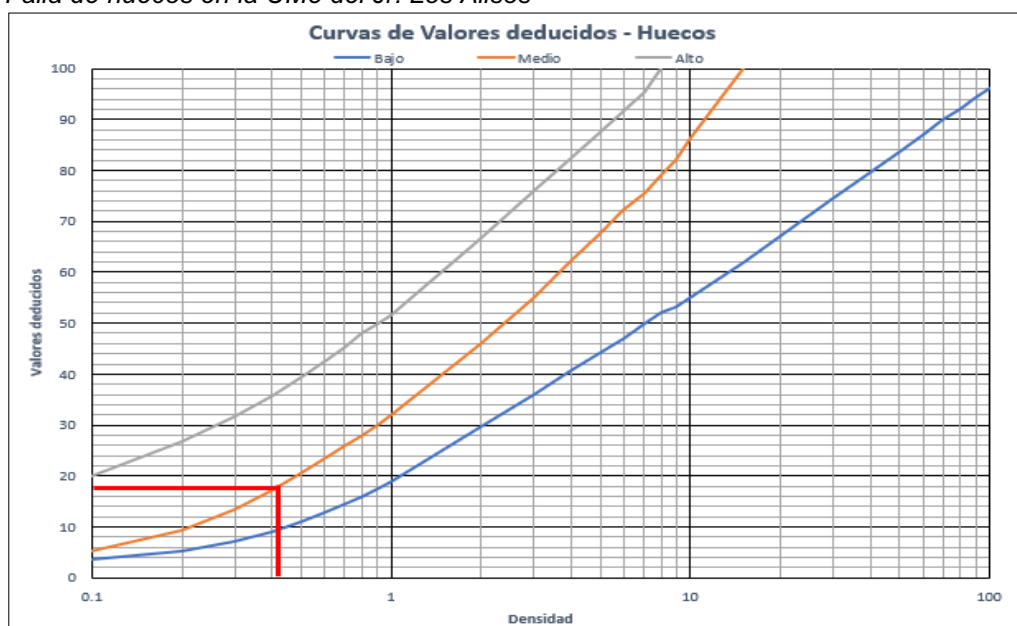
Falla de piel de cocodrilo en la UM5 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de piel de cocodrilo; observándose que dicha falla se muestra en 87,94 m², siendo el 35,39 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 48.

Figura 33

Falla de huecos en la UM5 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de huecos; observándose que dicha falla se muestra en 1,00 unidad, siendo el 0,42 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 18.

UM7: del 0+240 al 0+280. En esta unidad de 240 m² se observó un cambio significativo en la condición, destacándose:

- Parcheos: En número reducido, pero con bordes irregulares; representan zonas ya intervenidas.

- Desprendimiento de agregados: De severidad alta y gran extensión; provocado por el envejecimiento avanzado del ligante y la pérdida de adherencia.

La pérdida de material determinó un índice de 28 puntos, calificándolo como MALO.

Tabla 14

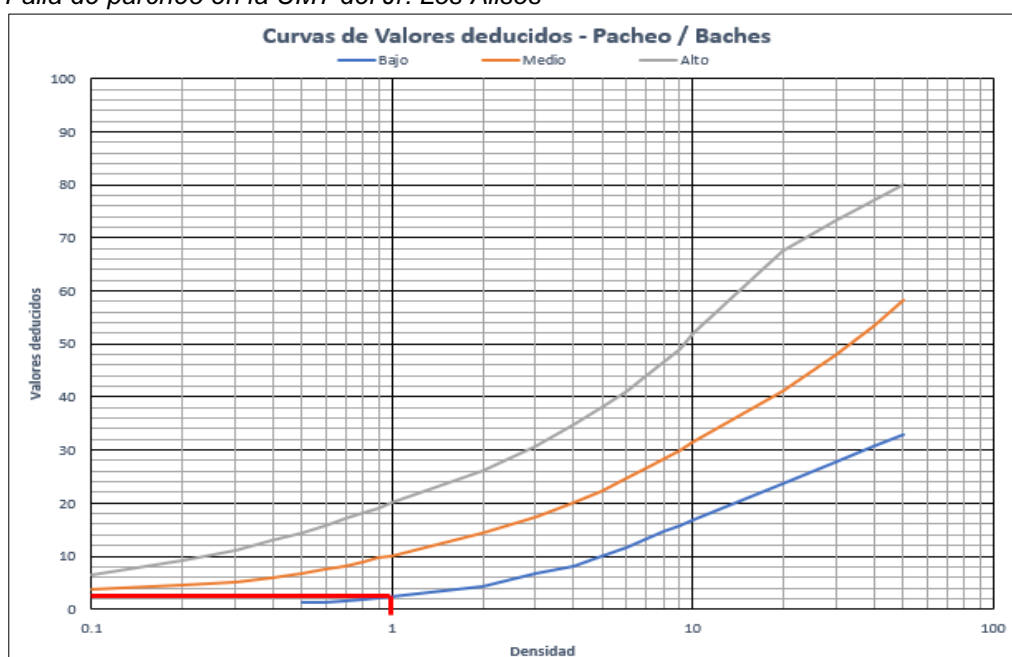
Evaluación del criterio PCI en la UM7 del Jr. Los Alisos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
11	L	2,56	2,56	1,07	2
19	H	129,00	129,00	53,75	70
Condición del		28	Clasificación		MALO

Nota: La alta densidad de desprendimiento de agregados constituye el factor determinante en la baja calificación obtenida.

Figura 34

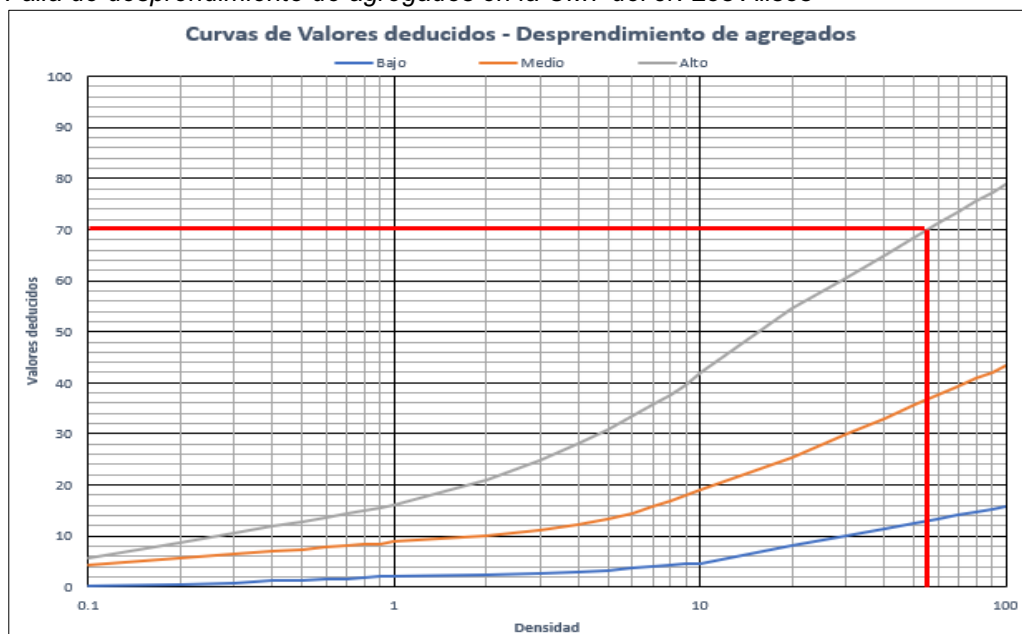
Falla de parcheo en la UM7 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de parcheo; observándose que dicha falla se muestra en 2,56 m², siendo un 1,07 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 2.

Figura 35

Falla de desprendimiento de agregados en la UM7 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de desprendimiento de agregados; observándose que dicha falla se muestra en 129,00 m², siendo el 53,75% de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 70.

UM9: del 0+320 al 0+360. Tramo de 240 m² donde el pavimento presenta un deterioro avanzado, caracterizado por:

- Desprendimiento total de agregados: De severidad alta en toda la superficie; se debe a la degradación total del ligante por tiempo de servicio y condiciones climáticas.

Esta patología de severidad alta cubre el 100 % del área, lo que derivó en un índice de 23 puntos, clasificándose como MUY MALO.

Tabla 15

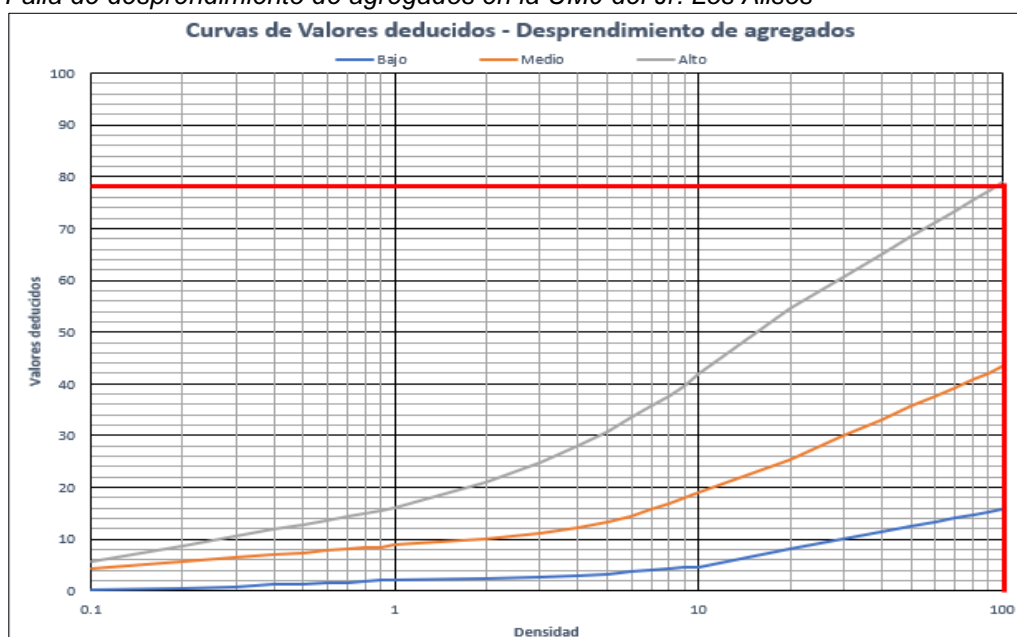
Evaluación del criterio PCI en la UM9 del Jr. Los Alisos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
19	H	240,00	240,00	100,00	77
Condición del		23	Clasificación MUY MALO		

Nota: La afectación total de la superficie por desgaste severo hace que este tramo presente la calificación más baja, requiriendo intervención inmediata.

Figura 36

Falla de desprendimiento de agregados en la UM9 del Jr. Los Alisos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de desprendimiento de agregados; en donde se observa que dicha falla se muestra en 240,00 m², siendo el 100,00 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 77.

UM11: del 0+400 al 0+425. Unidad final de evaluación con dimensiones de 25 m x 6 m, equivalente a 150 m² de superficie, cumpliendo el límite mínimo establecido por la norma. El diagnóstico fue similar al tramo anterior, evidenciando una degradación total de la capa de rodadura con:

- Desprendimiento generalizado de agregados: En toda la extensión; confirma el avance del envejecimiento y pérdida de función protectora de la capa asfáltica.

El valor calculado fue de 23 puntos, correspondiendo también a una clasificación de MUY MALO.

Tabla 16

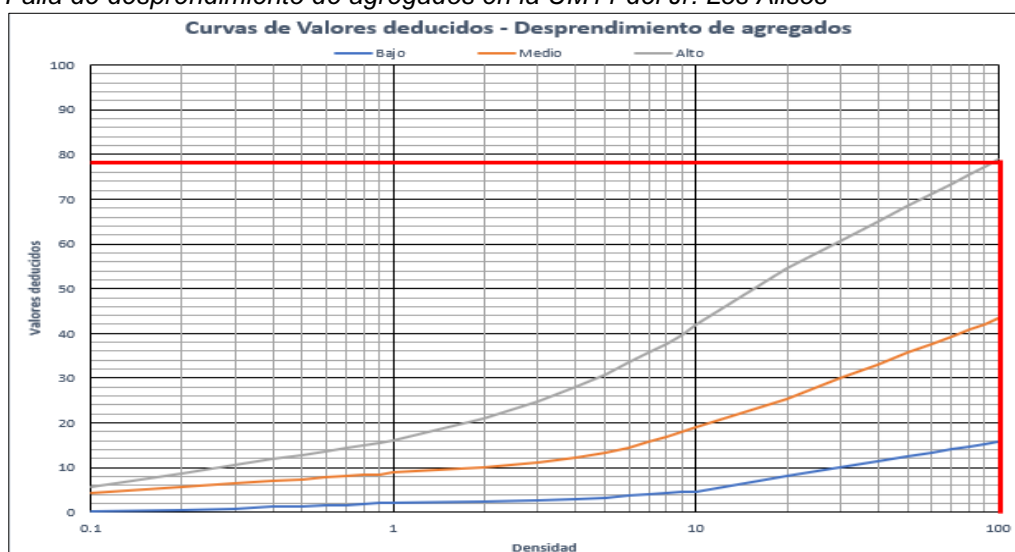
Evaluación del criterio PCI en la UM11 del Jr. Los Alisos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
19	H	150,00	150,00	100,00	77
Condición del		23	Clasificación MUY MALO		

Nota: Resultados obtenidos para el tramo final remanente, confirmando el avance del deterioro hacia el extremo final de la vía.

Figura 37

Falla de desprendimiento de agregados en la UM11 del Jr. Los Alisos

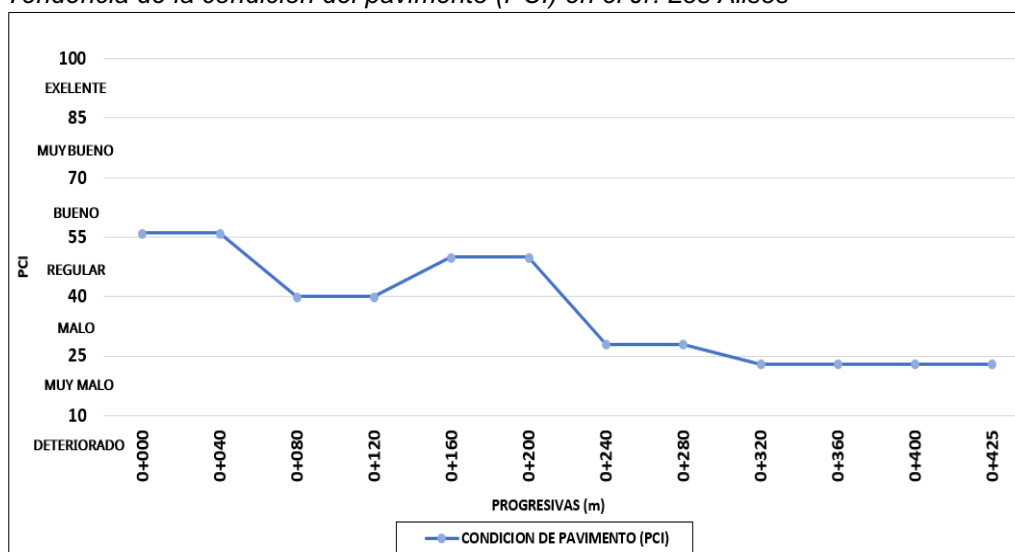


Nota: Se muestra el valor deducido de falla de desprendimiento de agregados; observándose que dicha falla se muestra en 150,00 m², siendo el 100,00 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 77.

Así mismo, en resumen, se define la tendencia de la condición del pavimento de todo el tramo del Jr. Los Alisos según los criterios del PCI:

Figura 38

Tendencia de la condición del pavimento (PCI) en el Jr. Los Alisos



Nota: El gráfico muestra los picos de la condición del pavimento en el Jr. Los Alisos, en donde se observa una baja reducida en la condición del pavimento desde la 0+000 (BUENO) hasta la 0+200 (REGULAR), seguidamente se muestra una caída más pronunciada desde la 0+200 (MALO) hasta la 0+425 (MUY MALO).

4.1.1.2. Evaluación del pavimento en el Jr. Los Vilcos. El jirón Los Vilcos presenta una longitud total de 455 metros lineales, con un ancho de calzada uniforme de 6 metros, lo que configura un área total de pavimento de 2.730 m². Para la evaluación técnica, se aplicó el criterio

de división cada 40 metros, definiendo 12 Unidades de Muestreo consecutivas que cubren 440 metros lineales. El tramo remanente de 15 metros finales no fue incluido en el muestreo, dado que su área de 90 m² no alcanzaba el límite mínimo de 150 m² requerido por la norma ASTM D6433 para ser considerada una unidad válida.

Todas las unidades definidas mantienen dimensiones de 40 m x 6 m (240 m²), ajustándose perfectamente al rango estándar. De la misma manera, al igual que en la vía anterior, se seleccionaron 6 unidades muestrales: UM1, UM3, UM5, UM7, UM9 y UM11, zonas donde se concentran las principales fallas y que permiten caracterizar el comportamiento estructural superficial de toda la vía.

UM1: del 0+000 al 0+040. Unidad inicial de 240 m². La inspección visual detallada permitió identificar principalmente:

- Parcheos antiguos: De gran extensión; indican intervenciones repetidas por fallas anteriores.
- Huecos de severidad alta: Profundos y en crecimiento; causados por filtración de agua que debilita las capas inferiores.

Estos daños generaron una deducción significativa en el índice, alcanzando un valor de 34 puntos, lo que determina una condición de pavimento MALO.

Tabla 17

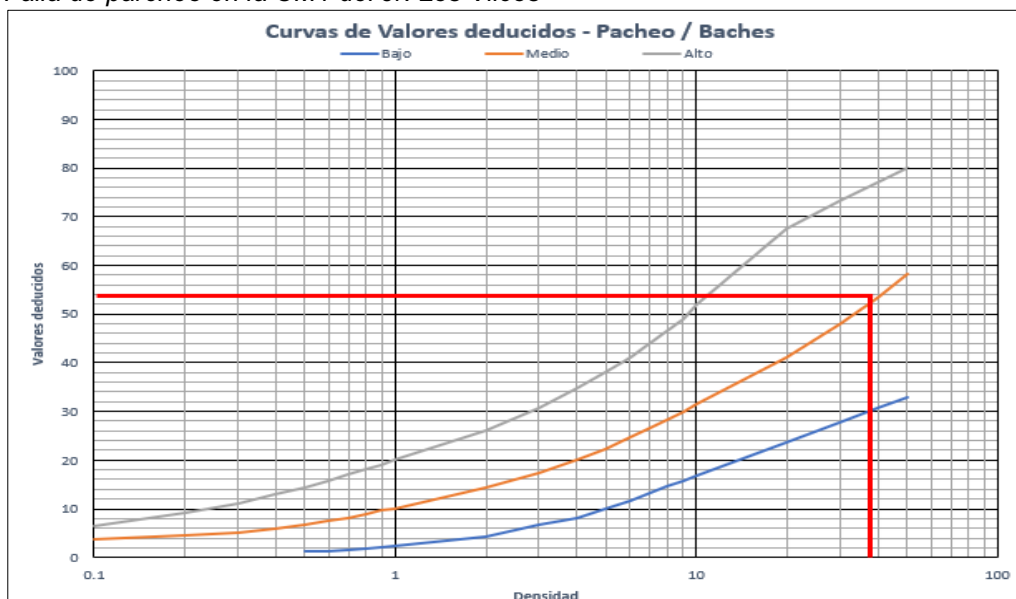
Evaluación del criterio PCI en la UM1 del Jr. Los Vilcos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
11	M	72,00, 9,00	81,00	33,75	54
13	H	1,00	1,00	0,42	37
Condición del		34	Clasificación		MALO

Nota: El alto porcentaje de área parcheada y la presencia de huecos profundos son las causas principales de la baja calificación en el inicio de la vía.

Figura 39

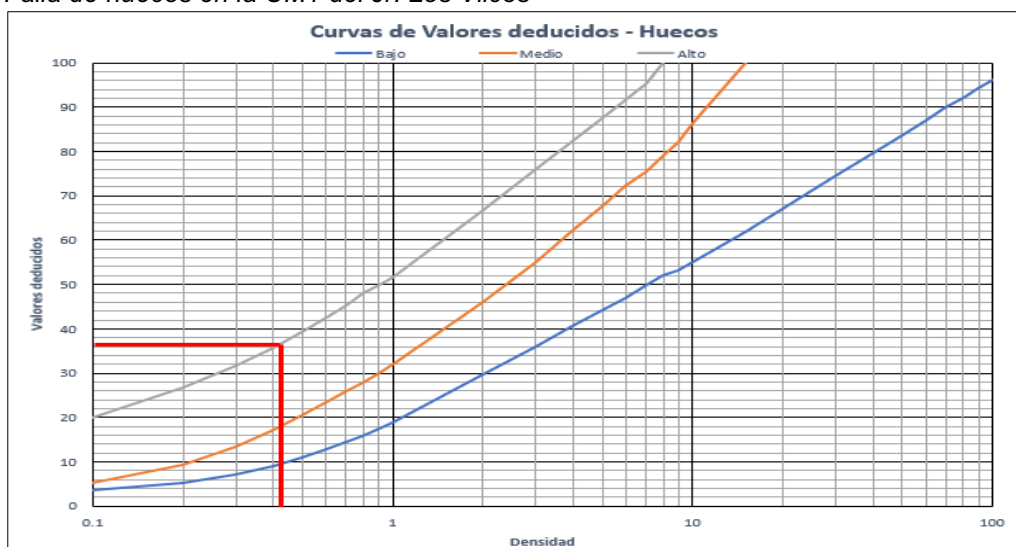
Falla de parcheo en la UM1 del Jr. Los Vilcos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de parcheo; observándose que dicha falla se muestra en 81,00 m², siendo el 33,75 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 54.

Figura 40

Falla de huecos en la UM1 del Jr. Los Vilcos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de huecos; observándose que dicha falla se muestra en 1,00 unidad, siendo el 0,42 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 37.

UM3: del 0+080 al 0+120. En este tramo de 240 m², las fallas detectadas mayormente son:

- Piel de cocodrilo: De severidad baja; distribuida en zonas de carga e indica inicio de fatiga estructural.
- Huecos de severidad media: Puntuales; en expansión por filtraciones continuas.

Arrojando un índice de 48 puntos, clasificándolo como REGULAR.

Tabla 18

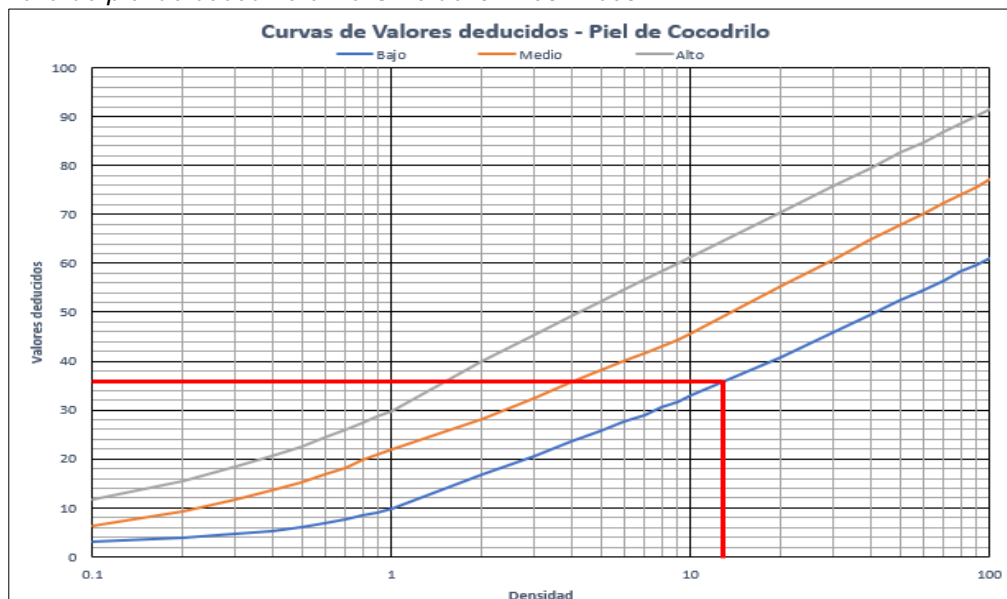
Evaluación del criterio PCI en la UM3 del Jr. Los Vilcos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
1	L	31,20	31,20	13,00	36
13	M	1,00	1,00	0,42	37
Condición del		48	Clasificación REGULAR		

Nota: El fisuramiento en la piel de cocodrilo es la patología de mayor extensión, indicando inicio de fatiga en la estructura del pavimento.

Figura 41

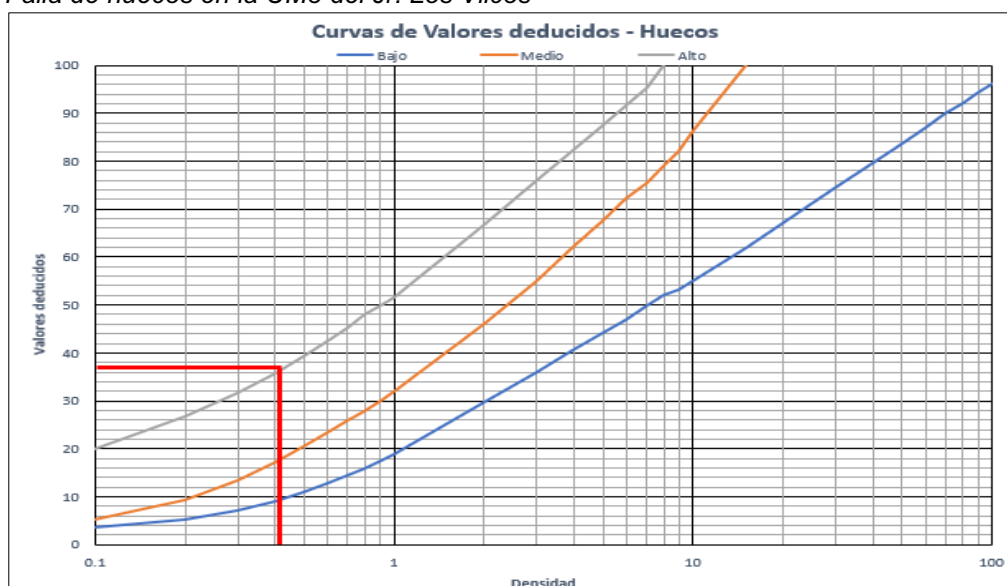
Falla de piel de cocodrilo en la UM3 del Jr. Los Vilcos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de piel de cocodrilo; observándose que dicha falla se muestra en 31,20 m², siendo el 13,00 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 36.

Figura 42

Falla de huecos en la UM3 del Jr. Los Vilcos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de huecos; observándose que dicha falla se muestra en 1,00 unidad, siendo el 0,42 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 37.

UM5: del 0+160 al 0+200. Unidad evaluada de 240 m² que presentó el mejor estado de toda la vía. Se identificó:

- Piel de cocodrilo: Leve y de extensión reducida; no compromete la capacidad estructural.
- Parcheos pequeños y bien ejecutados: Sin bordes despegados; cumplen su función de reparación.

La baja densidad de daños y su severidad baja permitieron obtener un índice de 64 puntos, clasificando esta zona como BUENO

Tabla 19

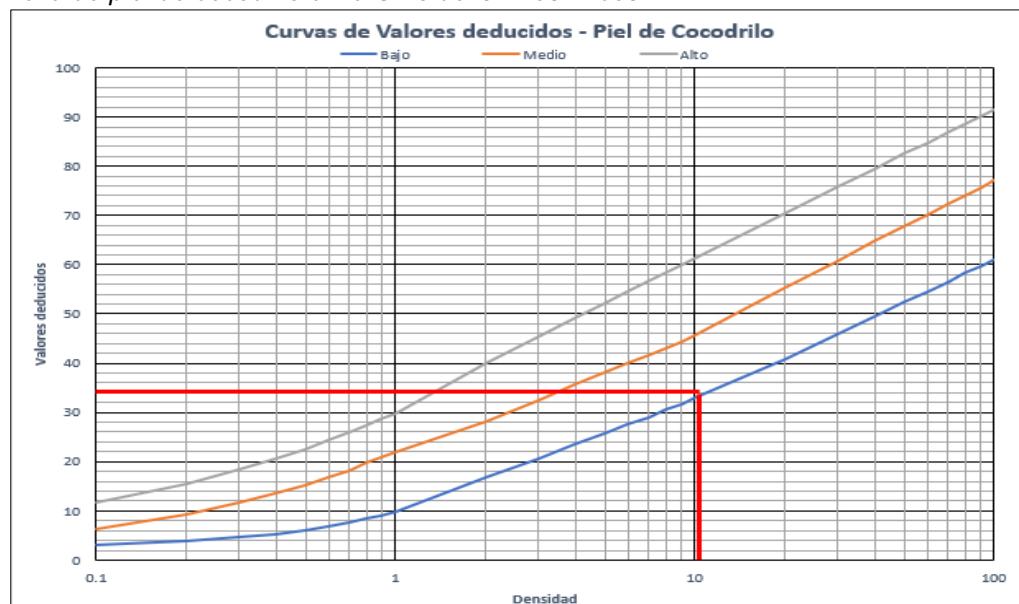
Evaluación del criterio PCI en la UM5 del Jr. Los Vilcos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
1	L	25,81	25,81	10,75	34
11	L	2,80, 1,43	4,23	1,76	14
Condición del		64	Clasificación		BUENO

Nota: Este tramo representa la condición más aceptable, con daños leves que no comprometen la funcionalidad.

Figura 43

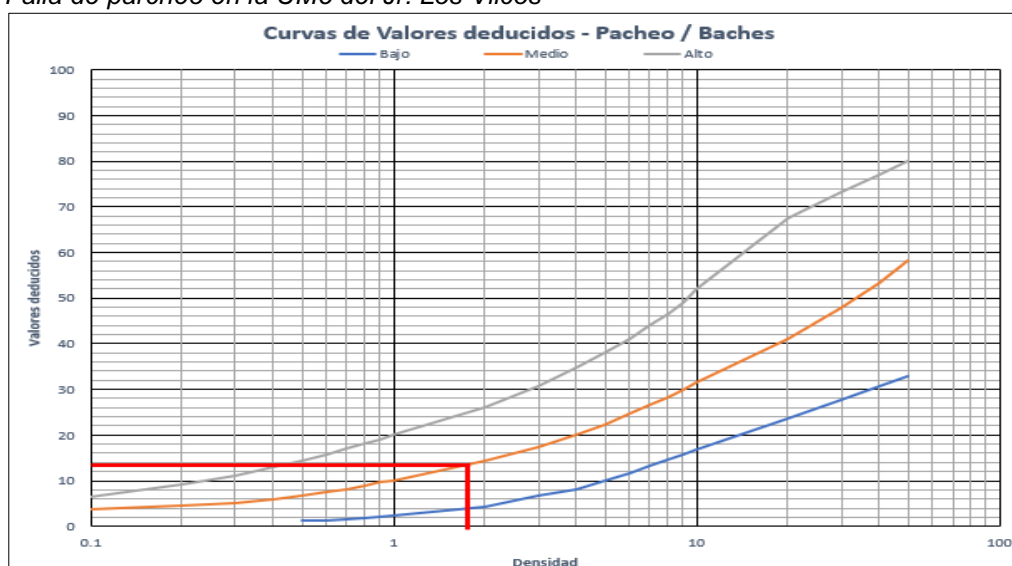
Falla de piel de cocodrilo en la UM5 del Jr. Los Vilcos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de piel de cocodrilo; observándose que dicha falla se muestra en 25,81 m², siendo el 10,75 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 34.

Figura 44

Falla de parcheo en la UM5 del Jr. Los Vilcos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de parcheo; observándose que dicha falla se muestra en 4,23 m², siendo el 1,76 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 14.

UM7: del 0+240 al 0+280. Tramo intermedio de 240m² donde las fallas se reducen considerablemente en extensión, limitándose a la presencia aislada de:

- Huecos de severidad media y alta: Aislados y en zonas localizadas; no afectan la estructura general.

Al ser daños puntuales y no generalizados, el índice se mantuvo en 59 puntos, correspondiendo igualmente a una clasificación BUENO.

Tabla 20

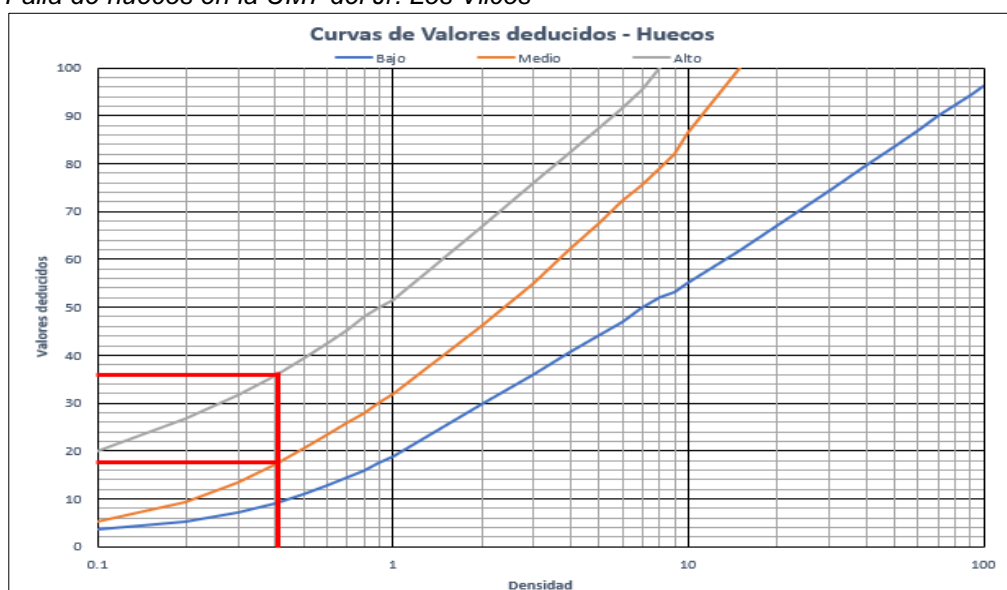
Evaluación del criterio PCI en la UM7 del Jr. Los Vilcos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
13	M	1,00	1,00	0,42	18
13	H	1,00	1,00	0,42	37
Condición del		59	Clasificación BUENO		

Nota: Aunque la calificación es buena, la presencia de huecos de alta severidad representa un riesgo potencial que requiere atención localizada.

Figura 45

Falla de huecos en la UM7 del Jr. Los Vilcos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de huecos; observándose que dicha falla se muestra en 2,00 unidades, siendo el 0,42 % de densidad, para cada falla, del total del pavimento, con valores deducidos de 18 y 37.

UM9: del 0+320 al 0+360. Hacia la mitad final de la vía, se observa nuevamente un deterioro acelerado. En esta unidad de 240 m², el pavimento presenta:

- Desprendimiento de agregados: De severidad alta en toda la superficie; por envejecimiento total del ligante y exposición prolongada al clima, situación idéntica a la encontrada en el jirón Los Alisos.

El resultado del índice fue 23 puntos, calificando el estado como MUY MALO.

Tabla 21

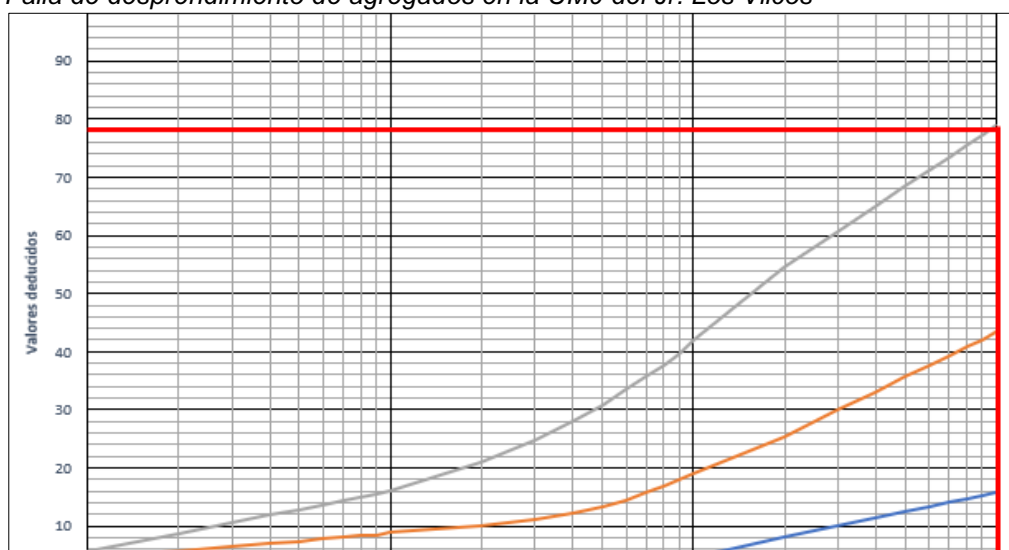
Evaluación del criterio PCI en la UM9 del Jr. Los Vilcos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
19	H	240,00	240,00	100,00	77
Condición del		23	Clasificación MUY MALO		

Nota: a degradación total de la capa de rodadura indica el fin de la vida útil funcional del pavimento en este sector.

Figura 46

Falla de desprendimiento de agregados en la UM9 del Jr. Los Vilcos



Nota: Se muestra el valor deducido de falla de desprendimiento de agregados; observándose que dicha falla se muestra en 240,00 m², siendo el 100,00 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 77.

UM11: del 0+400 al 0+440. Unidad final de evaluación de 240 m².

El diagnóstico es coincidente con el tramo anterior, presentando

- Pérdida total de textura y material: En toda la extensión; confirma el deterioro progresivo hacia el final de la vía.

El valor obtenido fue de 23 puntos, manteniendo la clasificación de MUY MALO hasta el final de la vía evaluada.

Tabla 22

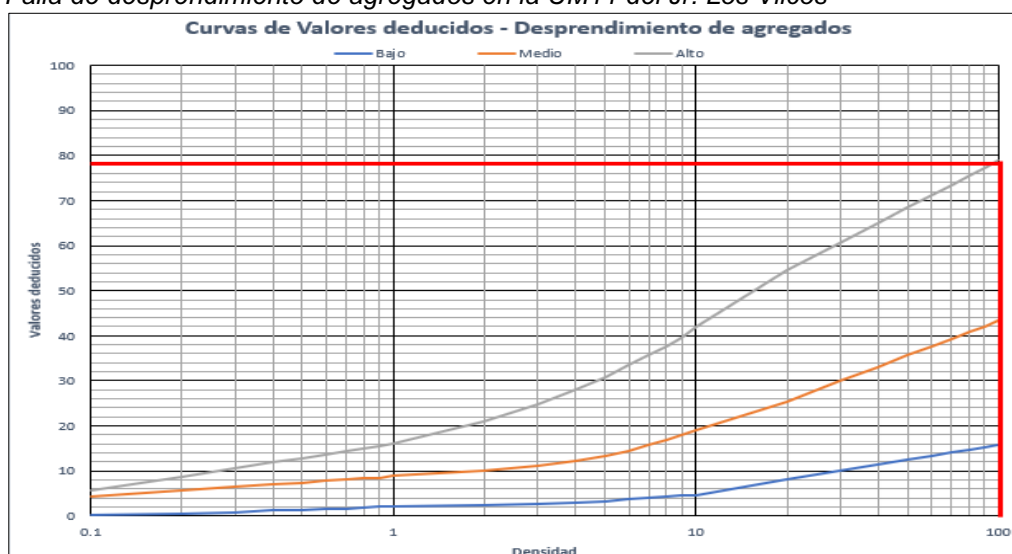
Evaluación del criterio PCI en la UM11 del Jr. Los Vilcos

Daño	Severidad	Parcial	Total	Densidad	Deducido
19	H	240,00	240,00	100,00	77
Condición del		23	Clasificación MUY MALO		

Nota: Se confirma que el sector final de la vía presenta las condiciones más críticas, requiriendo trabajos de rehabilitación integral.

Figura 47

Falla de desprendimiento de agregados en la UM11 del Jr. Los Vilcos

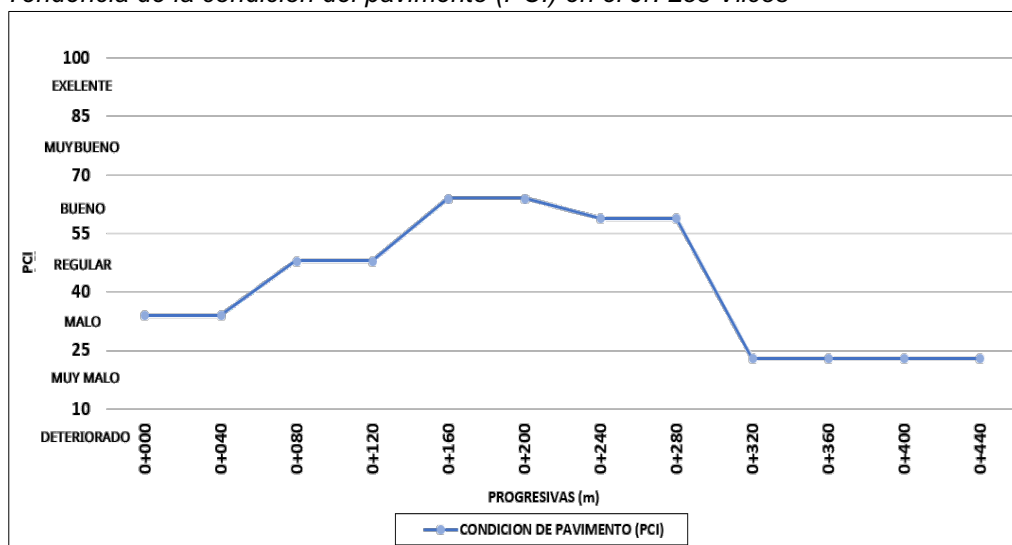


Nota: Se muestra el valor deducido de falla de desprendimiento de agregados; observándose que dicha falla se muestra en 240,00 m², siendo el 100,00 % de densidad del total del pavimento, con un valor deducido de 77.

Así mismo, en resumen, se define la tendencia de la condición del pavimento de todo el tramo del Jr. Los Vilcos según los criterios del PCI:

Figura 48

Tendencia de la condición del pavimento (PCI) en el Jr. Los Vilcos



Nota: El gráfico muestra los picos de la condición del pavimento en el Jr. Los Vilcos, en donde se observa una subida en la condición del pavimento desde la 0+000 (MALO) hasta la 0+200 (BUENO), seguidamente se muestra una caída desde la 0+200 (BUENO) hasta la 0+440 (MUY MALO).

4.1.2. APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN SEGÚN EL MTC PERÚ

En este apartado se presentan los resultados obtenidos tras aplicar la metodología oficial establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, basada en el Manual de Carreteras -

Mantenimiento o Conservación Vial. El proceso de evaluación se ajustó estrictamente a las dimensiones y criterios de división de tramos que define la norma, con el propósito de identificar, cuantificar y clasificar las fallas presentes en la superficie de rodadura. La valoración se realizó considerando el tipo de deterioro, el área afectada y la extensión relativa de cada daño, factores determinantes para establecer la calificación final de la condición funcional de cada vía.

4.1.2.1. Evaluación del pavimento en el Jr. Los Alisos. El jirón Los Alisos cuenta con una longitud total de 425 metros lineales y un ancho de calzada constante de 6 metros, configurando un área de influencia total de 2.550 m². Según los lineamientos del MTC Perú, la unidad de evaluación estándar se establece en tramos de 200 metros de longitud por el ancho de la vía. Bajo este criterio, el recorrido fue dividido en dos Unidades de Muestreo (UM) principales, cada una con dimensiones de 6 m x 200 m, equivalentes a 1.200 m² de superficie evaluada por unidad. El tramo remanente final de 25 metros no fue considerado en esta etapa, al no alcanzar la longitud mínima estándar definida por la normativa.

UM1: del 0+000 al 0+200. Unidad inicial de evaluación con un área total de 1.200 m². Durante el recorrido de inspección, se identificaron y cuantificaron fallas superficiales correspondientes a:

- Piel de cocodrilo: De extensión media; refleja desgaste por carga continua.
- Desprendimiento leve: En zonas aisladas; asociado al envejecimiento superficial.
- Huecos: En cantidad reducida; causados por filtraciones puntuales

Para cada tipo de daño se determinó la Extensión de la Falla en Porcentaje (EFP), valor que permitió asignar su nivel de afectación (leve, moderado o severo) y calcular el puntaje de condición parcial. La sumatoria de estos valores derivó en un puntaje de deterioro total de 121,45 puntos; al aplicar la fórmula de clasificación establecida en la norma, se obtuvo un valor final de 878,55, lo que clasifica la condición del pavimento en estado BUENO.

Tabla 23

Evaluación del criterio MTC Perú en la UM1 del Jr. Los Alisos

Daño	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de falla				Puntaje de condición
		0 = Sin deterioro	1 = Leve EFP < 10 %	2 = Moderado 10 % < EFP < 30 %	3 = Severo 30% < EFP	
1	12,19			57,53		57,53
5	3,63		3,63			3,63
6	0,29		0,29			0,29
7	7			60,00		60,00
Total, del puntaje de condición						121,45
Clasificación		878,55		Condición		BUENO

Nota: Registro de la valoración de daños, rangos de extensión y cálculo del índice de condición según normativa MTC Perú para el tramo inicial.

UM2: del 0+200 al 0+400. Unidad final de evaluación dentro del estándar normativo, con una superficie de 1.200 m². En este tramo, las fallas identificadas fueron distintas a la sección inicial, predominando las zonas de:

- Reparación o parcheo y áreas con desprendimiento de material superficial. El procesamiento de datos indicó que la mayor parte del daño se concentró en la patología de peladura, la cual alcanzó un nivel de severidad alto por su extensión, mientras que los parches existentes representaban un porcentaje mínimo de afectación.

El puntaje total de deterioro calculado fue de 50,21 puntos, obteniéndose como resultado final de clasificación 949,79 puntos, correspondiendo igualmente a una condición de pavimento BUENO.

Tabla 24

Evaluación del criterio MTC Perú en la UM2 del Jr. Los Alisos

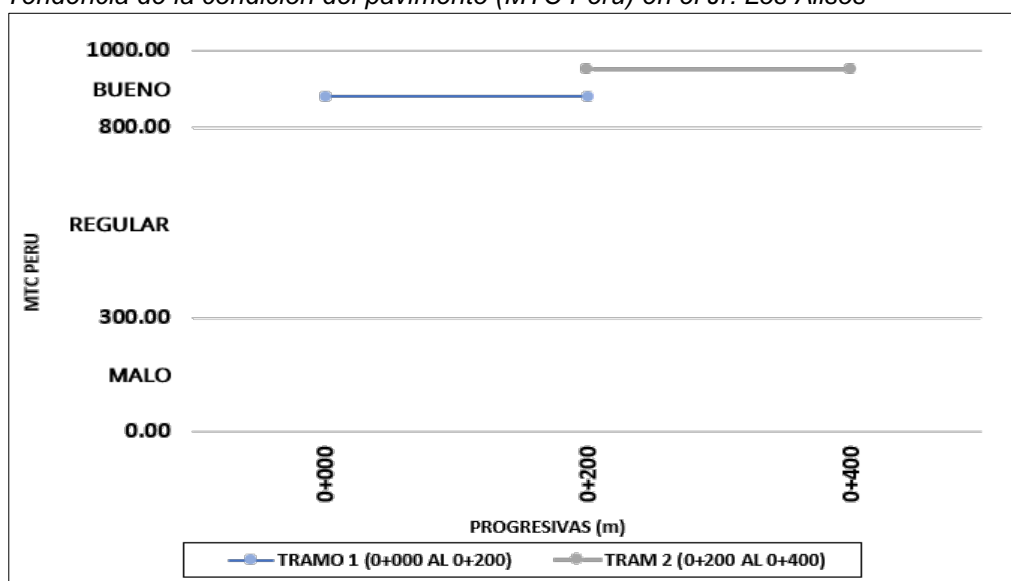
Daño	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de falla				Puntaje de condición
		0 = Sin deterioro	1 = Leve EFP < 10%	2 = Moderado 10 % < EFP < 30 %	3 = Severo 30% < EFP	
5	0,21		0,21			0,21
6	90,75				50,00	50,00
Total, del puntaje de condición						50,21
Clasificación		949,79		Condición		BUENO

Nota: Registro de evaluación para el tramo final, donde el desprendimiento de agregados constituye la falla principal, aunque el índice general mantiene una calificación favorable.

Así mismo, en resumen, se define la tendencia de la condición del pavimento de todo el tramo del Jr. Los Alisos según los criterios del MTC Perú.

Figura 49

Tendencia de la condición del pavimento (MTC Perú) en el Jr. Los Alisos



Nota: El gráfico muestra la condición del pavimento en el Jr. Los Alisos, en donde se observa una constante en la condición del pavimento del tramo 1, desde la 0+000 (BUENO) hasta la 0+200 (BUENO), seguidamente se muestra otra constante en la condición del pavimento del tramo 2, desde la 0+200 (BUENO) hasta la 0+400 (BUENO).

4.1.2.2. Evaluación del pavimento en el Jr. Los Vilcos. El jirón Los Vilcos presenta una longitud total de 455 metros lineales y un ancho de calzada constante de 6 metros, lo que representa un área de influencia total de 2.730 m². Al igual que en la vía anterior, se aplicó la división estandarizada por el MTC Perú en tramos de 200 metros, definiéndose así dos Unidades de Muestreo de 1.200 m² cada una, cubriendo el recorrido desde el inicio hasta la progresiva 0+400. Los 55 metros finales remanentes quedaron fuera de la evaluación por no cumplir con la longitud mínima de tramo establecida en la guía técnica.

UM1: del 0+000 al 0+200. Unidad de evaluación inicial de 1.200 m² de superficie. La inspección visual permitió identificar la presencia de:

- Piel de cocodrilo: De extensión media; indica inicio de fatiga estructural.
- Parcheos: De tamaño variado y en buen estado.
- Huecos: Distribuidos en zonas bajas y de baja incidencia.

El análisis de la extensión de cada falla determinó que el fisuramiento por fatiga presentaba una afectación moderada, mientras que los parches y huecos se mantuvieron en rangos de afectación leve. La suma de los puntajes parciales de deterioro alcanzó los 75,57 puntos,

derivando en un valor de clasificación final de 924,43, calificando la condición del pavimento como BUENO.

Tabla 25

Evaluación del criterio MTC Perú en la UM1 del Jr. Los Vilcos

Daño	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de falla				Puntaje de condición
		0 = Sin deterioro	1 = Leve EFP < 10%	2 = Moderado 10 % < EFP < 30 %	3 = Severo 30% < EFP	
1	5,42		21,68			21,68
5	7,22		7,22			7,22
7	6			46,67		46,67
Total, del puntaje de condición						75,57
Clasificación		924,43		Condición		BUENO

Nota: Registro de la evaluación del primer tramo, donde las fallas se presentan con extensión limitada, manteniendo la calificación en el rango óptimo de funcionalidad.

UM2: del 0+200 al 0+400. Unidad de evaluación final de 1200 m².

En este sector, el diagnóstico mostró la coexistencia de las siguientes fallas:

- Desprendimiento de agregados: De alta extensión; por envejecimiento total del ligante.
- Huecos: En cantidad reducida y sin afectar la transitabilidad.

El análisis cuantitativo reveló que el desgaste de la capa de rodadura fue la patología de mayor relevancia por su extensión, clasificándose como severa, mientras que los demás daños tuvieron una incidencia baja. El puntaje total de deterioro fue de 65,21 puntos, lo que resultó en un índice de clasificación de 934,79, manteniendo la calificación del estado superficial como BUENO.

Tabla 26

Evaluación del criterio MTC Perú en la UM2 del Jr. Los Vilcos

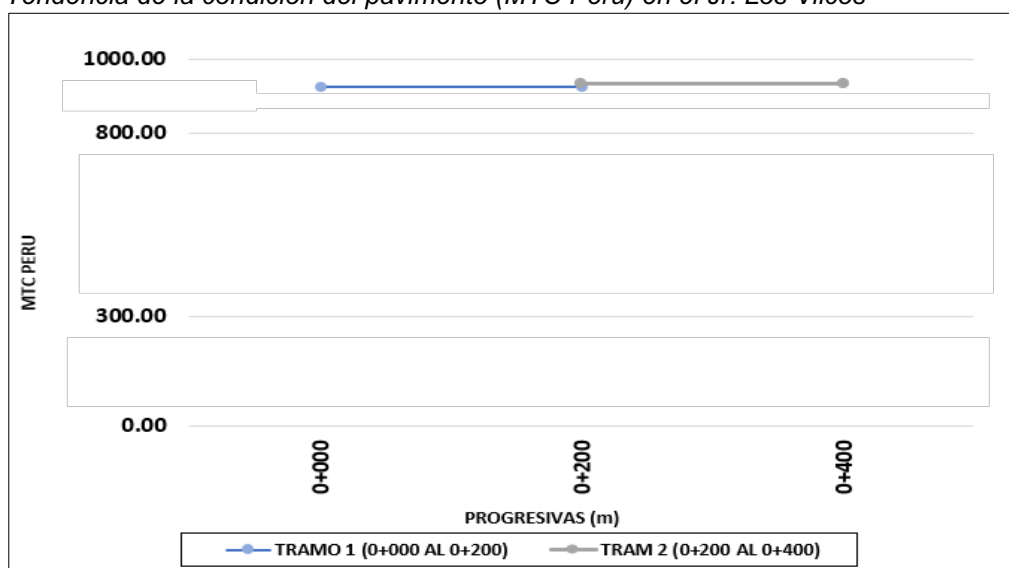
Daño	Extensión Promedio Ponderado	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de falla				Puntaje de condición
		0 = Sin deterioro	1 = Leve EFP < 10%	2 = Moderado 10 % < EFP < 30 %	3 = Severo 30% < EFP	
5	0,21		0,21			0,21
6	78,92				50,00	50,00
7	3		15,00			15,00
Total, del puntaje de condición						65,21
Clasificación		934,79		Condición		BUENO

Nota: Registro de la valoración en el tramo final, donde a pesar de existir una falla de alta extensión, el puntaje global se mantiene dentro de los parámetros de condición buena según la norma nacional.

Así mismo, en resumen, se define la tendencia de la condición del pavimento de todo el tramo del Jr. Los Vilcos según los criterios del MTC Perú.

Figura 50

Tendencia de la condición del pavimento (MTC Perú) en el Jr. Los Vilcos



Nota: El gráfico muestra la condición del pavimento en el Jr. Los Alisos, en donde se observa una constante en la condición del pavimento del tramo 1, desde la 0+000 (BUENO) hasta la 0+200 (BUENO), seguidamente se muestra otra constante en la condición del pavimento del tramo 2, desde la 0+200 (BUENO) hasta la 0+400 (BUENO).

4.1.3. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DEL PCI Y MTC PERÚ

El presente análisis tiene como finalidad contrastar el comportamiento, los criterios de evaluación y los resultados obtenidos al aplicar dos metodologías distintas sobre un mismo tramo de vía: el Índice de Condición de Pavimentos (PCI - ASTM D6433) y la normativa del Manual de Carreteras del Perú (MTC). Aunque ambos procedimientos se realizan con la misma finalidad, el de diagnosticar el estado funcional del pavimento, dichos procedimientos difieren sustancialmente en su enfoque técnico, parámetros de medición y escala de valoración, aspectos que determinaron diferencias y similitudes significativas en los diagnósticos finales para los jirones Los Alisos y Los Vilcos.

4.1.3.1. Comparativo de los resultados en el Jr. Los Alisos. En el jirón Los Alisos, la evaluación mediante el método PCI arrojó resultados heterogéneos a lo largo de la vía, para cada Unidad de Muestreo evaluada, desde la UM1 hasta la UM11, con valores que oscilaron entre 56 y 23 puntos, clasificando sectores específicos en estados que iban desde BUENO hasta MUY MALO. Por el contrario, la aplicación del método MTC Perú arrojó una calificación global uniforme de estado

BUENO para los dos tramos evaluados (UM1 y UM2 según MTC), con valores numéricos de 878,55 y 949,79 puntos respectivamente.

La diferencia más relevante se evidenció en el tramo comprendido entre la progresiva 0+200 y 0+400:

- Según PCI: En este sector se evaluaron únicamente las unidades UM7 y UM9, obteniendo valores de 28 puntos – MALO y 23 puntos – MUY MALO, respectivamente. La UM11 quedó fuera de este rango y no fue incluida en el cálculo comparativo. Esta baja calificación se debió a que el método internacional otorga un peso deducido muy alto cuando existe desprendimiento de agregados en alta densidad y severidad, considerando esta falla como determinante de la pérdida de las condiciones de servicio.
- Según MTC Perú: El mismo tramo fue calificado con 949,79 puntos - BUENO. Aquí, la metodología nacional evalúa la extensión porcentual de la falla, pero la ponderación matemática establecida en la norma asigna un impacto menor en el puntaje global en comparación con el método PCI. Aunque se identificó la misma patología del desprendimiento con 90,75 %, el cálculo del MTC dando como resultado una calificación mucho más favorable.

En el primer tramo del 0+000 al 0+200, la coincidencia fue mayor:

- Según PCI: En este tramo se evaluaron tres unidades consecutivas: UM1, UM3 y UM5, obteniendo valores de 56 puntos – BUENO, 40 puntos – REGULAR y 50 puntos – REGULAR, respectivamente. Se observa un estado aceptable, aunque con presencia de daños moderados que van reduciendo el índice a medida que avanza el recorrido.
- Según MTC: El mismo tramo fue calificado con 878,55 puntos - BUENO.

Tabla 27*Comparativo de resultados PCI y MTC Perú en Jr. Los Alisos*

Tramo	PCI		MTC Perú	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
0+000 a 0+040	56	BUENO		
0+080 a 0+120	40	REGULAR		
0+160 a 0+200	50	REGULAR		
0+240 a 0+280	28	MALO		
0+320 a 0+360	23	MUY MALO		
0+400 a 0+425	23	MUY MALO		
0+000 a 0+200	48,67 *	REGULAR	878,55	BUENO
0+200 a 0+400	25,50 *	MALO	949,79	BUENO
0+000 a 0+400	39,40 **	MALO	914,17 **	BUENO

(*) Valor promedio de las unidades de muestreo PCI contenidas en el tramo MTC, de las cuales no se considera el tramo del 0+400 al 0+425 al no estar en el rango de comparación con el criterio del MTC.

(**) Valor y promedio de las unidades de muestreo de tramo total, del 0+000 al 0+400

Nota: Se observa que el método PCI es mucho más sensible a la presencia de fallas severas y extensas, reflejando el deterioro de forma drástica en su índice. El método MTC Perú ofrece una visión más conservadora y global, manteniendo la calificación en rangos aceptables incluso cuando existen sectores muy degradados dentro del mismo tramo.

4.1.3.2. Comparativo de los resultados en el Jr. Los Vilcos. En el jirón Los Vilcos se presentó una situación similar en cuanto al comportamiento de ambas metodologías, aunque con una variación mayor en la calidad del pavimento a lo largo de su recorrido, lo que permitió apreciar con mayor claridad las diferencias en los criterios de ponderación y agrupación de tramos.

En el primer tramo comprendido entre las progresivas 0+000 al 0+200:

- Según PCI: Se obtuvieron valores de 34 puntos – MALO, 48 puntos – REGULAR y 64 puntos – BUENO, correspondientes a las UM1, UM3 y UM5 respectivamente. Aquí se aprecia que al inicio de la vía existen daños importantes como parcheos antiguos y huecos profundos que el método internacional penaliza fuertemente, bajando el índice a 34 puntos, para luego mejorar progresivamente hacia la progresiva 0+200, donde la calificación alcanza un nivel óptimo.
- Según MTC Perú: El resultado fue 924,43 puntos – BUENO. Al evaluar todo el tramo de 200 metros como una sola unidad homogénea, la norma nacional promedia la afectación, restando peso crítico a los daños localizados severos como los huecos o parches,

siempre y cuando su extensión porcentual no supere ciertos límites, lo que impide que la calificación baje de rango a pesar de los problemas presentes al inicio.

En el segundo tramo comprendido entre las progresivas 0+200 al 0+400:

- Según PCI: Se registraron valores de 59 puntos – BUENO y 23 puntos – MUY MALO, correspondientes a las UM7 y UM9. Se evidencia un cambio brusco en la condición: una zona en buen estado funcional seguida de una degradación total por desprendimiento de material en toda la superficie. La UM11 quedó fuera del rango de comparación.
- Según MTC: el resultado fue 934,79 puntos – BUENO. Nuevamente, a pesar de detectar el desprendimiento con una extensión del 78,92 %, la estructura de cálculo de la norma nacional no desciende la calificación, ya que prioriza la transitabilidad general sobre la condición superficial detallada, a diferencia del método PCI que considera la pérdida de textura como un fallo estructural superficial grave.

Tabla 28

Comparativo de resultados PCI y MTC Perú en Jr. Los Vilcos

Tramo	PCI		MTC Perú	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
0+000 a 0+040	34	MALO		
0+080 a 0+120	48	REGULAR		
0+160 a 0+200	64	BUENO		
0+240 a 0+280	59	BUENO		
0+320 a 0+360	23	MUY MALO		
0+400 a 0+440	23	MUY MALO		
0+000 a 0+200	48,67 *	REGULAR	924,43	BUENO
0+200 a 0+400	41,00 *	REGULAR	934,79	BUENO
0+000 a 0+400	45,60 **	REGULAR	929,61 **	BUENO

(*) Valor promedio de las unidades de muestreo PCI contenidas en el tramo MTC, de las cuales no se considera el tramo del 0+400 al 0+440 al no estar en el rango de comparación con el criterio del MTC.

(**) Valor y promedio de las unidades de muestreo de tramo total, del 0+000 al 0+400

Nota: La comparación evidencia que, mientras el método PCI actúa como un indicador detallado de la condición física real del pavimento, capaz de identificar sectores críticos puntuales, el método MTC Perú funciona más como un indicador de nivel de servicio, diseñado para planificar mantenimientos rutinarios y preventivos, pero con menor capacidad para alertar sobre estados de deterioro avanzado o fallas funcionales específicas que no interrumpan totalmente el tránsito.

4.2. RESULTADOS INFERENCIALES

4.2.1. NORMALIDAD DE DATOS

4.2.1.1. Datos según los criterios del método PCI. Se realiza la prueba de normalidad con los datos obtenidos de la aplicación de los criterios del método PCI en los jirones Los Alisos y Los Vilcos. Para ello se aplica la estadística de Shapiro-Wilk debido a que las muestras de estudio agrupadas son menores a 30 datos.

Jr. Los Alisos:

Datos evaluados: 56, 40, 50, 28, 23

H₀: Si $p\text{-valor} \geq 0,05$, Los valores del PCI obtenidos del Jr. Los Alisos tienen una distribución normal.

H_a: Si $p\text{-valor} < 0,05$, Los valores del PCI obtenidos del Jr. Los Alisos no tienen una distribución normal

Tabla 29

Normalidad de los datos PCI del Jr. Los Alisos

Variables	Shapiro - Wilk		Estadísticos Descriptivos			
	Estadístico	gl	Sig.	Media	Mediana	Desviación Estándar
Jr. Los Alisos del 0+000 al 0+425	0,943	5	0,686	39,40	40,00	14,02854

Nota: Se observa que los datos no son simétricos debido a que el valor de la media de 39,40 es diferente que la mediana de 40,00; También se observa que la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk, muestra un $p\text{-valor}$ de 0,686, el cual es mayor que el nivel de significancia de 0,05; por lo tanto, se acepta la H₀ y se rechaza la H_a, concluyendo que los valores del PCI obtenidos del Jr. Los Alisos tienen una distribución normal.

Jr. Los Vilcos:

Datos evaluados: 34, 48, 64, 59, 23

H₀: Si $p\text{-valor} \geq 0,05$, Los valores del PCI obtenidos del Jr. Los Vilcos tienen una distribución normal.

H_a: Si $p\text{-valor} < 0,05$, Los valores del PCI obtenidos del Jr. Los Vilcos no tienen una distribución normal.

Tabla 30

Normalidad de los datos PCI del Jr. Los Vilcos

Variables	Shapiro - Wilk		Estadísticos Descriptivos			
	Estadístico	gl	Sig.	Media	Mediana	Desviación Estándar
Jr. Los Vilcos del 0+000 al 0+440	0,948	5	0,719	45,60	48,00	17,09678

Nota: Se observa que los datos no son simétricos debido a que el valor de la media de 45,60 es diferente que la mediana de 48,00; También se observa que la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk, muestra un $p\text{-valor}$ de 0,719, el cual es mayor que el nivel de significancia de 0,05; por lo tanto, se acepta la H₀ y se rechaza la H_a, concluyendo que los valores del PCI obtenidos del Jr. Los Vilcos tienen una distribución normal.

4.2.1.2. Datos según los criterios de valoración del MTC Perú Se realiza la prueba de normalidad con los datos obtenidos de la Aplicación de los criterios de valoración del MTC Perú en los jirones Los Alisos y Los Vilcos. Para ello se aplica la estadística de Shapiro-Wilk debido a que las muestras de estudio agrupadas son menores a 30 datos

Jr. Los Alisos:

Datos evaluados: 878,55, 949,79

H₀: Si $p\text{-valor} \geq 0,05$, Los valores del MTC Perú obtenidos del Jr. Los Alisos tienen una distribución normal.

H_a: Si $p\text{-valor} < 0,05$, Los valores del MTC Perú obtenidos del Jr. Los Alisos no tienen una distribución normal

Tabla 31

Normalidad de los datos MTC Perú del Jr. Los Alisos

Variables	Shapiro - Wilk		Estadísticos Descriptivos			
	Estadístico	gl	Sig.	Media	Mediana	Desviación Estándar
Jr. Los Alisos del 0+000 al 0+400	1,00	2	1,00	914,17	914,17	50,37429

Nota: Se observa que los datos son simétricos debido a que el valor de la media y la mediana son iguales, con un valor de 914,17; También se observa que la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk, muestra un $p\text{-valor}$ de 1,00, el cual es mayor que el nivel de significancia de 0,05; por lo tanto, se acepta la H₀ y se rechaza la H_a, concluyendo que los valores del MTC Perú obtenidos del Jr. Los Alisos tienen una distribución normal.

Jr. Los Vilcos:

Datos evaluados: 924,43, 934,79

H₀: Si $p\text{-valor} \geq 0,05$, Los valores del MTC Perú obtenidos del Jr. Los Vilcos tienen una distribución normal.

H_a: Si $p\text{-valor} < 0,05$, Los valores del MTC Perú obtenidos del Jr. Los Vilcos no tienen una distribución normal.

Tabla 32

Normalidad de los datos MTC Perú del Jr. Los Vilcos

Variables	Shapiro - Wilk		Estadísticos Descriptivos			
	Estadístico	gl	Sig.	Media	Mediana	Desviación Estándar
Jr. Los Vilcos del 0+000 al 0+400	1,00	2	1,00	929,61	929,61	7,32563

Nota: Se observa que los datos son simétricos debido a que el valor de la media y la mediana son iguales, con un valor de 929,61; También se observa que la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk, muestra un $p\text{-valor}$ de 1,00, el cual es mayor que el nivel de significancia de 0,05; por lo tanto, se acepta la H₀ y se rechaza la H_a, concluyendo que los valores del MTC Perú obtenidos del Jr. Los Vilcos tienen una distribución normal.

4.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.2.2.1. Hipótesis Especifica H1. Para la evaluación de la presente hipótesis, se realiza el análisis de dispersión de los datos mediante el Coeficiente de Variación (CV), estadístico relativo que permite determinar el grado de variabilidad y heterogeneidad de los resultados obtenidos, y verificar la sensibilidad del método de evaluación:

Método de evaluación:

Coeficiente de variación (CV)

Criterio de decisión:

Pimentel, F. (2009). Se establece como umbral estadístico de referencia el valor del 30 %, según los estándares de investigación científica e ingeniería; valores superiores a este límite indican alta variabilidad y capacidad de discriminación, mientras que valores inferiores indican homogeneidad y poca variación.

Planteo de Hipótesis:

H0: La aplicación de los criterios del método PCI no permite evaluar el pavimento de forma detallada y heterogénea, ni presenta alta sensibilidad al deterioro localizado; en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.

$$CV \leq 30 \%$$

H1: La aplicación de los criterios del método PCI permite evaluar el pavimento de forma detallada y heterogénea, con una alta sensibilidad al deterioro localizado; en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.

$$CV > 30 \%$$

Regla de decisión:

Si $CV \leq 30 \%$, entonces se acepta la H0

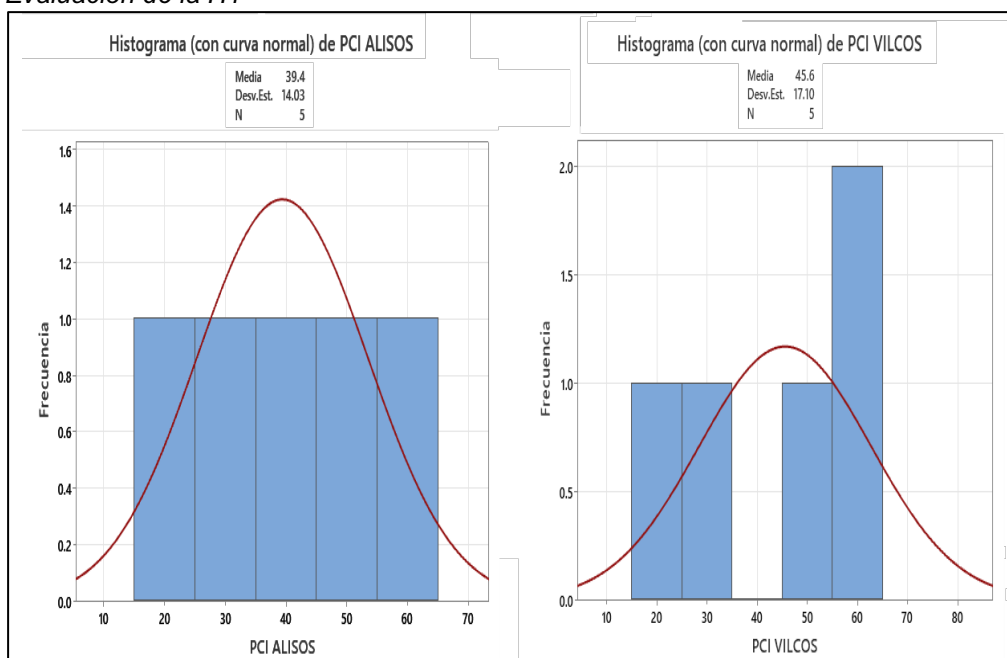
Si $CV > 30 \%$, entonces se rechaza la H0 y se acepta la H1

Tabla 33
Evaluación de la H1

Muestra	Coefficiente de Variación	N	Media	Desviación Estándar
PCI Los Alisos	35,61	5	39,40	14,02854
PCI Los Vilcos	37,49	5	45,60	17,09678

Nota: Se observa en los jirones Los Alisos y Los Vilcos, que según la evaluación del pavimento mediante el criterio del método PCI presentan coeficiente de variación de 35,61 % y 37,49 %, respectivamente; ambos porcentajes superan el límite del 30 %, clasificándose estadísticamente como ALTA VARIABILIDAD. El resultado comprueba que el método PCI sostiene una sensibilidad alta y discriminatoria ante los cambios de la condición de la vía. Esto significa que el índice de evaluación reacciona y cambia su valor numérico inmediatamente ante la presencia de fallas definidas en la condición de la superficie. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis específica H1, concluyendo que el PCI permite evaluar el pavimento de forma detallada y heterogénea.

Figura 51
Evaluación de la H1



Nota: En el gráfico del PCI ALISOS, se observa que los datos se extienden ampliamente a lo largo del eje horizontal, cubriendo un rango que va aproximadamente desde los 20 hasta los 60 puntos, con una media de 39,40 y una desviación estándar de 14,03. Esta dispersión amplia evidencia que los resultados no se agrupan en un solo valor o rango reducido, sino que varían considerablemente. Así mismo en el gráfico PCI VILCOS, se muestra una dispersión aún más marcada, con valores que oscilan desde menos de 20 hasta cerca de 70 puntos, con una media de 45,60 y la mayor desviación estándar de 17,10. Se aprecia claramente cómo la mayor frecuencia se concentra en valores por encima de 40 puntos, definiendo el tramo en estado REGULAR, pero al mismo tiempo existen valores bajos muy alejados del promedio, que representan zonas con daños localizados importantes. La forma extendida y alargada de la curva comprueba que los datos se alejan significativamente del valor central, característica propia de una muestra heterogénea. En conjunto, ambas gráficas constituyen los resultados obtenidos: los coeficientes de variación de 35,61 % y 37,49 %, clasificados como alta variabilidad, se reflejan aquí en la amplitud de los rangos y la separación entre los valores. Queda demostrado gráficamente que el método PCI no homogeneiza ni promedia las condiciones de la vía, sino que es capaz de capturar y representar fielmente la realidad heterogénea del pavimento, diferenciando claramente los sectores sanos de aquellos con deterioro, lo cual valida plenamente la aceptación de la Hipótesis Específica H1.

4.2.2.2. Hipótesis Específica H2. Para la evaluación de la presente hipótesis, se realiza el análisis de dispersión de los datos mediante el Coeficiente de Variación (CV), estadístico relativo que permite determinar el grado de variabilidad y homogeneidad de los resultados obtenidos, y verificar el comportamiento conservador y global del método de evaluación:

Método de evaluación:

Coeficiente de variación (CV)

Criterio de decisión:

Pimentel, F. (2009). Se establece como umbral estadístico de referencia el valor del 10 %, según los estándares de investigación científica e ingeniería; valores inferiores a este límite indican muy baja variabilidad y alta homogeneidad, lo que significa que los resultados son estables y no cambian ante variaciones locales, mientras que valores superiores indican dispersión o cambio.

Planteo de Hipótesis:

H0: La aplicación de los criterios de valoración del MTC Perú no permite evaluar el estado del pavimento de forma global y homogénea, ni presenta sensibilidad baja al deterioro disperso, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.

$$CV > 10 \%$$

H2: La aplicación de los criterios de valoración del MTC Perú permite evaluar el estado del pavimento de forma global y homogénea, con una sensibilidad baja al deterioro disperso, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.

$$CV \leq 10 \%$$

Regla de decisión:

Si $CV > 10 \%$, entonces se acepta la H0

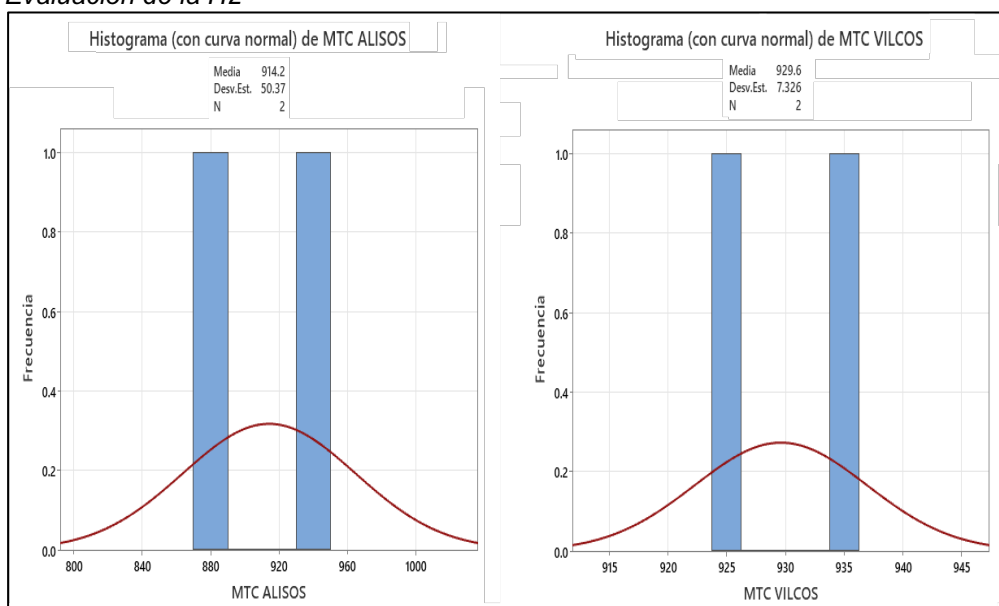
Si $CV \leq 10 \%$, entonces se rechaza la H0 y se acepta la H2

Tabla 34
Evaluación de la H2

Muestra	Coefficiente de Variación	N	Media	Desviación Estándar
MTC Los Alisos	5,51	2	914,17	50,37429
MTC Los Vilcos	0,79	2	929,61	7,32563

Nota: Se observa en los jirones Los Alisos y Los Vilcos, que según la evaluación del pavimento mediante el criterio de valoración del MTC Perú, presentan coeficiente de variación de 5,51 % y 0,79 %, respectivamente; ambos porcentajes por debajo del límite del 10 %, clasificándose estadísticamente como MUY BAJA VARIABILIDAD. El resultado comprueba que la valoración del MTC Perú sostiene una sensibilidad baja y uniforme ante los cambios de la condición de la vía. Esto significa que el índice de valoración presenta una variación numérica mínima, incluso cuando en la superficie existen daños, grietas o desprendimientos evidentes distribuidos en el tramo; la variación es tan pequeña que estadísticamente se considera que los resultados son constantes y equivalentes entre sí. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis específica H2, concluyendo que el MTC Perú permite evaluar el pavimento de forma global y homogénea.

Figura 52
Evaluación de la H2



Nota: En el gráfico del MTC ALISOS, se observa que los datos se concentran fuertemente en un rango muy estrecho del eje horizontal, ubicándose entre los 880 y 950 puntos, con una media de 914,2 y una desviación estándar de 50,37. Esta agrupación compacta evidencia que los resultados no varían ni se dispersan, manteniéndose en valores altos y estables. Así mismo en el gráfico MTC VILCOS, se muestra una concentración aún más cerrada y uniforme, con valores que oscilan entre 925 y 935 puntos, con una media de 929,6 y una desviación estándar de apenas 7,326. Se aprecia claramente cómo toda la frecuencia se concentra en el extremo superior de la escala, definiendo el tramo sistemáticamente en estado BUENO, pero al mismo tiempo no existen valores bajos ni alejados del promedio, a pesar de representar zonas con daños o deterioro disperso en la vía. La forma reducida y apuntada de la curva comprueba que los datos se mantienen muy cercanos al valor central, característica propia de una muestra altamente homogénea y estable. En conjunto, ambas gráficas constituyen los resultados obtenidos: los coeficientes de variación de 5,51 % y 0,79 %, clasificados como muy baja variabilidad, se reflejan aquí en la reducida amplitud de los rangos y la nula separación entre los valores. Queda demostrado gráficamente que el método MTC Perú homogeneiza y estandariza la evaluación de la vía, presentando una sensibilidad baja y constante ante el deterioro disperso, manteniendo siempre una valoración global alta y uniforme, lo cual valida plenamente la aceptación de la Hipótesis Específica H2.

4.2.2.3. Hipótesis Especifica H3. Para la evaluación de la presente hipótesis, se realiza la comparación estadística entre los resultados obtenidos por los métodos PCI y MTC Perú, mediante la Prueba t-Student para muestras emparejadas o dependientes, prueba paramétrica diseñada para evaluar si existen diferencias significativas entre las medias de dos mediciones realizadas sobre una misma muestra o sujeto de estudio, verificando si los resultados son estadísticamente iguales o distintos entre sí.

Para ello vamos a unificar los resultados, proponiendo rangos definidos según los resultados obtenidos, ya que en la realidad estos métodos en general, PCI y MTC Perú, presentan rangos con valores muy diferentes, es por ello que vamos a estandarizar según el siguiente cuadro:

Tabla 35

Valores estandarizados de los resultados del PCI y MTC Perú

Jr.	Tramo	PCI		MTC Perú	
		Valor estándar	Clasificación	Valor estándar	Clasificación
Los Alisos	0+000 a 0+040	3	BUENO	3	BUENO
	0+080 a 0+120	2	REGULAR		
	0+160 a 0+200	2	REGULAR		
	0+240 a 0+280	1	MALO		
	0+320 a 0+360	1	MALO		
Los Vilcos	0+000 a 0+040	1	MALO	3	BUENO
	0+080 a 0+120	2	REGULAR		
	0+160 a 0+200	3	BUENO		
	0+240 a 0+280	3	BUENO		
	0+320 a 0+360	1	MALO		

Nota: Los valores estandarizados se enfocan en la clasificación CUALITATIVA determinada para cada método, de las cuales se define entre: MALO - 1, REGULAR - 2, y BUENO - 3. Con las cuales se puede aplicar la evaluación mediante la prueba t-Student para muestras emparejadas o dependientes.

Método de evaluación:

Criterio estadístico p

Criterio de decisión:

Se establece el nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Si el valor de significancia p obtenido es menor a 0,05, se comprueba que existen diferencias estadísticamente significativas entre las valoraciones; si es mayor, se consideran equivalentes.

Planteo de Hipótesis:

H0: No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos por el método PCI y el método MTC Perú; ambos métodos arrojan valoraciones equivalentes para el estado del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.

$$p > 0.05$$

H3: Existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos por el método PCI y el método MTC Perú; el primero demuestra mayor sensibilidad al deterioro, mientras que el segundo presenta una valoración conservadora y global, en la evaluación del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.

$$p \leq 0.05$$

Regla de decisión:

Si $p > 0.05$, entonces se acepta la H0

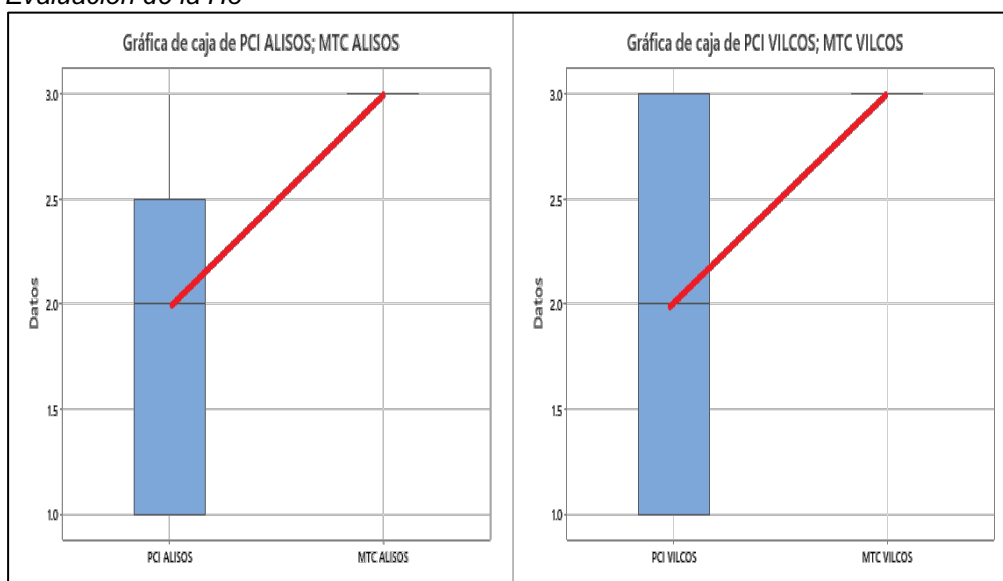
Si $p \leq 0.05$, entonces se rechaza la H0 y se acepta la H3

Tabla 36
Evaluación de la H3

Muestra	Media PCI	Media MTC	Diferencia de Medias	Valor t	Valor p
MTC Los Alisos	1,80	3,00	- 1,20	- 14,58	0,002
MTC Los Vilcos	2,00	3,00	- 1,00	- 91,34	0,000

Nota: Se observa que, bajo la estandarización cualitativa aplicada, obteniendo una media para el jirón Los Alisos es de 1,80 y el Jirón Los Vilcos es de 2,00 según el método PCI, clasificando el estado del pavimento como REGULAR, y una media de 3,00 para el método MTC Perú, clasificando el mismo tramo como BUENO; generando una diferencia de -1,20 a -1,00 puntos, con valores p de 0,002 y $p < 0,001$ respectivamente, ambos menores a 0,05, lo que comprueba que las diferencias son altamente significativas y no debidas al azar. El signo negativo indica que el PCI asigna sistemáticamente una categoría inferior, demostrando mayor sensibilidad al deterioro localizado y reflejando la heterogeneidad de la superficie, mientras que el MTC Perú mantiene una valoración superior y conservadora, al priorizar la transitabilidad global y homogeneizar el impacto de los daños dispersos. Por tanto, al cumplirse la condición estadística $p \leq 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis específica H3, concluyendo que existen diferencias significativas entre ambos métodos, con distinto nivel de sensibilidad y criterio de clasificación cualitativa.

Figura 53
Evaluación de la H3



Nota: En el gráfico de caja correspondiente al Jirón Los Alisos, se observa que los valores estandarizados del método PCI se distribuyen desde 1,00 (MALO) hasta 3,00 (BUENO), con una mediana de 2,00 (REGULAR), lo que evidencia una gran variabilidad y refleja la presencia de sectores clasificados como Malo, Regular y Bueno, demostrando su capacidad para diferenciar el estado real de la superficie. Por el contrario, los valores del método MTC Perú se mantienen fijos en 3,00 (BUENO), sin variación alguna, clasificando todo el tramo sistemáticamente como BUENO, independientemente del daño existente. De igual forma, en el gráfico del Jirón Los Vilcos, el método PCI presenta una dispersión aún más marcada, con valores que oscilan entre 1,00 (MALO) y 3,00 (BUENO), manteniendo la mediana en 2,00 (REGULAR) y comprobando su sensibilidad alta ante la heterogeneidad del pavimento, mientras que nuevamente el método MTC Perú se sitúa en el valor máximo de 3,00 (BUENO), mostrando una valoración uniforme y conservadora. La línea roja de conexión muestra claramente el desplazamiento constante y ascendente de 1,00 entre ambos métodos, pasando de una clasificación media de REGULAR a una de BUENO. En conjunto, ambas gráficas constituyen la representación visual exacta de los resultados estadísticos obtenidos: la diferencia significativa y sistemática entre ambos criterios, donde el PCI detecta y refleja el deterioro localizado mientras que el MTC Perú homogeneiza y eleva la valoración global, lo cual comprueba la aceptación de la Hipótesis Específica H3.

4.2.2.4. Hipótesis General. La contrastación de la hipótesis general se realizó mediante el análisis descriptivo y comparativo de los resultados obtenidos por los métodos PCI y MTC Perú en la evaluación superficial del pavimento asfáltico de los jirones Los Alisos y Los Vilcos.

Los resultados evidenciaron diferencias notables en la valoración de la condición del pavimento. En el jirón Los Alisos, el método PCI determinó un valor promedio de 39,40 puntos, clasificando el pavimento en estado Malo, mientras que el método MTC Perú obtuvo un valor de 914,17 puntos, correspondiente a una condición Buena. De manera similar, en el jirón Los Vilcos, el PCI obtuvo un valor promedio de 45,60 puntos, clasificando el pavimento como Regular, mientras que el método

MTC Perú mantuvo nuevamente la condición de Bueno con un valor de 929,61 puntos.

Asimismo, el método PCI presentó coeficientes de variación de 35,61 % y 37,49 %, evidenciando una alta sensibilidad y heterogeneidad en la detección de deterioros localizados. Por el contrario, el método MTC Perú registró coeficientes de variación de 5,51 % y 0,79 %, indicando una valoración más homogénea y una menor sensibilidad frente al deterioro disperso.

Estas diferencias demuestran que ambos métodos responden de manera distinta ante una misma condición superficial del pavimento. El PCI proporciona una evaluación detallada basada en el tipo, severidad y extensión de las fallas, permitiendo identificar sectores críticos con mayor precisión; mientras que el método MTC Perú ofrece una valoración global orientada principalmente al nivel de servicio y a la condición funcional general de la vía.

En consecuencia, se acepta la hipótesis general de investigación: La aplicación de los métodos de evaluación PCI y MTC Perú permite determinar el estado de conservación, demostrando que cada método responde con distinto nivel de sensibilidad y criterio técnico al momento de valorar el estado de la superficie, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula, debido a que los resultados obtenidos evidenciaron diferencias en la valoración del estado del pavimento, confirmando que el método PCI presenta una mayor sensibilidad frente al deterioro localizado, mientras que el método MTC Perú proporciona una evaluación más conservadora y homogénea.

4.2.3. PROPUESTA TÉCNICA DE INTERVENCIÓN

Propuesta técnica de intervención para la conservación del pavimento asfáltico.

Los resultados obtenidos mediante el método PCI evidenciaron la presencia de deterioros severos y localizados en los jirones Los Alisos y Los Vilcos, identificándose condiciones de pavimento entre Regular, Malo y Muy Malo. Por ello, se propone implementar un plan de

intervención orientado a restablecer la condición estructural y funcional de la vía, priorizando las zonas con mayor nivel de deterioro.

4.2.3.1. Intervención en el jirón Los Alisos. Considerando que el valor promedio del PCI fue de 39,40 puntos, correspondiente a una condición **Mala**, y que algunas unidades de muestreo alcanzaron valores de 23 puntos (Muy Malo), se recomienda ejecutar las siguientes actividades:

- Fresado de las áreas con desprendimiento severo de agregados.
- Bacheo profundo en sectores con pérdida significativa de material y deformaciones.
- Reposición parcial de la carpeta asfáltica en las unidades de muestreo comprendidas entre las progresivas 0+240 y 0+425.
- Aplicación de una sobrecarpeta asfáltica en los sectores rehabilitados.
- Mejoramiento del sistema de drenaje superficial, con el fin de reducir la infiltración de agua y retardar el desarrollo de nuevas patologías.

Debido al estado de deterioro identificado, se recomienda una intervención de rehabilitación de carácter correctivo a corto plazo.

4.2.3.2. Intervención en el jirón Los Vilcos. El valor promedio del PCI fue de 45,60 puntos, correspondiente a una condición **Regular**; sin embargo, se identificaron unidades de muestreo con valores de 23 puntos, indicando deterioros severos localizados.

En consecuencia, se propone:

- Sellado de grietas y fisuras existentes.
- Bacheo superficial y profundo en las zonas críticas.
- Tratamiento superficial mediante slurry seal o microaglomerado asfáltico en sectores con pérdida de textura.
- Aplicación de mantenimiento periódico para evitar la progresión del deterioro hacia estados de falla estructural.

En este tramo se recomienda priorizar actividades de mantenimiento preventivo y periódico, con intervenciones correctivas localizadas en las zonas de condición **Muy Mala**.

4.2.3.3. Estrategia de gestión vial propuesta. Se propone implementar un sistema de gestión de pavimentos basado en la metodología PCI,

complementado con la metodología del MTC Perú para fines de planificación institucional.

La estrategia de intervención deberá considerar la siguiente priorización:

- 1) Sectores con PCI menor a 25: rehabilitación inmediata.
- 2) Sectores con PCI entre 25 y 40: mantenimiento correctivo mayor.
- 3) Sectores con PCI entre 40 y 55: mantenimiento periódico.
- 4) Sectores con PCI mayor a 55: mantenimiento rutinario y preventivo.

La aplicación conjunta de ambos métodos permitirá optimizar la asignación de recursos y mejorar la toma de decisiones relacionadas con la conservación vial, priorizando las intervenciones en función de la condición real del pavimento y del nivel de servicio requerido.

La propuesta se justifica porque el PCI mostró que existen sectores que ya se encuentran en condiciones Malas y Muy Malas, las cuales, de no ser intervenidas oportunamente, podrían evolucionar hacia fallas estructurales de mayor magnitud, incrementando significativamente los costos de rehabilitación.

Para la interpretación de los resultados obtenidos mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), es necesario establecer una relación entre el valor numérico calculado y el nivel de deterioro superficial que presenta la estructura del pavimento. En este sentido, la clasificación del PCI permite categorizar el estado de conservación desde una condición excelente hasta una condición fallada, facilitando la toma de decisiones respecto a las acciones de mantenimiento, conservación o rehabilitación requeridas. La siguiente tabla presenta los rangos de valoración del PCI y la intervención recomendada, considerando los criterios establecidos por la metodología PCI y los enfoques de gestión de pavimentos propuestos por Shahin (2005).

Tabla 37

Clasificación del estado del pavimento según el índice PCI y estrategia de intervención recomendada

Rango PCI	Estado	Intervención recomendada
85–100	Excelente	Mantenimiento rutinario
70–85	Muy bueno	Mantenimiento preventivo
55–70	Bueno	Sellado y conservación
40–55	Regular	Mantenimiento periódico
25–40	Malo	Rehabilitación parcial
10–25	Muy malo	Rehabilitación mayor
0–10	Fallado	Reconstrucción

Nota: Elaboración propia, considerando los criterios de clasificación del PCI establecidos en ASTM D6433-23 y las estrategias de conservación de pavimentos descritas por Shahin (2005).

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar y comparar el estado de conservación del pavimento asfáltico, mediante la aplicación de los métodos de evaluación PCI y MTC Perú, en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025, con el fin de determinar las diferencias en el nivel de sensibilidad y criterio técnico que presenta cada metodología al momento de valorar la condición superficial de la vía. El análisis de los resultados se sustentó mediante estadística descriptiva, análisis de distribución de frecuencia y la prueba paramétrica de t de Student para muestras dependientes, técnicas que permitieron contrastar el comportamiento de los datos, la variabilidad de los resultados y la existencia de diferencias significativas entre ambas valoraciones. Los hallazgos demostraron consistentemente que el método PCI presenta una alta dispersión y heterogeneidad en sus mediciones, mientras que el método MTC Perú arroja resultados concentrados y homogéneos, permitiendo aceptar todas las hipótesis planteadas. Además, se determinó que la estandarización cualitativa de los valores fue fundamental para hacer comparables ambos criterios, aspecto que fortalece la validez técnica de los hallazgos. A continuación, se discuten estos resultados contrastándolos con los antecedentes investigativos y fundamentos técnicos previos.

Los resultados obtenidos permitieron aceptar la hipótesis general, demostrando que la aplicación de los métodos PCI y MTC Perú genera valoraciones diferentes sobre el estado de conservación del pavimento, debido a que cada metodología posee un enfoque técnico distinto para interpretar el deterioro superficial. En los jirones Los Alisos y Los Vilcos, el método PCI identificó condiciones que variaron entre Bueno, Regular, Malo y Muy Malo, mientras que el método MTC Perú mantuvo una clasificación uniforme de Bueno, evidenciando una menor sensibilidad ante deterioros localizados.

Estos resultados coinciden con lo reportado por García (2022), quien al comparar metodologías de evaluación superficial en vías urbanas de Lima concluyó que el PCI presenta una mayor capacidad para detectar variaciones

puntuales en el deterioro del pavimento, mientras que las metodologías nacionales tienden a proporcionar una valoración más general del estado de la vía. De igual manera, Bustamante y Lobato (2023) determinaron que el método MTC produce calificaciones más conservadoras y homogéneas en comparación con el PCI, debido a que sus criterios de ponderación reducen el efecto de las fallas localizadas.

Respecto a la hipótesis específica H1, los coeficientes de variación obtenidos para el PCI fueron de 35,61 % en el jirón Los Alisos y de 37,49 % en el jirón Los Vilcos, valores superiores al umbral del 30 %, confirmando una alta variabilidad y sensibilidad del método frente al deterioro localizado. Este comportamiento concuerda con lo señalado por Agüero (2022) y Fabián (2021), quienes concluyeron que el PCI permite identificar de manera detallada la severidad y extensión de las patologías superficiales, constituyéndose en una herramienta eficaz para la priorización de intervenciones de mantenimiento.

Asimismo, Almeida (2021) encontró que la metodología PCI presenta una elevada capacidad discriminativa al diferenciar claramente sectores con distintos niveles de deterioro, aspecto que coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde se evidenciaron variaciones significativas entre unidades de muestreo contiguas. Del mismo modo, Mora y Fuertes (2021) concluyeron que el PCI representa de manera más realista la condición funcional del pavimento debido a que incorpora la influencia individual de cada tipo de falla, su severidad y densidad.

Por otra parte, los resultados permitieron aceptar la hipótesis específica H2, ya que el método MTC Perú presentó coeficientes de variación de 5,51 % y 0,79 %, valores que indican una muy baja variabilidad y una elevada homogeneidad estadística. Este comportamiento evidencia que la metodología nacional posee una sensibilidad reducida frente al deterioro disperso, manteniendo calificaciones globales relativamente estables.

Los hallazgos obtenidos coinciden con los estudios de Campos y Trebejo (2021), quienes determinaron que el método MTC tiende a homogeneizar la evaluación del pavimento al considerar tramos extensos de análisis y priorizar la condición general de transitabilidad. De manera similar, Gonzales (2021) concluyó que el MTC constituye una herramienta útil para la planificación de

actividades rutinarias de conservación; sin embargo, puede subestimar el nivel de deterioro presente en sectores críticos cuando estos no representan un porcentaje significativo del tramo evaluado.

En relación con la hipótesis específica H3, se comprobó la existencia de diferencias significativas entre ambos métodos de evaluación. En el jirón Los Alisos, el promedio general del PCI fue de 39,40 puntos, correspondiente a una condición Mala, mientras que el MTC obtuvo una valoración promedio de 914,17 puntos, clasificando el mismo tramo como Bueno. De manera similar, en el jirón Los Vilcos el PCI determinó una condición Regular con 45,60 puntos, mientras que el MTC mantuvo nuevamente la clasificación de Bueno.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Valdivia (2023) y Flores y Honores (2024), quienes concluyeron que el PCI presenta una mayor sensibilidad y capacidad de discriminación frente al deterioro, mientras que el método MTC ofrece una evaluación más conservadora y orientada a la funcionalidad general de la vía. Asimismo, dichos autores señalan que la diferencia entre metodologías radica principalmente en el tamaño de las unidades de evaluación y en los criterios de ponderación aplicados a las fallas. Por otro lado, los avances recientes en evaluación de pavimentos desarrollados por Agyei et al. (2024) resaltan la importancia de metodologías altamente sensibles como el PCI, debido a que constituyen la base para el entrenamiento de sistemas automatizados de diagnóstico mediante inteligencia artificial. Los autores sostienen que la precisión en la identificación de fallas localizadas permite mejorar significativamente la gestión de activos viales y la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento.

Finalmente, los resultados obtenidos demuestran que el PCI constituye una metodología más apropiada para la identificación de deterioros localizados y para la programación de intervenciones específicas de rehabilitación y mantenimiento, mientras que el método MTC Perú resulta más adecuado para evaluaciones generales de transitabilidad y gestión administrativa de la red vial. En consecuencia, ambas metodologías deben considerarse complementarias, puesto que la combinación de un enfoque detallado y otro global permitiría desarrollar estrategias de conservación vial más eficientes y técnicamente sustentadas.

En síntesis, lo encontrado en esta investigación no solo resuelve el problema planteado, sino que se alinea y enriquece los antecedentes regionales y nacionales, demostrando que la evaluación comparativa rigurosa y la estandarización de criterios son el camino adecuado para identificar las fortalezas y limitaciones de cada método, garantizando una valoración precisa y ajustada a la realidad de las vías urbanas de la región Huánuco.

CONCLUSIONES

- La aplicación de los métodos de evaluación PCI y MTC Perú permitió determinar técnicamente el estado de conservación del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos, distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco, durante el año 2025. Se identificaron mediante el método PCI 5 tipos de fallas distintas, mientras que con el método MTC Perú solo se registraron 3 tipos, lo que representa una diferencia del 40 % en la capacidad de detección de patologías. Esto demuestra que ambas herramientas son válidas, pero difieren en su nivel de sensibilidad y criterio técnico, cumpliendo objetivos específicos según la finalidad de la evaluación.
- Mediante la aplicación del método PCI se determinó que este presenta una alta sensibilidad y capacidad de discriminación ante el deterioro. Lo anterior se sustenta en los coeficientes de variación obtenidos de 35,61% y 37,49%, valores que evidencian una alta variabilidad en los resultados y reflejan la heterogeneidad de la superficie evaluada.

Con respecto al jirón los Alisos para el primer tramo del 0+000 al 0+200, la coincidencia fue mayor donde se evaluaron tres unidades consecutivas: UM1, UM3 y UM5, obteniendo valores de 56 puntos - BUENO, 40 puntos - REGULAR y 50 puntos - REGULAR, respectivamente, para el segundo tramo comprendido entre las progresivas 0+200 al 0+400 se evaluaron únicamente las unidades UM7 y UM9, obteniendo valores de 28 puntos - MALO y 23 puntos – MUY MALO, respectivamente. La UM11 quedó fuera de este rango y no fue incluida en el cálculo comparativo.

Con relación al jirón los Vilcos para el primer tramo comprendido entre las progresivas 0+000 al 0+200: se obtuvieron valores de 34 puntos - MALO, 48 puntos - REGULAR y 64 puntos - BUENO, correspondientes a las UM1, UM3 y UM5 respectivamente, tanto para el segundo tramo comprendido en las progresivas 0+200 al 0+400 se registraron valores de 59 puntos - BUENO y 23 puntos - MUY MALO, correspondientes a las UM7 y UM9. La UM11 quedó fuera del rango de comparación.

- La evaluación realizada mediante el método MTC Perú demostró que posee una menor sensibilidad ante daños dispersos, al realizar una valoración global y conservadora. Esta característica se comprueba con los coeficientes de variación calculados de 5,51 % y 0,79 %, que corresponden a una variabilidad muy baja.

Con respecto al Jirón Los Alisos en el primer tramo comprendido en las progresivas 0+000 al 0+200 fue calificado con 949,79 puntos - BUENO, en cuanto al segundo tramo que está en las progresivas 0+200 al 0+400 fue calificado con 878,55 puntos - BUENO.

Con relación al jirón Los Vilcos para el primer tramo comprendido en las progresivas 0+000 al 0+200 el resultado fue 924,43 puntos - BUENO, en cuanto al segundo tramo que está en las progresivas 0+200 al 0+400 el resultado fue 934,79 puntos - BUENO.

- La comparación estadística mediante la prueba *t* de Student, aplicada sobre valores estandarizados en escala cualitativa (1 = Malo, 2 = Regular, 3 = Bueno), confirmó que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos. Se obtuvo una diferencia de -1.00 y -1.20 puntos entre las medias y valores $p = 0,002$ y $p < 0,001$, ambos menores al nivel de significancia establecido de 0,05. Esto sustenta técnicamente que el método PCI asigna sistemáticamente una categoría inferior al ser más exigente, mientras que el método MTC Perú emite una valoración más favorable, demostrando que responden a enfoques y principios distintos: uno orientado al diagnóstico técnico detallado y el otro a la valoración funcional y administrativa. Se concluye que el proceso de estandarización cualitativa aplicado fue fundamental para hacer comparables ambas metodologías.

Al transformar escalas de medición diferentes a una escala común, se facilitó el análisis objetivo y la contrastación estadística. Esta estrategia demostró ser adecuada para evidenciar que, aunque ambos evalúan la misma vía, la interpretación de los resultados varía directamente según la cantidad de fallas consideradas y el peso que cada norma otorga a cada tipo de deterioro. Se asevera que la metodología utilizada basada en la inspección detallada, el conteo de patologías, el análisis de variabilidad y la comparación estadística es

adecuada y confiable para la valoración de pavimentos. Los resultados obtenidos son consistentes y coinciden con criterios establecidos en investigaciones similares, demostrando que el enfoque técnico comparativo permite identificar claramente las fortalezas y limitaciones de cada método en vías urbanas de la región.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación diferenciada de los métodos de evaluación según el objetivo específico que se requiera alcanzar: utilizar el método PCI cuando se necesite realizar diagnósticos técnicos detallados, identificar daños puntuales, definir tipos de intervención y planificar el mantenimiento correctivo, dado que ha demostrado alta sensibilidad y capacidad para reflejar fielmente la heterogeneidad real de la superficie.
- Emplear el método MTC Perú para procesos de gestión administrativa, valoración funcional global, clasificación de la red vial o definición de presupuestos generales, ya que se ha demostrado que este criterio prioriza la transitabilidad y homogeneiza los resultados, siendo adecuado para una visión general del estado de la vía sin profundizar en daños localizados.
- Implementar el procedimiento de estandarización cualitativa utilizado en la presente investigación como criterio técnico para futuras evaluaciones comparativas, estableciendo una escala común (1 = Malo, 2 = Regular, 3 = Bueno) que permita homologar resultados de distintas metodologías, facilitando la interpretación objetiva y la contrastación estadística entre sistemas de medición con rangos diferentes.
- Difundir los resultados obtenidos ante la Municipalidad Distrital de Pillco Marca y entidades competentes en infraestructura vial, para que esta investigación sirva como referencia técnica y metodológica, promoviendo la selección adecuada de la norma según el propósito de la evaluación y evitando interpretaciones erróneas por el uso indistinto de metodologías que responden a criterios distintos.
- Incorporar en los manuales de procedimientos locales de conservación vial la distinción técnica demostrada: que el método PCI responde a un enfoque de ingeniería orientado al estado de la superficie, mientras que el método MTC Perú responde a un enfoque funcional orientado al servicio, de modo que cada valoración se utilice en el ámbito que le corresponde y se complementen entre sí para una gestión integral.
- Realizar estudios complementarios que integren la evaluación superficial con mediciones estructurales y de capacidad portante del pavimento, a

fin de obtener un diagnóstico completo que relacione el estado visible de la vía con su resistencia interna, permitiendo proyectar intervenciones más precisas y duraderas en los jirones y vías urbanas de la región.

- Establecer lineamientos técnicos que consideren los márgenes de diferencia sistemática encontrados entre ambos métodos, permitiendo realizar conversiones o equivalencias estimadas cuando sea necesario comparar historiales de evaluaciones realizadas con normas distintas, manteniendo siempre la rigurosidad y el criterio técnico en la toma de decisiones.
- Considerar esta experiencia como modelo de evaluación vial para otras localidades y distritos de la región Huánuco, demostrando que la comparación rigurosa y la estandarización de criterios constituyen una herramienta válida, económica y técnicamente sólida para optimizar los recursos destinados a la conservación del pavimento asfáltico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, A. (2022). Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI para mejorar la transitabilidad de la carretera central – Huánuco [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/100510>
- Agyei, B., Denteh, E., Asamoah, J., y Aboah, A. (2024). PaveCap: The first multimodal framework for comprehensive pavement condition assessment with dense captioning and PCI estimation. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.04110>
- Almeida, G. (2021). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la avenida 3 de julio del Cantón El Carmen [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3487>
- APA. (2020). Normas APA 7.^a edición Guía de citación y referenciación (Segunda versión revisada y ampliada ed.). (D. M. Carrillo, Ed.) Bogotá, Colombia: Universidad Central.
- Arias, J., y Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. Enfoques Consulting EIRL. 1.^a ed. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Asociación Mundial de la Carretera - PIARC. (2022). Informe mundial sobre conservación vial: Desafíos y soluciones en países en desarrollo. París, Francia.
- ASTM International. (2023). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys (ASTM D6433-23). ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D6433-23>
- Bustamante, M., y Lobato L. (2023). Evaluación comparativa del Manual de Conservación Vial MTC con relación al método PCI del pavimento flexible la Av. La Revolución distrito de Ventanilla, 2023. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú] Repositorio UTP. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/7563>
- Campos, A., y Trebejo, R. (2021). Comparación del método de índice de condición del pavimento (PCI) y del método del MTC para la evaluación

- óptima del pavimento asfáltico [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Universidad Ricardo Palma. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4695>
- Fabian, G. (2021). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante la metodología del PCI de la Avenida Perú, Distrito de Amarilis – Huánuco – 2020. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio UNHEVAL. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/6858>
- Flores, C., y Honores, C. (2024). Evaluación superficial del pavimento flexible con métodos de PCI, VIZIR y MTC en ruta SM-113 Ucrania-Yuracyacu, Rioja [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/153364>
- García, O. (2022). Análisis comparativo de métodos de evaluación superficial de pavimentos aplicados en vías de acceso al Hospital Rebagliati en Lima, Perú [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio URP. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5383>
- Gonzales, J. (2021). Condición superficial de la Av. Interoceánica y Jr. Florida, ciudad de Huaraz, empleando las Metodologías del MTC y PCI, con fines de mantenimiento [Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúñez de Mayolo]. Repositorio institucional UNASAM. <https://repositorio.unasam.edu.pe/item/cb3494f0-8ad5-48a5-8efe-73fe8a22bc87>
- Harris, Q. (10 de setiembre de 2010). Evaluación Superficial de Pavimentos. Recuperado el 21 de setiembre de 2025, de https://www.academia.edu/14124315/Evaluaci%C3%B3n_superficial_de_pavimentos_PCI
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación (6.^a ed.). McGraw-Hill. <https://welib.org/md5/e730f5a55cf4bd418343b9263ae1936e.pdf>
- Leandro, S. (2024). Diagnóstico del pavimento rígido de la Av. Juan Velasco Alvarado aplicando el método PCI, distrito de Pillco Marca – Huánuco [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad de Huánuco]. Repositorio UDH. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/5487>

- Mendoza, J., Alonso, E., Martínez, W., Chávez, H., Soto, R., Delgado, H., y Obregón, S. (2024). A critical review of pavement design methods based on a climate approach. *Sustainability*, 16(16), 7211. <https://doi.org/10.3390/su16167211>
- Melchor, A. (08 de febrero de 2017). Diseño y Evaluación de Pavimentos. Recuperado el 21 de setiembre de 2025, de <https://es.scribd.com/document/338726744/Diseno-y-Evaluacion-de-Pavimentos-pdf>
- Mickevic, R., y Vaitkus, A. (2024). Stress and Strain of RCC Pavement with Cement Stabilized Base Depending on Load and Season of the Year. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 19(2), 102–130. <https://doi.org/10.7250/bJrbe.2024-19.638>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial (Resolución Directoral N.º 002-2018-MTC/14). <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/10338-002-2018-mtc-14>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección: Suelos y pavimentos. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (MC-08-14). Dirección General de Caminos y Ferrocarriles [Resolución Directoral N.º 08-2014-MTC/14]. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf
- Montejo, F. A. (2006). Ingeniería de pavimentos: evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías. 3.ª ed. Universidad Católica de Colombia.
- Mora, M., y Fuertes, L. (2021). Evaluación funcional del pavimento de la Diagonal 8 y la avenida El Peñón desde la calle 40 hasta la calle 48 del municipio de Girardot, mediante la metodología PCI [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio UPC. <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11083>
- NORMA CE 010. (2010). Pavimentos Urbanos. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú: SENCICO. Obtenido de

https://www.academia.edu/33910699/LIMA_PER%C3%9A_2010_NORMA_CE_010_PAVIMENTOS_URBANOS_REGLAMENTO_NACIONAL_DE_EDIFICACIONES

Organización Mundial de Carreteras y Transportes - WRT. (2021). Infraestructura vial como factor de desarrollo: Lineamientos para su gestión y conservación. Ginebra, Suiza.

Pimentel, G. (2009). Curso de Estadística Experimental. 15.^a ed. Livraria Nobel S.A. Editora – Distribuidora. Brasil.

Revista Técnica Vial. (2023). Problemática de la conservación vial urbana en el Perú: Situación actual y propuestas de mejora. Revista Técnica Vial, 9(1), 12-28.

Shahin, M. (2005). Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots (2.^a ed.). Springer. https://www.researchgate.net/publication/291441507_Pavement_management_for_airports_roads_and_parking_lots_Second_edition

Styer, J., Tunstall, L., Landis, A., y Grenfell, J. (2024). Innovations in pavement design and engineering: A 2023 sustainability review. Heliyon, 10(13), e33602. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33602>

Valdivia, G. (2023). Análisis comparativo de los métodos PCI, VIZIR y MTC en la evaluación del pavimento flexible de la Av. B del distrito de Comas en 2023. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú] Repositorio UTP. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/7274>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

León Sánchez, K. E. (2026). *Análisis comparativo de los métodos PCI y MTC Perú en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco 2025*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE LA DESIGNACIÓN DE ASESOR DE TESIS



UDH

Facultad de
Ingeniería

RESOLUCIÓN n.º 2297-2025-D-FI-UDH
Huánuco, 23 de octubre de 2025

Visto:

El Oficio n.º 1334-2025-CA-PAIC-FI-UDH, presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el expediente n.º 566462-0000005830 mediante el cual Kaleb Ever LEON SANCHEZ solicita la designación de un Asesor de tesis.

CONSIDERANDO:

- Que, conforme a lo dispuesto en la Ley Universitaria n.º 30220, Capítulo V, Artículo 45, inciso 45.2, corresponde atender dicha solicitud;
- Que, según el expediente n.º 566462-0000005830, Kaleb Ever LEON SANCHEZ propone a Mg. Cesar Augusto SALVADOR ROJAS como asesor de tesis para el desarrollo de su trabajo de investigación;
- Que, de acuerdo con los Artículos 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, la solicitud cumple con los requisitos establecidos;
- Que, en virtud de las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería, y con cargo a informar en la próxima sesión del Consejo de Facultad;

SE RESUELVE:

Artículo 1º. Designar a Mg. Cesar Augusto SALVADOR ROJAS, docente del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, como Asesor de tesis de Kaleb Ever LEON SANCHEZ.

Artículo 2º. Establecer un plazo máximo de seis meses para presentar la solicitud de revisión del Plan de Tesis. En caso de vencimiento del plazo, el interesado deberá gestionar una nueva solicitud conforme a los costos vigentes.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Maximiliano Cruz Huacachino
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
[Signature]
Ing. Ethel Jhovani Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



Documento:
RESOLUCIÓN n.º 2297-2025-D-FI-UDH
URL de Verificación:
<https://copiloto.udh.edu.pe/titulacionback/api/view-resolution/68f8101b20582591ef0571e2>

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PLAN DE TESIS



UDH

Facultad de
Ingeniería

RESOLUCIÓN n.º 2822-2025-D-FI-UDH

Huánuco, 16 de diciembre de 2025

Visto:

El Oficio n.º 1581-2025-CA-PAIC-FI-UDH, presentado por el Coordinador Académico del Programa de Ingeniería Civil que contiene el dictamen aprobatorio de los Jurados revisores sobre el Plan de Tesis titulado: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS PCI Y MTC PERÚ EN LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LOS JIRONES LOS ALISOS Y LOS VILCOS – PILLCO MARCA – HUÁNUCO 2025”, presentado por Kaleb Ever LEON SANCHEZ en calidad de tesista.

CONSIDERANDO:

- Que, mediante Resolución n.º 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se creó la Facultad de Ingeniería;
- Que, mediante Resolución de Consejo Directivo n.º 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, la Universidad de Huánuco obtuvo la licencia para ofrecer el servicio educativo superior universitario;
- Que, mediante Resolución n.º 2297-2025-D-FI-UDH, de fecha 23 de octubre de 2025, se designó a Mg. Cesar Augusto SALVADOR ROJAS, docente adscrito al Ingeniería Civil, como Asesor de tesis de Kaleb Ever LEON SANCHEZ;
- Que, según el Oficio n.º 0195-2025-CA-PAIC-FI-UDH, el Coordinador Académico informa que los Jurados revisores, conformados por: Mg. Yelen Lisseth TRUJILLO ARIZA (Presidente), Mg. Percy Mello DAVILA HERRERA (Secretario), Mg. Alberto Carlos JARA TRUJILLO (Vocal), han declarado APROBADO el Plan de Tesis para su ejecución;
- Que, en virtud de las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a informar en la próxima sesión del Consejo de Facultad;

SE RESUELVE:

Artículo 1º. Aprobar el Plan de Tesis titulado: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS PCI Y MTC PERÚ EN LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LOS JIRONES LOS ALISOS Y LOS VILCOS – PILLCO MARCA – HUÁNUCO 2025”, presentado por Kaleb Ever LEON SANCHEZ, como requisito para optar el título profesional de Ingeniero(a) Civil en la Universidad de Huánuco.

Artículo 2º. Establecer un plazo máximo de 12 meses para la ejecución del Plan de Tesis, contado a partir de la fecha de emisión de la presente Resolución. En caso de incumplimiento, el interesado podrá solicitar una única ampliación de hasta seis meses.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. Maxipiliano Cruz Huacachino
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Ethel Johana Monzon Lozano
SECRETARIO DOCENTE



Documento:

RESOLUCIÓN n.º 2822-2025-D-FI-UDH

URL de Verificación:

<https://copiloto.udh.edu.pe/titulacionback/api/resolucion/ver-aprobacion-tesis/6939b1551ddcaea33504e122>

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y Muestra
<u>Problema General</u> ¿De qué manera se puede contrastar la diferencia de los resultados entre los métodos PCI y MTC Perú, al ser aplicados para la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025?	<u>Objetivo General</u> Contrastar la diferencia de los resultados entre los métodos PCI y MTC Perú, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.	<u>Hipótesis General</u> La aplicación de los métodos de evaluación PCI y MTC Perú permite determinar el estado de conservación, demostrando que cada método responde con distinto nivel de sensibilidad y criterio técnico al momento de valorar el estado de la superficie; en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.	<u>Variable Dependiente</u> Condición superficial del pavimento (resultado de aplicar los métodos)	<u>Tipo de Investigación</u> Aplicada <u>Enfoque</u> Cuantitativa <u>Alcance</u> Descriptivo - comparativo	<u>Población</u> Tramo de total de los jirones Los Alisos y Los Vilcos: - Los Alisos (425 m de largo x 6 m de ancho = 2550 m²) y - Los Vilcos (455 m de largo x 6 m de ancho = 2730 m²)
<u>Problemas Específicos</u> ¿De qué manera realizar la aplicación de los criterios del método del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025?	<u>Objetivo Específicos</u> Aplicar los criterios del método del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.	<u>Hipótesis Específicas</u> La aplicación de los criterios del método PCI permite evaluar el pavimento de forma detallada y heterogénea, con una alta sensibilidad al deterioro localizado; en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.	<u>Variable Independiente</u> Métodos de evaluación (PCI y MTC Perú)	<u>Diseño</u> No experimental, transversal, descriptivo	<u>Muestra</u> Unidades Muestrales para cada tramo según el método: - Los Alisos: (11 UM para el PCI y 02 UM para el MTC)
¿De qué manera realizar la aplicación de los criterios de	Aplicar los criterios de valoración establecidos en	La aplicación de los criterios de valoración del MTC Perú permite			

valoración establecidos en el Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial (MTC Perú) para la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025?	el Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial (MTC Perú) en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.	evaluar el estado del pavimento de forma global y homogénea, con una sensibilidad baja al deterioro disperso, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.	- Los Vilcos: (12 UM para el PCI y 02 UM para el MTC)
¿De qué manera realizar el análisis comparativo entre los resultados obtenidos por los métodos PCI y MTC Perú, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025?	Realizar el análisis comparativo entre los resultados obtenidos por los métodos PCI y MTC Perú, en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco - 2025.	Existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos por el método PCI y el método MTC Perú; el primero demuestra mayor sensibilidad al deterioro, mientras que el segundo presenta una valoración conservadora y global, en la evaluación del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco – 2025.	

Nota: Matriz de consistencia del trabajo de investigación titulado “Análisis comparativo de los métodos PCI y MTC Perú en la evaluación superficial del pavimento asfáltico en los jirones Los Alisos y Los Vilcos – Pillco Marca – Huánuco 2025”

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

[illegible]

Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto

1

 **Instituto Registral y Catastral**
REGLAMENTO CIVIL
CIF 201195

CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	

Nota: Adaptado del método PCI (ASTM D6433-03)



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC)
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO																			
ZONA:			ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRO			DIAGRAMA 										
CODIGO VIA:			ABSCISA FINAL			AREA DE MUESTRO (m2)													
INSPECCIONADO POR: LEON SANCHEZ KALEB EVER																		FECHA:	
TIPOS DE FALLAS																			
1	Piel de cocodrilo (m2)						7	Baches - Huecos (unid)											
2	Fisuras Longitudinales (m)						8	Fisuras Transversales (m2)											
3	Deformación por deficiencia estructural						9	Exudación (m2)											
4	Ahuellamiento (m2)						10	Daños puntuales											
5	Reparación o Parchado (m2)						11	Desnivel Calzada - Berma (m)											
6	Peladura y desprendimiento (m2)																		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																			
Tipo		1			2			3			4			5			6		
		G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
TOTAL	G1																		
	G2																		
	G3																		
Tipo		7			8			9			10			11					
		G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3			
TOTAL	G1																		
	G2																		
	G3																		
CALCULO DE CONDICION																			
CONDICIÓN DE DAÑO	EXT. PROM. PONDERADO	PUNTAJE DE CONDICION SEGÚN EXTENSION DE CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA														PUNTAJE DE CONDICION			
		0: SIN DETERIORO O SIN FALLA			1: LEVE EFP = MENOR A 10%			2: MODERADO EFP = ENTRE 10% Y 30%			3: SEVERO EFP MAYOR A 30%								
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
SUMA DE PUNTAJE DE CONDICION (PC)																			
CALIFICACION DE CONDICION																	CONDICION DEL PAVIMENTO		
CC = 1000 - PC																			

Nota: Adaptado de la norma MTC - Perú



EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRO											
ZONA:		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTRO		ESQUEMA:					
CODIGO VÍA:		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTRO (m2)							
INSPECCIONADO POR:											
LEON SANCHEZ KALEB EVER				FECHA:							
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO						
1	Piel de cocodrilo (m2)			11	Parcheo (m2)						
2	Exudación (m2)			12	Pulimiento de agregados (m2)						
3	Agrietamiento en Bloque (m2)			13	Huecos (unid)						
4	Abultamiento y Hundimiento (m)			14	Cruce de via férrea (m2)						
5	Corrugación (m2)			15	Ahuellamiento (m2)						
6	Depresión (m2)			16	Desplazamiento (m2)						
7	Grieta de Borde (m)			17	Grieta Parabólica (m2)						
8	Grieta de reflexión de junta (m)			18	Hinchamiento (m2)						
9	Desnivel carril/ Berma (m)			19	Desprendimiento de agregados (m2)						
10	Grieta Longit. Y Transvers (m)										
Daño	Sever.	Cantidades Parciales							Total	Densidad (%)	Valor Deducido
CONDICION DEL PAVIMENTO						CLASIFICACION					

Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto


PEDRO GABRIEL RAMOS
Ingeniero Civil
(CIP 100.000.000)

CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	

150



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
http://www.udh.edu.pe

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC)
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO																		
ZONA:			ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRO												
CODIGO VIA:			ABSCISA FINAL			AREA DE MUESTRO (m2)												
INSPECCIONADO POR:			FECHA:															
LEON SANCHEZ KALEB EVER																		
TIPOS DE FALLAS																		
1	Piel de cocodrilo (m2)			7	Baches - Huecos (unid)													
2	Fisuras Longitudinales (m)			8	Fisuras Transversales (m2)													
3	Deformación por deficiencia estructural			9	Exudación (m2)													
4	Ahuellamiento (m2)			10	Daños puntuales													
5	Reparación o Parchado (m2)			11	Desnivel Calzada - Berma (m)													
6	Peladura y desprendimiento (m2)																	
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																		
Tipo	1			2			3			4			5			6		
CANTIDAD Y SEVERIDAD	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
TOTAL	G1																	
	G2																	
	G3																	
Tipo	7			8			9			10			11					
CANTIDAD Y SEVERIDAD	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3			
TOTAL	G1																	
	G2																	
	G3																	
CALCULO DE CONDICION																		
CONDICIÓN DE DAÑO	EXT. PROM. PONDERADO	PUNTAJE DE CONDICION SEGÚN EXTENSION DE CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA				PUNTAJE DE CONDICION												
		0: SIN DETERIORO O SIN FALLA	1: LEVE EFP = MENOR A 10%	2: MODERADO EFP = ENTRE 10% Y 30%	3: SEVERO EFP MAYOR A 30%													
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
SUMA DE PUNTAJE DE CONDICION (PC)																		
CALIFICACION DE CONDICION					CONDICION DEL PAVIMENTO													
CC = 1000 - PC																		

Nota: Adaptado de la norma MTC - Perú

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO												
ZONA:		ABSCISA INICIAL 0 + 000			UNIDAD DE MUESTRO UM-01			ESQUEMA: 6.00 40.0				
CODIGO VÍA: JR. LOS ALISOS		ABSCISA FINAL 0 + 040			ÁREA DE MUESTRO (m2) 240.0							
INSPECCIONADO POR:												
LEON SANCHEZ KALEB EVER					FECHA: 16/02/2026							
N°	DAÑO				N°	DAÑO						
1	Piel de cocodrilo (m2)				11	Parcheo (m2)						
2	Exudación (m2)				12	Pulimiento de agregados (m2)						
3	Agrietamiento en Bloque (m2)				13	Huecos (unid)						
4	Abultamiento y Hundimiento (m)				14	Cruce de via férrea (m2)						
5	Corrugación (m2)				15	Ahuellamiento (m2)						
6	Depresión (m2)				16	Desplazamiento (m2)						
7	Grieta de Borde (m)				17	Grieta Parabólica (m2)						
8	Grieta de reflexión de junta (m)				18	Hinchamiento (m2)						
9	Desnivel carril/ Berma (m)				19	Desprendimiento de agregados (m2)						
10	Grieta Longit. Y Transvers (m)											
Daño	Sever.	Cantidades Parciales							Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
11	M	35.40							35.40	14.75	38	
1	L	0.35							0.35	0.15	4	
3	M	0.6							0.60	0.25	0	
19	L	0.95	2.94						3.89	1.62	1	
13	M	1.00							1.00	0.42	18	

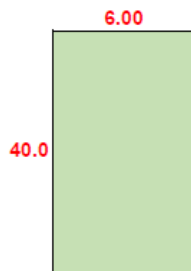
Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto

CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO											
ZONA:		ABSCISA INICIAL 0 + 080			UNIDAD DE MUESTRO UM-03			ESQUEMA: 			
CODIGO VÍA:		ABSCISA FINAL 0 + 120			ÁREA DE MUESTRO (m2) 240.0						
JR. LOS ALISOS											
INSPECCIONADO POR:											
LEON SANCHEZ KALEB EVER					FECHA: 16/02/2026						
N°	DAÑO				N°	DAÑO					
1	Piel de cocodrilo (m2)				11	Parqueo (m2)					
2	Exudación (m2)				12	Pulimiento de agregados (m2)					
3	Agrietamiento en Bloque (m2)				13	Huecos (unid)					
4	Abultamiento y Hundimiento (m)				14	Cruce de via férrea (m2)					
5	Corrugación (m2)				15	Ahuellamiento (m2)					
6	Depresión (m2)				16	Desplazamiento (m2)					
7	Grieta de Borde (m)				17	Grieta Parabólica (m2)					
8	Grieta de reflexión de junta (m)				18	Hinchamiento (m2)					
9	Desnivel carril/ Berma (m)				19	Desprendimiento de agregados (m2)					
10	Grieta Longit. Y Transvers (m)										
Daño	Sever.	Cantidades Parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	L	13.12	13.12	20.76				47.00	19.58	41	
11	L	10.23	2.34					12.57	5.24	10	
13	M	1.00	1.00	1.00	1.00			4.00	1.67	41	
CONDICION DEL PAVIMENTO				40				CLASIFICACION		REGULAR	

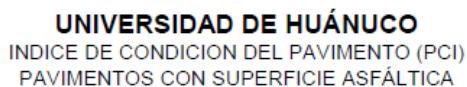
Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto

CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO											
ZONA:		ABSCISA INICIAL 0 + 160		UNIDAD DE MUESTRO UM-05		ESQUEMA: 					
CODIGO VÍA: JR. LOS ALISOS		ABSCISA FINAL 0 + 200		ÁREA DE MUESTRO (m2) 240.0							
INSPECCIONADO POR:				FECHA: 16/02/2026							
LEON SANCHEZ KALEB EVER											
N°	DAÑO			N°	DAÑO						
1	Piel de cocodrilo (m2)			11	Parqueo (m2)						
2	Exudación (m2)			12	Pulimiento de agregados (m2)						
3	Agrietamiento en Bloque (m2)			13	Huecos (unid)						
4	Abultamiento y Hundimiento (m)			14	Cruce de via férrea (m2)						
5	Corrugación (m2)			15	Ahuellamiento (m2)						
6	Depresión (m2)			16	Desplazamiento (m2)						
7	Grieta de Borde (m)			17	Grieta Parabólica (m2)						
8	Grieta de reflexión de junta (m)			18	Hinchamiento (m2)						
9	Desnivel carril/ Berma (m)			19	Desprendimiento de agregados (m2)						
10	Grieta Longit. Y Transvers (m)										
Daño	Sever.	Cantidades Parciales							Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	2.88	6.20	46.17	15.17	14.52			84.94	35.39	48
13	M	1.00							1.00	0.42	18
CONDICION DEL PAVIMENTO		50							CLASIFICACION		REGULAR

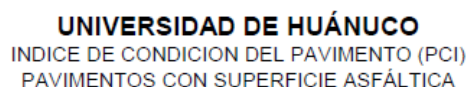
Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto

CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbologia
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	



CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	

155



Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto

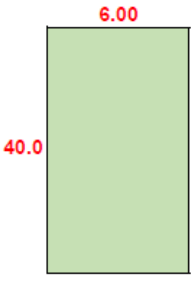
CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	



EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO											
ZONA:		ABSCISA INICIAL 0 + 400		UNIDAD DE MUESTRO UM-11		ESQUEMA:					
CODIGO VÍA: JR. LOS ALISOS		ABSCISA FINAL 0 + 425		ÁREA DE MUESTRO (m2) 150.0							
INSPECCIONADO POR:											
LEON SANCHEZ KALEB EVER				FECHA: 16/02/2026							
N°	DAÑO			N°	DAÑO						
1	Piel de cocodrilo (m2)			11	Parcheo (m2)						
2	Exudación (m2)			12	Pulimiento de agregados (m2)						
3	Agrietamiento en Bloque (m2)			13	Huecos (unid)						
4	Abultamiento y Hundimiento (m)			14	Cruce de via férrea (m2)						
5	Corrugación (m2)			15	Ahuellamiento (m2)						
6	Depresión (m2)			16	Desplazamiento (m2)						
7	Grieta de Borde (m)			17	Grieta Parabólica (m2)						
8	Grieta de reflexión de junta (m)			18	Hinchamiento (m2)						
9	Desnivel carril/ Berma (m)			19	Desprendimiento de agregados (m2)						
10	Grieta Longit. Y Transvers (m)										
Daño	Sever.	Cantidades Parciales							Total	Densidad (%)	Valor Deducido
19	H	150.00							150.00	100.00	77
CONDICION DEL PAVIMENTO		23			CLASIFICACION				MUY MALO		

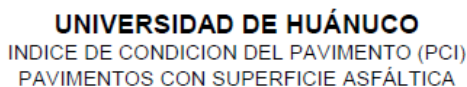
Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto

CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO										
ZONA:		ABSCISA INICIAL 0 + 000		UNIDAD DE MUESTRO UM-01		ESQUEMA: 				
CODIGO VÍA:		ABSCISA FINAL 0 + 040		ÁREA DE MUESTRO (m2) 240.0						
JR. LOS VILCOS										
INSPECCIONADO POR:										
LEON SANCHEZ KALEB EVER				FECHA: 17/02/2026						
N°	DAÑO			N°	DAÑO					
1	Piel de cocodrilo (m2)			11	Parqueo (m2)					
2	Exudación (m2)			12	Pulimiento de agregados (m2)					
3	Agrietamiento en Bloque (m2)			13	Huecos (unid)					
4	Abultamiento y Hundimiento (m)			14	Cruce de via férrea (m2)					
5	Corrugación (m2)			15	Ahuellamiento (m2)					
6	Depresión (m2)			16	Desplazamiento (m2)					
7	Grieta de Borde (m)			17	Grieta Parabólica (m2)					
8	Grieta de reflexión de junta (m)			18	Hinchamiento (m2)					
9	Desnivel carril/ Berma (m)			19	Desprendimiento de agregados (m2)					
10	Grieta Longit. Y Transvers (m)									
Daño	Sever.	Cantidades Parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido
11	M	72.00	9.00					81.00	33.75	54
13	H	1.00						1.00	0.42	37
CONDICION DEL PAVIMENTO		34						CLASIFICACION		MALO

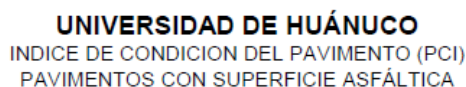
Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto

CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	



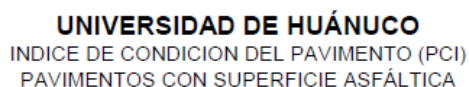
Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto

159



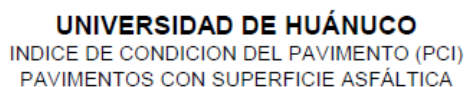
CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	

160



CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	

Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto



Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto

162



EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO											
ZONA:	ABSCISA INICIAL 0 + 400		UNIDAD DE MUESTRO UM-11		ESQUEMA: 						
CODIGO VÍA: JR. LOS VILCOS	ABSCISA FINAL 0 + 440		ÁREA DE MUESTRO (m²) 240.0								
INSPECCIONADO POR:											
LEON SANCHEZ KALEB EVER			FECHA: 17/02/2026								
N°	DAÑO		N°	DAÑO							
1	Piel de cocodrilo (m²)		11	Parqueo (m²)							
2	Exudación (m²)		12	Pulimiento de agregados (m²)							
3	Agrietamiento en Bloque (m²)		13	Huecos (unid)							
4	Abultamiento y Hundimiento (m)		14	Cruce de via férrea (m²)							
5	Corrugación (m²)		15	Ahuellamiento (m²)							
6	Depresión (m²)		16	Desplazamiento (m²)							
7	Grieta de Borde (m)		17	Grieta Parabólica (m²)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)		18	Hinchariento (m²)							
9	Desnivel carril/ Berma (m)		19	Desprendimiento de agregados (m²)							
10	Grieta Longit. Y Transvers (m)										
Daño	Sever.	Cantidades Parciales							Total	Densidad (%)	Valor Deducido
19	H	240.00							240.00	100.00	77
CONDICION DEL PAVIMENTO		23			CLASIFICACION				MUY MALO		

Nivel de Severidad	
L:	Bajo
M:	Medio
H:	Alto

CLASIFICACION DEL PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
85 - 100	EXCELENTE	
70 - 85	MUY BUENO	
55 - 70	BUENO	
40 - 55	REGULAR	
25 - 40	MALO	
10 - 25	MUY MALO	
0 - 10	DETERIORADO	

ANEXO 6

RESULTADOS DEL MÉTODO MTC PERÚ



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
http://www.udh.edu.pe

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC)
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO																			
ZONA:		ABSCISA INICIAL 0 + 000						UNIDAD DE MUESTRO UM-01						DIAGRAMA 6.00 200					
CODIGO VIA:		ABSCISA FINAL 0 + 200						ÁREA DE MUESTRO (m2) 1200.00											
INSPECCIONADO POR:		LEON SANCHEZ KALEB EVER						FECHA: 18/02/2026											
TIPOS DE FALLAS																			
1	Piel de cocodrilo (m2)						7	Baches - Huecos (unid)											
2	Fisuras Longitudinales (m)						8	Fisuras Transversales (m2)											
3	Deformación por deficiencia estructural						9	Exudación (m2)											
4	Ahuellamiento (m2)						10	Daños puntuales											
5	Reparación o Parchado (m2)						11	Desnivel Calzada - Berma (m)											
6	Peladura y desprendimiento (m2)																		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																			
Tipo		1			2			3			4			5			6		
		G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
CANTIDAD Y SEVERIDAD		0.35												24.00	35.40		3.89	0.80	
		28.24												22.80					
		20.76												2.58					
		8.06																	
		72.82																	
		18.08																	
TOTAL	G1	148.31			0.00			0.00			0.00			49.38			3.89		
	G2	0.00			0.00			0.00			0.00			35.40			0.80		
	G3	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00			0.00		
Tipo		7			8			9			10			11					
		G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3			
CANTIDAD Y SEVERIDAD	1																		
	2																		
	3																		
	1																		
TOTAL	G1	0			0.00			0.00			0.00			0.00					
	G2	7			0.00			0.00			0.00			0.00					
	G3	0			0.00			0.00			0.00			0.00					
CALCULO DE CONDICION																			
CONDICIÓN DE DAÑO	EXT. PROM. PONDERADO	PUNTAJE DE CONDICION SEGÚN EXTENSION DE CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA				PUNTAJE DE CONDICION													
		0: SIN DETERIORO O SIN FALLA	1: LEVE EFP = MENOR A 10%	2: MODERADO EFP = ENTRE 10% Y 30%	3: SEVERO EFP MAYOR A 30%														
1	12.19				57.54	57.54													
2																			
3																			
4																			
5	3.63		3.63			3.63													
6	0.29		0.29			0.29													
7	7				60.00	60.00													
8																			
9																			
10																			
11																			
SUMA DE PUNTAJE DE CONDICION (PC)						121.45													
CALIFICACION DE CONDICION						CONDICION DEL PAVIMENTO	BUENO												
CC = 1000 - PC				878.55															



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
http://www.udh.edu.pe

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC)
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO																			
ZONA:		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRO			DIAGRAMA											
		0 + 200			UM-02														
CODIGO VÍA:		ABSCISA FINAL			ÁREA DE MUESTRO (m2)														
JR. LOS ALISOS		0 + 400			1200.00														
INSPECCIONADO POR:																			
LEON SANCHEZ KALEB EVER					FECHA:		18/02/2026												
TIPOS DE FALLAS																			
1	Piel de cocodrilo (m2)				7	Baches - Huecos (unid)													
2	Fisuras Longitudinales (m)				8	Fisuras Transversales (m2)													
3	Deformación por deficiencia estructural				9	Exudación (m2)													
4	Ahuellamiento (m2)				10	Daños puntuales													
5	Reparación o Parchado (m2)				11	Desnivel Calzada - Berma (m)													
6	Peladura y desprendimiento (m2)																		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																			
Tipo		1			2			3			4			5			6		
CANTIDAD Y SEVERIDAD	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	
TOTAL	G1	0.00			0.00			0.00			0.00			2.58			0.00		
	G2	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00			0.00		
	G3	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00			1089.00		
Tipo		7			8			9			10			11					
CANTIDAD Y SEVERIDAD	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3				
TOTAL	G1	0			0.00			0.00			0.00			0.00					
	G2	0			0.00			0.00			0.00			0.00					
	G3	0			0.00			0.00			0.00			0.00					
CALCULO DE CONDICION																			
CONDICIÓN DE DAÑO	EXT. PROM. PONDERADO	PUNTAJE DE CONDICION SEGUN EXTENSION DE CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA												PUNTAJE DE CONDICION					
		0: SIN DETERIORO O SIN FALLA			1: LEVE EFP = MENOR A 10%			2: MODERADO EFP = ENTRE 10% Y 30%			3: SEVERO EFP MAYOR A 30%								
1																			
2																			
3																			
4																			
5	0.21				0.21									0.21					
6	90.75										50.00			50.00					
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
SUMA DE PUNTAJE DE CONDICION (PC)															50.21				
CALIFICACION DE CONDICION																			
CC = 1000 - PC															949.79				
CONDICION DEL PAVIMENTO															BUENO				



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC)
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO																			
ZONA:		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRO			DIAGRAMA											
		0 + 000			UM-01														
CODIGO VÍA:		ABSCISA FINAL			ÁREA DE MUESTRO (m2)														
JR. LOS VILCOS		0 + 200			1200.00														
INSPECCIONADO POR:																			
LEON SANCHEZ KALEB EVER		FECHA:			19/02/2026														
TIPOS DE FALLAS																			
1	Piel de cocodrilo (m2)				7	Baches - Huecos (unid)													
2	Fisuras Longitudinales (m)				8	Fisuras Transversales (m2)													
3	Deformación por deficiencia estructural				9	Exudación (m2)													
4	Ahuellamiento (m2)				10	Daños puntuales													
5	Reparación o Parchado (m2)				11	Desnivel Calzada - Berma (m)													
6	Peladura y desprendimiento (m2)																		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																			
Tipo		1			2			3			4			5			6		
CANTIDAD Y SEVERIDAD	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	
	31.20									39.12			1.00	81.20					
	33.84									1.61				4.23					
														2.24					
TOTAL	G1	65.04			0.00			0.00			40.73			1.00			0.00		
	G2	0.00			0.00			0.00			0.00			87.67			0.00		
	G3	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00			0.00		
Tipo		7			8			9			10			11					
CANTIDAD Y SEVERIDAD	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3				
	1	2	1																
			1																
			1																
TOTAL	G1	1			0.00			0.00			0.00			0.00					
	G2	2			0.00			0.00			0.00			0.00					
	G3	3			0.00			0.00			0.00			0.00					
CALCULO DE CONDICION																			
CONDICIÓN DE DAÑO	EXT. PROM. PONDERADO	PUNTAJE DE CONDICION SEGÚN EXTENSION DE CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA												PUNTAJE DE CONDICION					
		0: SIN DETERIORO O SIN FALLA	1: LEVE EFP = MENOR A 10%			2: MODERADO EFP = ENTRE 10% Y 30%			3: SEVERO EFP MAYOR A 30%										
1	5.42		21.68									21.68							
2																			
3																			
4																			
5	7.22		7.22									7.22							
6																			
7	6					46.67						46.67							
8																			
9																			
10																			
11																			
SUMA DE PUNTAJE DE CONDICION (PC)												75.57							
CALIFICACION DE CONDICION												CONDICION DEL PAVIMENTO	BUENO						
CC = 1000 - PC																			
924.43																			



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC)
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO																			
ZONA:		ABSCISA INICIAL						UNIDAD DE MUESTRO						DIAGRAMA 6.00 200					
		0 + 200						UM-02											
CODIGO VIA:		ABSCISA FINAL						AREA DE MUESTRO (m2)											
JR. LOS VILCOS		0 + 400						1200.00											
INSPECCIONADO POR:																			
LEON SANCHEZ KALEB EVER																			
FECHA: 19/02/2026																			
TIPOS DE FALLAS																			
1	Piel de cocodrilo (m2)						7	Baches - Huecos (unid)											
2	Fisuras Longitudinales (m)						8	Fisuras Transversales (m2)											
3	Deformación por deficiencia estructural						9	Exudación (m2)											
4	Ahuellamiento (m2)						10	Daños puntuales											
5	Reparación o Parchado (m2)						11	Desnivel Calzada - Berma (m)											
6	Peladura y desprendimiento (m2)																		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																			
Tipo		1			2			3			4			5			6		
CANTIDAD Y SEVERIDAD		G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
TOTAL	G1	0.00			0.00			0.00			0.00			2.56			0.00		
	G2	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00			0.00		
	G3	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00			947.00		
Tipo		7			8			9			10			11					
CANTIDAD Y SEVERIDAD		G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3			
TOTAL	G1	0			0.00			0.00			0.00			0.00					
	G2	2			0.00			0.00			0.00			0.00					
	G3	1			0.00			0.00			0.00			0.00					
CALCULO DE CONDICION																			
CONDICIÓN DE DAÑO	EXT. PROM. PONDERADO	PUNTAJE DE CONDICION SEGUN EXTENSION DE CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA						PUNTAJE DE CONDICION											
		0: SIN DETERIORO O SIN FALLA		1: LEVE EFP = MENOR A 10%		2: MODERADO EFP = ENTRE 10% Y 30%			3: SEVERO EFP MAYOR A 30%										
1																			
2																			
3																			
4																			
5	0.21			0.21															
6	78.92					50.00		50.00											
7	3			15.00				15.00											
8																			
9																			
10																			
11																			
SUMA DE PUNTAJE DE CONDICION (PC)									65.21										
CALIFICACION DE CONDICION									CONDICION DEL PAVIMENTO	BUENO									
CC = 1000 - PC																			
934.79																			

ANEXO 7

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1 Vista de la progresiva 0+000 del Jr. Los Alisos



Fotografía 2 Vista de la progresiva 0+040 del Jr. Los Alisos



Fotografía 3 Vista de la progresiva 0+080 del Jr. Los Alisos



Fotografía 4 Vista de la progresiva 0+120 del Jr. Los Alisos



Fotografía 5 Vista de la progresiva 0+160 del Jr. Los Alisos



Fotografía 6 Vista de la progresiva 0+200 del Jr. Los Alisos



Fotografía 7 Vista de la progresiva 0+240 del Jr. Los Alisos



Fotografía 8 Vista de la progresiva 0+280 del Jr. Los Alisos



Fotografía 9 Vista de la progresiva 0+320 del Jr. Los Alisos



Fotografía 10 Vista de la progresiva 0+360 del Jr. Los Alisos



Fotografía 11 Vista de la progresiva 0+400 del Jr. Los Alisos



Fotografía 12 Vista de la progresiva 0+425 del Jr. Los Alisos



Fotografía 13 Vista de la progresiva 0+000 del Jr. Los Vilcos



Fotografía 14 Vista de la progresiva 0+040 del Jr. Los Vilcos



Fotografía 15 Vista de la progresiva 0+080 del Jr. Los Vilcos



Fotografía 16 Vista de la progresiva 0+120 del Jr. Los Vilcos



Fotografía 17 Vista de la progresiva 0+160 del Jr. Los Vilcos



Fotografía 18 Vista de la progresiva 0+200 del Jr. Los Vilcos



Fotografía 19 Vista de la progresiva 0+240 del Jr. Los Vilcos



Fotografía 20 Vista de la progresiva 0+280 del Jr. Los Vilcos



Fotografía 21 Vista de la progresiva 0+320 del Jr. Los Vilcos



Fotografía 22 Vista de la progresiva 0+360 del Jr. Los Vilcos



Fotografía 23 Vista de la progresiva 0+400 del Jr. Los Vilcos



Fotografía24 Vista de la progresiva 0+440 del Jr. Los Vilcos

ANEXO 8

PLANO DE UBICACIÓN SATELITAL

