



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE
NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA
LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE
NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA
LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - LAMPA 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 296-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 14 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-5640 presentado por el (la) Bachiller: JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - LAMPA 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - LAMPA 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 22 de mayo del 2025
- * **HORA** : 09:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR Y. VIANONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1674-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 17144 por el señor (a): **JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1450 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 308- 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - LAMPA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 308- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - LAMPA 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - LAMPA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDAHUAYLAS "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

cc.
Archivo
interesado (n)



Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR DE
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1126-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 011685, presentado el señor (a) JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 1039-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 307-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - LAMPA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 307-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - LAMPA 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - LAMPA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. **ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


UNIDAD DE INVESTIGACIÓN "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. MATHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDAHUAYLAS "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Dr. Lirio María Soza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE LA NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73445783
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-4467-8846
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02442876
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Lampa. Distrito: Lampa Latitud: S 15° 21' 49" Longitud: O 70° 21' 56"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/pnVLgVrimZWIRDU7</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 – Mayo 2025
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECTOS
 DIRECTOR
 Dr. Fritz Willy Mamanchoza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE, identificado con DNI Nro. 73445783, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - LAMPA 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 26 de mayo del 2025



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A ti, papá Isidro y a ti, mamá Maximilia, por ser la raíz firme de mi existencia. Porque sin su sacrificio silencioso, sin sus noches en vela, sin sus jornadas interminables pensando en nuestro futuro, nada de esto habría sido posible.

Dedico este trabajo a su amor incansable, a sus manos trabajadoras, a sus palabras de aliento y también a sus silencios llenos de fe. Ustedes, que siempre estuvieron, aunque yo no lo dijera, aunque no supiera cómo agradecerles, son mi fuerza y mi mayor orgullo.

A mis hermanos, que han sido mis primeros amigos, mis cómplices en la vida y mi sostén cuando sentí que no podía más. Gracias por inspirarme a ser mejor, por celebrar conmigo las pequeñas victorias y por empujarme cuando todo parecía imposible.

Este logro es de ustedes tanto como mío. Con el corazón lleno de gratitud, les entrego este pedazo de mi vida.



RADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme permitido soñar, caer, aprender y volver a levantarme. Su presencia, incluso en el silencio, fue mi refugio en los momentos de duda.

Con el alma en las manos, agradezco a mis padres, Isidro Mayta y Maximilia, por enseñarme que la vida se construye con esfuerzo y esperanza. Por cada día que trabajaron sin descanso para darme lo que nunca pidieron para ustedes. Por enseñarme, sin palabras, que el amor verdadero se demuestra en actos y no en discursos. Ustedes son mi mayor motivación, mi brújula, mi hogar.

A mis hermanos, porque en cada caída estuvieron ahí para sostenerme, para escucharme y para recordarme quién soy. Porque con ustedes aprendí que la familia es ese lugar donde uno siempre puede volver, sin miedo, sin vergüenza, con el corazón en pedazos o con la alegría más grande. Gracias por caminar conmigo, por creer en mí, incluso cuando yo lo dudaba.

A mi asesor de tesis, Dr. Arnaldo Yana Torres, gracias por su paciencia, su guía y su compromiso sincero con mi formación. Sus enseñanzas han sido una luz en este camino de constante aprendizaje.

A la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", a mis docentes, compañeros y amigos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, gracias por ser parte de esta etapa fundamental de mi vida. Por cada lección, cada reto y cada palabra de aliento.

Y a todos aquellos que, con un gesto, una palabra o simplemente con su presencia me acompañaron en este viaje: gracias. Este triunfo no es solo mío. Es de todos quienes me rodearon con amor y me empujaron a seguir.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO..... ii

ÍNDICE GENERAL..... iii

ÍNDICE DE TABLAS..... vi

ÍNDICE DE FIGURAS..... viii

RESUMEN..... ix

ABSTRACT..... xi

INTRODUCCIÓN..... xiii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática 16

1.2. Planteamiento del problema 18

 1.2.1. Problema general..... 18

 1.2.2. Problemas específicos 18

1.3. Objetivos de la investigación 19

 1.3.1. Objetivo general..... 19

 1.3.2. Objetivos específicos 19

1.4. Justificación de la investigación..... 19

 1.4.1. Justificación técnica 19

 1.4.2. Justificación económica 19

 1.4.3. Justificación social 20

 1.4.4. Justificación ambiental 20

1.5. Hipótesis de la investigación 20

 1.5.1. Hipótesis general 20

 1.5.2. Hipótesis específicas 21

1.6. Variables e indicadores 21

 1.6.1. Variable independiente 21

 1.6.2. Variable dependiente 21



1.7. Operacionalización de variables.....	22
---	----

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	23
2.1.1. Antecedentes internacionales	23
2.1.2. Antecedentes nacionales	25
2.1.3. Antecedentes locales	29
2.2. Bases teóricas.....	32
2.2.1. Pavimento.....	32
2.2.2. Pavimento flexible	37
2.2.3. Índice de condición del pavimento (PCI)	48
2.2.4. Tipos de daños en vías	56
2.2.5. Calidad del transito	60
2.3. Marco conceptual	62

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación	66
3.2. Método de la investigación	66
3.3. Nivel y tipo de la investigación.....	67
3.1.1. Nivel de la investigación.....	67
3.1.2. Tipo de la investigación.....	67
3.4. Población y muestra	68
3.4.1. Población	68
3.4.2. Muestra.....	68
3.5. Técnicas e instrumentos.....	69
3.2.1. Técnicas	69
3.2.2. Instrumentos	70
3.6. Plan de recolección y procesamiento de datos.....	71
3.6.1. Desarrollo del plan de recolección de datos.....	71
3.6.2. Procesamiento y análisis de datos.....	75



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos	76
4.1.1. Fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el pavimento flexible	77
4.1.2. Grado de severidad de las fallas identificadas en el pavimento flexible	83
4.1.3. Clasificación del estado superficial según PCI en el pavimento flexible	89
4.1.4. Propuesta de alternativa de intervención según el nivel de condición superficial	
100	
4.2. Discusión de resultados	101
CONCLUSIONES.....	104
RECOMENDACIONES.....	106
BIBLIOGRAFÍA.....	107
ANEXOS	111



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	22
Tabla 2 Calidad del tránsito, según el manual PCI	62
Tabla 3 Progresiva de los tramos	69
Tabla 4 Calidad del tránsito, según el manual PCI	74
Tabla 5 Identificación de fallas - Km 7+050 - 7+087	77
Tabla 6 Identificación de fallas - Km 7+161 - 7+198	77
Tabla 7 Identificación de fallas - Km 7+272 - 7+309	78
Tabla 8 Identificación de fallas - Km 7+383 - 7+420	78
Tabla 9 Identificación de fallas - Km 7+494 - 7+531	79
Tabla 10 Identificación de fallas - Km 7+605 - 7+642	79
Tabla 11 Identificación de fallas - Km 7+716 - 7+753	80
Tabla 12 Identificación de fallas - Km 7+827 - 7+864	80
Tabla 13 Identificación de fallas - Km 7+938 - 7+975	81
Tabla 14 Identificación de fallas - Km 8+049 - 8+086	81
Tabla 15 Fallas de mayor incidencia en la vía Juliaca - Lampa	82
Tabla 16 Grado de severidad de las fallas - Km 7+050 – 7+087	83
Tabla 17 Grado de severidad de las fallas - Km 7+161 – 7+198	83
Tabla 18 Grado de severidad de las fallas - Km 7+272 – 7+309	84
Tabla 19 Grado de severidad de las fallas - Km 7+383 – 7+420	84
Tabla 20 Grado de severidad de las fallas - Km 7+494 – 7+531	85
Tabla 21 Grado de severidad de las fallas - Km 7+605 – 7+642	85
Tabla 22 Grado de severidad de las fallas - Km 7+716 – 7+753	86
Tabla 23 Grado de severidad de las fallas - Km 7+827 – 7+864	86
Tabla 24 Grado de severidad de las fallas - Km 7+938 – 7+975	87
Tabla 25 Grado de severidad de las fallas - Km 8+049 – 8+086	87



Tabla 26	Grado de severidad en las fallas.....	88
Tabla 27	Proceso de fallas UM-01, Km 7+050 – 7+087.....	89
Tabla 28	PCI y Clasificación UM-01, Km 7+050 – 7+087	89
Tabla 29	Proceso de fallas UM-01, Km 7+161 – 7+198.....	90
Tabla 30	PCI y Clasificación UM-01, Km 7+161 – 7+198	90
Tabla 31	Proceso de fallas UM-01, Km 7+272 – 7+309.....	91
Tabla 32	PCI y Clasificación UM-01, Km 7+272 – 7+309	91
Tabla 33	Proceso de fallas UM-01, Km 7+383 – 7+420.....	92
Tabla 34	PCI y Clasificación UM-01, Km 7+383 – 7+420	92
Tabla 35	Proceso de fallas UM-01, Km 7+494 – 7+531.....	93
Tabla 36	PCI y Clasificación UM-01, Km 7+494 – 7+531	93
Tabla 37	Proceso de fallas UM-01, Km 7+605 – 7+642.....	94
Tabla 38	PCI y Clasificación UM-01, Km 7+605 – 7+642	94
Tabla 39	Proceso de fallas UM-01, Km 7+716 – 7+753.....	95
Tabla 40	PCI y Clasificación UM-01, Km 7+716 – 7+753	95
Tabla 41	Proceso de fallas UM-01, Km 7+827 – 7+864.....	96
Tabla 42	PCI y Clasificación UM-01, Km 7+827 – 7+864	96
Tabla 43	Proceso de fallas UM-01, Km 7+938 – 7+975.....	97
Tabla 44	PCI y Clasificación UM-01, Km 7+938 – 7+975	97
Tabla 45	Proceso de fallas UM-01, Km 8+049 – 8+086.....	98
Tabla 46	PCI y Clasificación UM-01, Km 8+049 – 8+086	98
Tabla 47	Condición del pavimento, según PCI	99
Tabla 48	Resultado de los datos obtenidos por el método PCI.....	100



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pavimento flexible	34
Figura 2 Pavimento rígido	35
Figura 3 Pavimento semirrígido	35
Figura 4 Pavimento flexible	39
Figura 5 Rango del PCI.....	50
Figura 6 Ubicación de la vía Juliaca - Lampa	71
Figura 7 Frecuencia de los tipos de fallas	82
Figura 8 Frecuencia del grado de severidad en las fallas.....	88
Figura 9 PCI de la vía evaluada.	101



RESUMEN

La presente investigación denominada "Evaluación de la condición superficial mediante normativa internacional de inspección visual para la propuesta de intervención del pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024", tiene como finalidad evaluar el índice de condición del pavimento por medio del manual americano de inspección visual en el pavimento flexible. La metodología para este estudio tiene un diseño experimental, método cuantitativo, nivel explicativo y de tipo aplicada, la muestra está conformada por los tramos a inspeccionar en 1 Km, La muestra se seleccionó considerando los sectores con mayor flujo vehicular y signos visibles de deterioro, como fisuras, baches y deformaciones. Los resultados obtenidos con respecto a las fallas La falla de mayor incidencia en el pavimento de la vía Juliaca – Lampa; fueron el agrietamiento y parcheo, con una incidencia del 14%. Seguidamente, se observaron las grietas de borde y las grietas transversales con un 12% de incidencia. Por otra parte, la falla piel de cocodrilo con un 11%, mientras que las otras fallas presentaron porcentajes menores. Los resultados con respecto al grado de severidad de las fallas encontradas en la vía Juliaca – Lampa mostró que la mayor parte de las incidencias fueron de severidad media, representando un 47% del total. Por otro lado, las fallas de baja severidad correspondieron al 28% de las incidencias. Finalmente, se identificaron fallas de severidad alta en un 25% de los casos. Los resultados con respecto al estado superficial de la vía según el manual PCI, se clasifica como "Malo", dado que la mayoría de los tramos evaluados presentan signos de deterioro. No obstante, se identificaron secciones con mayores niveles de afectación. Estos resultados fueron obtenidos a partir del análisis de los datos recolectados sobre las distintas fallas detectadas en los tramos, con el objetivo de evaluar su impacto en la condición general del pavimento. Asimismo, se muestran los resultados de las alternativas de intervención del pavimento para los tramos clasificados como "Regular" se recomienda llevar a cabo trabajos de rehabilitación en las secciones necesarias, mientras que para aquellos en condiciones "Malo" y "Muy Malo" se sugiere la implementación de una rehabilitación integral, e incluso,



en los casos más críticos, la reconstrucción total de la vía. Finalmente se **concluye** que, la vía Juliaca - Lampa permitió comprender a profundidad las condiciones reales de la infraestructura vial y la importancia de una adecuada gestión del mantenimiento. La aplicación del método PCI resultó ser una herramienta eficaz para diagnosticar el estado del pavimento y proponer intervenciones apropiadas. También, se evidenció que el deterioro de la vía no solo afecta la calidad del tránsito, sino que también refleja la necesidad de una planificación más eficiente en la conservación de las carreteras.

Palabras Clave: Inspección visual, PCI, Pavimento flexible, Vía.



ABSTRACT

The present investigation called "Evaluation of the superficial condition by international visual inspection regulations for the proposal for the intervention of the flexible pavement of the Juliaca road - Lampa 2024", aims to evaluate the pavement condition index by means of the American manual of visual inspection on the flexible pavement. The methodology for this study has an experimental design, quantitative method, explanatory and applied level, the sample is made up of the sections to be inspected in 1 km, the sample was selected considering the sectors with the highest vehicular flow and visible signs of deterioration, such as fissures, potholes and deformations. The results obtained with respect to the failures the failure of greater incidence in the pavement of the Juliaca - Lampa road; They were cracking and patching, with an incidence of 14%. Next, edge cracks and transverse cracks were observed with 12% incidence. On the other hand, the crocodile skin fault with 11%, while the other failures presented minor percentages. The results regarding the degree of severity of the failures found in the Juliaca - Lampa road showed that most of the incidents were of medium severity, representing 47% of the total. On the other hand, the low severity failures corresponded to 28% of the incidents. Finally, high severity failures were identified in 25% of cases. The results regarding the superficial state of the road according to the PCI manual, is classified as "bad", since most of the sections evaluated have signs of deterioration. However, sections with higher levels of affectation were identified. These results were obtained from the analysis of the data collected on the different failures detected in the sections, with the objective of evaluating its impact on the general condition of the pavement. Likewise, the results of the pavement intervention alternatives for the sections classified as "regular" are recommended to carry out rehabilitation work in the necessary sections, while for those in "bad" and "very bad" conditions the implementation of a comprehensive rehabilitation, and even, in the most critical cases, the total reconstruction of the road is suggested. Finally, it is concluded that, the Juliaca - Lampa road allowed to understand in depth the real conditions of road



infrastructure and the importance of adequate maintenance management. The application of the PCI method turned out to be an effective tool to diagnose the status of the pavement and propose appropriate interventions. Also, it was evidenced that the deterioration of the road not only affects the quality of traffic, but also reflects the need for more efficient planning in the conservation of roads.

Keywords: visual inspection, pci, flexible pavement, via.



INTRODUCCIÓN

El adecuado mantenimiento y la evaluación de la infraestructura vial son aspectos críticos para garantizar la seguridad y funcionalidad de los sistemas de transporte. En particular, los pavimentos flexibles, compuestos principalmente por capas de materiales granulares y asfalto, son susceptibles a diferentes tipos de deterioros que comprometen su rendimiento y su vida útil. La detección temprana de estos daños es esencial para planificar intervenciones oportunas que minimicen los costos de mantenimiento y prolonguen la durabilidad de las vías.

En este contexto, la inspección visual de pavimentos ha sido reconocida como una herramienta clave para la evaluación de la condición superficial de las vías. Las normativas internacionales de inspección visual, tales como la norma ASTM D6433-11 y los índices de condición de pavimentos (PCI), ofrecen un enfoque estandarizado para la identificación y clasificación de defectos, permitiendo establecer estrategias de intervención basadas en datos técnicos precisos.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la condición superficial de un tramo de pavimento flexible utilizando la normativa internacional de inspección visual, con el fin de proponer una estrategia de intervención adecuada. La investigación se centra en la identificación de los tipos de deterioro presentes, la cuantificación del grado de severidad y la determinación del Índice de Condición de Pavimento (PCI). A partir de esta evaluación, se desarrollarán recomendaciones para la rehabilitación o el mantenimiento de la vía, optimizando los recursos disponibles y mejorando la durabilidad del pavimento.

Este estudio es de vital importancia debido a que una gestión eficiente del pavimento no solo asegura una mayor vida útil de las vías, sino que también contribuye a la reducción de los costos asociados a reparaciones mayores, mejora la seguridad vial y



garantiza la continuidad del transporte, fundamental para el desarrollo económico y social de las regiones.

En el capítulo I, se presenta una descripción detallada de los problemas planteados para el desarrollo del estudio, seguidos por la formulación de los objetivos específicos y generales, así como las justificaciones que respaldan la importancia y relevancia del tema de investigación.

En el capítulo II, se lleva a cabo una presentación exhaustiva de los antecedentes relevantes de la investigación, que proporcionan el contexto y el fundamento para el estudio actual. A continuación, se desarrolla el marco teórico, con el objetivo de analizar las teorías y principios fundamentales que sustentan la investigación, así como las bases conceptuales que guiarán el análisis y la interpretación de los resultados.

En el capítulo III, se detalla la metodología empleada en esta investigación, describiendo los métodos, técnicas e instrumentos utilizados para la recolección y análisis de los datos. Este capítulo explica el enfoque adoptado para abordar los objetivos del estudio, incluyendo las estrategias de muestreo, las técnicas de investigación empleadas, así como los instrumentos específicos utilizados para evaluar y medir las variables involucradas en el estudio.

En el capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados durante la investigación. Estos resultados se ilustran mediante tablas y gráficos de comparación, que permiten una visualización clara de los datos. A continuación, se lleva a cabo una discusión de los resultados, en la cual se comparan los hallazgos obtenidos con los estudios y teorías de autores previos, mencionados en los antecedentes de la investigación.



Finalmente, el estudio expone sus conclusiones y recomendaciones, las cuales están fundamentadas en los hallazgos alcanzados a lo largo de este estudio. Además, se presentan las referencias bibliográficas utilizadas para una comprensión más profunda del tema tratado, junto con los anexos que muestran evidencias fotográficas, formatos de inspección visual y los certificados emitidos por el laboratorio, que respaldan la veracidad y fiabilidad de los resultados obtenidos.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática

A nivel internacional, el mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura vial es un desafío constante a nivel mundial, ya que los pavimentos flexibles, ampliamente utilizados en vías urbanas y rurales, están expuestos a un desgaste continuo debido a factores climáticos, el tráfico vehicular y la falta de intervenciones oportunas. Países con normativas avanzadas, como Estados Unidos y Canadá, aplican estándares internacionales de inspección visual, como el método del PCI, para diagnosticar el estado de las vías y planificar intervenciones. No obstante, en muchas regiones del mundo, las vías sufren deterioro prematuro debido a la falta de mantenimiento predictivo y la escasez de recursos para realizar intervenciones oportunas, lo que genera un incremento en los costos de reparación y afecta la seguridad vial.

En América del Norte y Europa, la inspección visual según normativas internacionales está ampliamente utilizada para prevenir deterioros mayores y realizar un mantenimiento preventivo eficaz. Sin embargo, en muchas regiones en desarrollo, especialmente en América Latina, la adopción de estas metodologías no siempre es la norma, lo que ha llevado al deterioro significativo de las redes viales, afectando tanto el transporte como la economía local.



En el ámbito nacional en Perú, la infraestructura vial enfrenta grandes retos debido al crecimiento acelerado del parque vehicular, el tráfico pesado y las condiciones climáticas adversas que varían de una región a otra. El deterioro de los pavimentos flexibles, especialmente en vías rurales, es una problemática común que impacta negativamente la conectividad entre ciudades y comunidades. A nivel nacional, la falta de un mantenimiento adecuado y planificado, así como la ausencia de una evaluación constante de la condición superficial de las vías, ha generado que muchas carreteras se encuentren en mal estado, lo que incrementa los costos de transporte y afecta la seguridad de los usuarios.

Aunque existen esfuerzos por aplicar normativas internacionales como la ASTM D6433-11 para la evaluación del estado de los pavimentos, su implementación es inconsistente, especialmente en zonas rurales o de menor desarrollo económico. En ciudades como Lima, Arequipa y Trujillo, las autoridades locales han empezado a incorporar metodologías de inspección visual basadas en estándares internacionales, pero en muchas otras regiones, estas evaluaciones aún no se realizan de manera sistemática, lo que agrava los problemas viales a lo largo del tiempo.

A nivel local, en el caso particular de la vía Juliaca - Lampa, la situación del pavimento flexible es crítica debido al tráfico constante de vehículos pesados que circulan por esta ruta y las duras condiciones climáticas de la zona altiplánica, caracterizada por temperaturas extremas y variaciones térmicas bruscas. La falta de un mantenimiento preventivo regular y la ausencia de una evaluación técnica periódica de la condición superficial del pavimento han llevado a la aparición de fisuras, baches y deformaciones significativas que afectan la seguridad vial como la calidad del servicio de transporte.

Si bien esta vía es una conexión crucial para el transporte interprovincial y comercial entre Juliaca y Lampa, hasta la fecha no se ha realizado una evaluación sistemática basada en normativas internacionales de inspección visual, lo que ha limitado la capacidad de las autoridades locales para intervenir de manera efectiva y oportuna. Además, la ausencia de datos actualizados sobre el estado del pavimento impide planificar un

programa de mantenimiento adecuado, lo que podría aumentar significativamente los costos futuros de rehabilitación y poner en riesgo la conectividad de la región.

Es por ello que nace el propósito de este estudio para poder evaluar la condición superficial del pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa utilizando la normativa internacional de inspección visual. A partir de esta evaluación, se pretende identificar las áreas de deterioro, clasificar la severidad de los daños y proponer una intervención adecuada que asegure la prolongación de la vida útil del pavimento y la seguridad vial, optimizando los recursos disponibles y contribuyendo al desarrollo regional.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la condición superficial mediante normativa internacional de inspección visual para la propuesta de intervención del pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024?
2. ¿Cuál es el grado de severidad de las fallas identificadas en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024?
3. ¿Cuál es la clasificación general del estado superficial según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024?
4. ¿Cuál es la alternativa de intervención según el nivel de condición superficial en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024?



1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el índice de condición del pavimento por medio del manual americano de inspección visual en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar las fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024.
2. Determinar el grado de severidad de las fallas identificadas en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024.
3. Determinar la clasificación general del estado superficial según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024.
4. Proponer la alternativa de intervención según el nivel de condición superficial en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación técnica

La inspección visual de pavimentos flexibles, fundamentada en normativas internacionales como la ASTM D6433-11, constituye un pilar esencial para la correcta evaluación de la condición de las superficies viales. El uso de esta herramienta metodológica no solo garantiza la estandarización y reducción de la subjetividad en los resultados, sino que también optimiza los recursos, asegurando que las intervenciones propuestas respondan adecuadamente a las necesidades específicas del pavimento.

1.4.2. Justificación económica

La gestión eficiente de los pavimentos no solo contribuye a la reducción de los costos de mantenimiento, sino que también previene daños mayores que podrían requerir

inversiones significativas a largo plazo. La evaluación correcta de la condición del pavimento, combinada con la implementación oportuna de intervenciones basadas en un diagnóstico técnico preciso, ayuda a evitar el deterioro avanzado que demandaría reparaciones costosas, como la reconstrucción total de la vía.

1.4.3. Justificación social

El estado de las carreteras influye directamente en la calidad de vida de las personas, ya que una infraestructura vial deficiente puede afectar la seguridad de los usuarios, incrementar los tiempos de desplazamiento y generar incomodidades en la movilidad. La evaluación adecuada del pavimento y las intervenciones propuestas contribuirán a garantizar la seguridad y comodidad de los conductores y peatones, reduciendo el riesgo de accidentes asociados con el deterioro del pavimento.

1.4.4. Justificación ambiental

El adecuado mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles también tienen implicaciones ambientales importantes. Las intervenciones oportunas y bien planificadas reducen la necesidad de reemplazos completos del pavimento, lo que disminuye el uso excesivo de materiales vírgenes y la energía asociada a su producción y transporte. Asimismo, se minimiza la generación de residuos de construcción y demolición.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

El índice de condición del pavimento por medio del manual americano de inspección visual en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024, será regular.

1.5.2. Hipótesis específicas

1. Las fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024, serán fallas de agrietamiento y parcheo, grietas de borde, grietas longitudinales y transversales, huecos, y Parcheo.
2. El grado de severidad de las fallas identificadas en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024, serán moderadas a severas.
3. La clasificación general del estado superficial según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024, será de clasificación mala.
4. La alternativa de intervención según el nivel de condición superficial en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024, será una rehabilitación.

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Variable independiente

Condición superficial del pavimento flexible.

Indicadores:

- Tipos de deterioro
- Grado de severidad del deterioro
- Extensión del deterioro
- Frecuencia de los deterioros

1.6.2. Variable dependiente

Propuesta de intervención del pavimento flexible.

Indicadores:

- Tipo de intervención requerida
- Grado de intervención
- Recursos necesarios
- Prioridad de intervención

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Condición superficial del pavimento flexible	El estado superficial del pavimento flexible se refiere al estado visible de su capa superior, que interactúa directamente con el tráfico de automóviles. Este estado abarca factores como el deterioro, las fisuras, las depresiones, las distorsiones y otros defectos que afectan al funcionamiento, la seguridad y la comodidad del usuario. Su evaluación es crucial para determinar la necesidad de mantenimiento o rehabilitación, ya que influye en la durabilidad del pavimento y en el desempeño general de la estructura vial.	Condición superficial	Tipos de deterioro	Ficha de inspección visual
			Grado de severidad del deterioro	
			Extensión del deterioro	PCI
			Frecuencia de los deterioros	
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Propuesta de intervención del pavimento flexible	Una propuesta de intervención en un pavimento flexible es un documento técnico en el que se describen las medidas necesarias para rehabilitar o mejorar la integridad funcional y estructural del pavimento. Esta intervención puede abarcar procedimientos de mantenimiento preventivo, correctivo o rehabilitador, incluido el sellado de grietas, el parchado, la repavimentación o la reconstrucción parcial o completa de la capa de rodadura, en función del grado de degradación. El objetivo es prolongar la vida útil del pavimento, mejorar la seguridad vial y garantizar una circulación fluida y segura.	Propuesta de intervención	Tipo de intervención requerida	Técnica de análisis documental
			Grado de intervención	
			Recursos necesarios	
			Prioridad de intervención	

Nota. Elaboración del tesista.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Zambrano (2023) en su proyecto "Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método PCI en la Avenida Quito Norte Comunidad de San Alejo en la Ciudad de Bahía de Caráquez - Manabí", el pavimento flexible es una estructura polimérica compuesta por muchas capas de materiales normalizados, diseñada para disipar las tensiones impuestas por los automóviles, soportar el peso y las condiciones ambientales y ofrecer a los usuarios un modo de movilidad seguro y agradable. Conducir implica numerosos factores que hacen que nuestro viaje sea distintivo, uno de los cuales es el estado de la carretera. Es crucial extender su vida útil, ya que las carreteras están diseñadas para una duración específica. Sin embargo, a lo largo de su vida operativa, el mantenimiento regular es esencial para evitar deterioros y daños adicionales. El presente proyecto de estudio tiene como objetivo evaluar el estado del pavimento en la Avenida Quito - Norte dentro del barrio San Alejo en Bahía de Caráquez. Se realiza una evaluación superficial del asfalto utilizando la técnica de condición del pavimento. El índice implica evaluar la calidad del pavimento mediante inspecciones visuales, categorizando la clase, severidad y cantidad de defectos identificados, de acuerdo con la norma ASTM D 6433-



07, que describe los parámetros de evaluación necesarios. Se continúa con el análisis de la cantidad de muestras e intervalos de muestreo para la intervención, y se propone una opción de mantenimiento en base a los datos derivados de la aplicación del procedimiento (PCI).

Además, Maldonado y Badillo (2019) en su proyecto "Evaluación superficial del pavimento flexible mediante metodologías VIZIR y PCI, de la vía correspondiente desde el PR 00+3000 - puente de la quebrada de agua blanca que comunica al corregimiento de la Don Juana, Municipio de Bochalema", Este proyecto realizó una evaluación somera del pavimento flexible utilizando metodologías VIZIR y PCI para la vía del pr 00 al pr 3000, específicamente el puente del arroyo Agua Blanca que une el corregimiento Don Juana en el municipio de Bochalema, y con base en los resultados se propone una plano de intervención. Se realizó un estudio de investigación descriptivo utilizando metodología mixta: PCI y VIZIR. La información se recopiló a través de firmas, documentación fotográfica, análisis de suelos y una encuesta dirigida a la población de Don Juana, entre otros métodos. Además, se utilizará el expediente mixto, el expediente sumario y el expediente personal. Se muestreó una distancia de 3 kilómetros desde el puente Quebrada de Agua Blanca, que une el Corregimiento Don Juana. La naturaleza del daño y su correspondiente nivel de gravedad se delinearón utilizando dos metodologías, VIZIR y PCI, en los lugares cruciales de la vía bajo examen, situados en las abscisas K00+250, K250+500, K500+750, K750+1000, K1000+1250, y extendiéndose a K3000. Las propiedades del suelo se clasificaron física y mecánicamente mediante experimentos de laboratorio. Se evaluó mediante una encuesta la percepción de los vecinos del distrito de Don Juana sobre el estado de la vía. Se elaboró una propuesta económica para mejorar la infraestructura vial en la región rural del Corregimiento Don Juana, de acuerdo con la alternativa sugerida.

Asimismo, Almeida (2021) en su proyecto "Evaluación superficial del pavimento flexible por el método PCI en la avenida 3 de julio del Cantón el Carmen", esta tesis evalúa la condición del pavimento flexible en la Avenida 3 de Julio utilizando el método del PCI, un enfoque ampliamente reconocido e instructivo para evaluar las superficies de las carreteras, enfocándose específicamente en las capas de rodadura flexibles. Esta investigación emplea el modelo de evaluación de superficies de pavimentos flexibles PCI, el cual evalúa la condición del pavimento a través de cálculos alineados con los estándares actuales. El método PCI arroja resultados que reflejan con precisión el estado existente de la capa de rodadura del firme flexible en este caso. El modelo PCI establecido para su aplicación en el presente proyecto identificó múltiples fallos en el pavimento. Éstas fueron meticulosamente analizadas in situ por el investigador, que recopiló datos técnicos y posteriormente realizó cálculos de acuerdo con las normas aplicables del modelo empleado en el proyecto, dando como resultado una evaluación favorable del estado actual de la avenida.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según, Saavedra y Sempertegui (2023) en su proyecto "Evaluación superficial del pavimento flexible por el método del Índice de Condición del Pavimento en la prolongación Bolognesi", Uno de los desafíos que enfrenta el Perú, particularmente la zona de Chiclayo, es el deteriorado de los pavimentos, ya que en la mayoría de las vías se observan defectos visibles. Esta tesis tuvo como propósito evaluar la superficie del pavimento flexible utilizando el método PCI en la extensión Bolognesi, justificado por su capacidad de identificar tipos de fallas prevalentes en la vía, sirviendo de base para que las autoridades implementen medidas preventivas o mitigantes. Además, se ejecutó la traducción y modificación de una norma extranjera, concretamente la ASTM D 6433-20, al contexto nacional; así, se identificaron algunas fallas en la implementación de este enfoque en las tesis nacionales. La investigación empleó una técnica básica, cuantitativa, con un diseño observacional y transversal. Los hallazgos revelaron que los tramos 1, 2, 3 y 4 de la

carretera tuvieron 9 tipos de fallas, principalmente de severidad moderada, lo que llevó a la conclusión de que la calidad del pavimento flexible en todos los tramos era adecuada. Finalmente se alertó al GR de Lambayeque realizar operaciones de conservación según las directivas de los profesionales del MTC, asegurando que la ruta se mantenga en condiciones satisfactorias para el tránsito vehicular y peatonal.

Además, Fernández y Jiménez (2021) en su proyecto "Evaluación superficial del pavimento flexible mediante los métodos VIZIR, PCI, IRI en la carretera Bagua Grande - Cajaruro, Amazonas - 2021", La presente investigación, que buscó hacer una evaluación superficial del pavimento mediante las técnicas VIZIR, PCI e IRI en la carretera Bagua Grande, entre las coordenadas progresivas 0+000 y 3+000, se realizó el presente estudio. El problema que se está atendiendo es que este pavimento presenta fallas a lo largo de toda la vía, a pesar de que fue terminado hace algunos años. La investigación que se está realizando ahora es cuantitativa y tiene un diseño que no es experimental. Para determinar el estado superficial del pavimento se han aplicado las metodologías que se han establecido mediante los métodos que se han indicado. De acuerdo a los resultados se determinó que la vía tiene una longitud de tres kilómetros, que es una vía de tercera categoría según la demanda que se obtuvo, que tiene un estado de firme regular según los métodos PCI e IRI, con promedio Valores de PCI de 48,95 y valores que oscilan entre tres y cuatro metros por kilómetro para el segundo método, y que se encontró en buenas condiciones mediante VIZIR. Como conclusión general, la vía se encuentra en estado normal, con mayor prevalencia de baches y hoyos, y se recomienda realizar mantenimiento correctivo para garantizar que la vía sea transitable.

Asimismo, Campos y Barreda (2024) en su proyecto "Análisis superficial del pavimento flexible con fines de definir una propuesta de intervención en la Urb. Teresa de Calcuta en el distrito de la Victoria, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque - 2023", Con el fin de definir un plan de intervención, la investigación realizó un análisis superficial



del pavimento flexible en la Urb. Teresa de Calcuta, en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, durante el año 2023. En cuanto a la técnica, la investigación se distingue porque es aplicada, que toma un enfoque cuantitativo. enfoque, que tenga un alcance descriptivo y que no utilice un diseño experimental. Todas las calles de la Urb. Se incluyó en la muestra el barrio Teresa de Calcuta. Los hallazgos revelaron que, según el PCI, el estado del pavimento es 39, por lo que se considera en mal estado. Esto significa que el pavimento en cuestión presenta una variedad de defectos estructurales, incluyendo fallas, baches y otros problemas. La degradación temprana del pavimento estuvo relacionada con la ausencia de drenaje pluvial, que, durante la temporada de lluvias, cada vez más frecuente en la región, provocó daños a la estructura del pavimento. A esta conclusión se llegó después de que se llevara a cabo una investigación de los diversos motivos. En consecuencia, se sugiere realizar una intervención de rehabilitación, así como la instalación de infraestructura de drenaje pluvial.

Finalmente, Rodríguez y Valera (2021) en su tesis "Evaluación del estado superficial del pavimento flexible, mediante el método del Índice de Condición de Pavimento, del Jr. Jorge Chávez, distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín", El principal propósito es realizar una evaluación de la superficie del pavimento para determinar el deterioro o estado del pavimento flexible en el Jr. Jorge Chávez desde la cuadra 01 hasta la cuadra 14 utilizando el PCI, para facilitar la intervención oportuna y seleccionar el mantenimiento, la rehabilitación o la técnica de reconstrucción más adecuada basada en la condición del pavimento. Para delinear con precisión las opciones de intervención, se realizó una evaluación del pavimento utilizando la técnica del índice de condición de pavimento (PCI) de acuerdo con el estándar ASTM D6433-07, que adhiere a la secuencia de operaciones posteriores: inicialmente, la recopilación de datos en el dominio se realiza, documenta las cantidades, clasificaciones y severidades de cada defectos existentes. En segundo lugar, el valor PCI se calcula para los 14 bloques de muestra y posteriormente para el área completa bajo examen. El trabajo de campo implicó



atravesar la ruta para descubrir defectos, evaluando su gravedad y alcance, que se documentó en el formato de recopilación de datos. Al finalizar la inspección de la carretera, el trabajo del gabinete comenzó a determinar el índice PCI de cada parte del pavimento. Se estableció que no se ha evaluado toda la avenida; En consecuencia, a través de la aplicación de la metodología PCI, la identificación de los parámetros de evaluación, la determinación del índice de condición y la obtención de la condición del pavimento, se puede realizar una evaluación superficial del pavimento para determinar el estado de conservación de las carreteras arteriales bajo examen. En consecuencia, se ha determinado que Jirón Jorge Chávez, situado en el distrito de Tarapoto, satisface los criterios de intervención en su condición actual, justificando el mantenimiento de rutina o, si es necesario, la rehabilitación en áreas específicas; Esto es esencial para mantener la vía urbana en condiciones óptimas a lo largo de su vida útil al tiempo que garantiza un servicio adecuado. Se proporciona la matriz de consolidación, incluidas las opciones de intervención ofrecidas para cada falla detectada en la revisión. Se proporcionan los resultados derivados del análisis y su interpretación.

Atahui y Morales (2020) en su tesis "Evaluación de la condición del pavimento flexible aplicando las metodologías VIZIR y PCI para proponer alternativas de mantenimientos - Av. Malecón Checa", La avenida en mención se encuentra actualmente en mal estado, con un alto índice de degradación y con un amplio espectro de fallas. Esto se debe a que tiene varios años de uso y que tiene un exceso de carga sobre lo permitido. Los usuarios que utilizan esta ruta a diario para transportarse se ven afectados por este hecho, lo que provoca que los automóviles presenten problemas mecánicos y provoquen dolor en el usuario. El siguiente examen se realizará con la intención de determinar el estado actual del pavimento flexible de la Avenida Malecón Checo para poder brindar una recomendación respecto al tipo de tratamiento que se requiere. A los efectos de esta revisión, se llevó a cabo una investigación superficial empleando enfoques de inspección visual, a saber, VIZIR y PCI. La longitud de la avenida es de 1.300 metros y está dividida

en dos carriles de 6,3 metros de ancho cada uno. Para esta investigación se examinarán treinta y siete unidades de muestra a intervalos de 35,4 metros para la metodología PCI, y se revisarán trece unidades de muestra a intervalos de 100 metros para el enfoque VIZIR. El pavimento se encontró en estado de BUEN estado con un 57% según la metodología VIZIR, y según la metodología PCI el pavimento se encuentra en estado de BUEN estado con un 54%. La aplicación de los métodos permitió la identificación del estado del pavimento. De manera similar, luego de detectar todas las fallas superficiales, se encontró que las fallas más comunes se ubican a lo largo de las grietas y huecos longitudinales. Además, se descubrió que el enfoque PCI tiene un mayor grado de confianza que otras metodologías ya que examina una mayor cantidad de fallas de degradación de la superficie. En conclusión, a lo largo de las actividades terapéuticas y de las comparaciones de los enfoques, se determinó que el camino debe mantenerse.

2.1.3. Antecedentes locales

Según, Hermoza (2024) en su proyecto "Evaluación superficial, funcional y estructural del pavimento flexible, mediante PCI, IRI y Deflectometría, en la vía Platería - Acora", La infraestructura vial es crucial para el crecimiento urbano y es fundamental para el progreso económico y social. Muchas carreteras están en mal estado debido a un mantenimiento insuficiente. La ruta Platería – Acora ha presentado una degradación considerable a nivel local. El objetivo de este examen fue evaluar la calidad superficial, funcional y estructural del pavimento flexible de la ruta especificada. Se realizó una evaluación superficial del pavimento utilizando la metodología del PCI, una evaluación funcional basada en los parámetros del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) con el rugosímetro Merlin y una evaluación estructural mediante la prueba de deflectometría empleando el método de vigas. Benkelman. Se presentó una técnica de investigación cuantitativa, utilizando un diseño de investigación no experimental. Según la metodología PCI, la condición del pavimento se clasifica como "SEVERA", con una puntuación de 10,44. Además, el IRI característico midió 8,36 m/km en la vía derecha y 9,19 m/km en la vía



izquierda, superando ambos el IRI aceptable de 4 m/km para una "autopista de primera clase". Además, la deflexión característica registrada fue de $78,81 \times 10^{-2}$ mm en el carril derecho y de $92,16 \times 10^{-2}$ mm en el carril izquierdo, superando el límite de deflexión permitido de 55×10^{-2} mm. Las operaciones de mantenimiento vial propuestas incluyen: mantenimiento normal que implica la limpieza de carreteras y arcenes, y nivelación de arcenes con material granular; y mantenimiento periódico que abarca repavimentación, fresado y reciclaje de asfalto. Repavimentación, fresado y reciclaje de asfalto en relación con el mantenimiento de rutina.

Además, Apaza (2022) en su tesis "Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible aplicando el método Índice de Condición de Pavimento de la vía Chasqui - Pilcuyo, Puno - 2019", Este estudio tiene el propósito de evaluar el estado del pavimento utilizando el método del PCI para la ruta Chasqui – Pilcuyo. Los objetivos precisos son evaluar la gravedad de cada tipo de falla de la carretera antes mencionada, categorizar los tipos de daños observados y evaluar la calidad del pavimento de la carretera. El enfoque. La investigación comenzó con un análisis de los distintos tipos de fallos existentes. El enfoque empleado es la inspección visual, que es un componente crítico del estudio. Las numerosas categorías de fallas del pavimento se delinean según su gravedad. Los defectos superficiales identificados y su cuantificación proporcionan una evaluación integral del pavimento durante el examen visual. El enfoque PCI. Este enfoque de evaluación se encuentra entre los más reconocidos a nivel mundial, particularmente en contextos que carecen de tecnología para evaluar los parámetros de estatus. El resultado de esta investigación es el "Grado de condición del pavimento". Al evaluar la magnitud de los daños, el 35,09% del pavimento se clasifica como Bueno, el 30,78% como Regular, el 17,63% como Malo y el 16,50% como Muy Malo. Según la Tabla 26, las fallas más importantes incluyen la falla 01 (piel de cocodrilo), falla 03 (bloque agrietado), falla 05 (corrugación), falla 11 (parches), falla 13 (huecos), falla 17, falla 18 y falla 19. Entre ellas, la falla 01 es la más crítica en las cuatro secciones, lo que indica que la carretera requiere



repavimentación de la capa de asfalto o reconstrucción completa. La evaluación utilizando el enfoque del Índice de condición del pavimento (PCI) arrojó una puntuación PCI de 37,30, categorizando la condición actual del pavimento como MALA según la escala de evaluación PCI.

Asimismo, Choque (2019) en su tesis "Estudio comparativo del método PCI y el manual de conservación vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible, tramo Emp. PE-3S -Atuncolla", Con el fin de determinar el mejor enfoque para evaluar las carreteras de pavimento flexible, se comparará la metodología del PCI y la del Manual de Carreteras - Conservación o Mantenimiento de Carreteras 2014 en lo que respecta a la estructura del pavimento flexible del tramo de carretera designado. A pesar de la existencia del Manual de Carreteras - Conservación o Mantenimiento de Carreteras del MTC, el cual es poco utilizado o muy desconocido para la evaluación superficial de pavimentos firmes, flexibles y rígidos, la metodología del PCI es la más utilizada para evaluar la infraestructura vial a nivel nacional, razón por la cual este estudio se centra en la ruta del desvío de Atuncolla. Se realizó una inspección preliminar, seguida de un estudio de los tipos de fallas para cada enfoque, documentando los hallazgos en los formatos apropiados de cada metodología para proporcionar un análisis integral del camino bajo examen en la Sección EMP. PE-3S - ATUNCOLLA se encuentra en óptimas condiciones para aplicar ambos métodos de investigación. La información se proporciona de acuerdo a los parámetros y criterios de las metodologías utilizadas: PCI (Americana) y Manual de Carreteras - Conservación o Mantenimiento de Carreteras 2014 (Perú). El estado de la capa de asfalto en el segmento de carretera examinado se evaluó comparando ambos enfoques, y los resultados mostraron que la técnica PCI es más fiable que el manual MTC.



2.2. Bases teóricas

2.2.1. Pavimento

Son componentes esenciales de la infraestructura viaria diseñados para ofrecer una superficie resistente. Se componen de varias capas superpuestas diseñadas para soportar las cargas del tráfico, distribuir las de manera uniforme sobre el terreno subyacente, y resistir las condiciones climáticas adversas, como la lluvia, el calor o el frío extremos. Los pavimentos están diseñados no solo para resistir el desgaste provocado por el tráfico constante, sino también ayudan a reducir los costes de mantenimiento a lo largo del tiempo. (Giordani & Leone, 2021).

Los pavimentos rígidos y flexibles son los dos tipos principales de pavimentos. El pavimento, compuesto típicamente de capas de materiales granulares y una capa superficial de asfalto, es capaz de deformarse ligeramente bajo carga, lo que le permite distribuir las tensiones a las capas inferiores de manera eficiente. Este pavimento es conocido por su capacidad de adaptación a pequeñas deformaciones en la subrasante sin fracturarse, aunque su vida útil depende del mantenimiento frecuente para corregir el desgaste y las fisuras que se presentan con el tiempo.

Por otro lado, el pavimento rígido está compuesto principalmente por concreto de cemento portland, que proporciona una estructura más resistente y duradera en comparación con el pavimento flexible. Debido a la rigidez de este material, las cargas se distribuyen en un área más amplia, lo que reduce las tensiones transmitidas a las capas subyacentes. Sin embargo, los pavimentos rígidos son menos tolerantes a los asentamientos del terreno, por lo que requieren un diseño y construcción más cuidadosos. A la hora de diseñar carreteras, aeropuertos y otras infraestructuras, ambos tipos de pavimento son esenciales, y la decisión entre uno u otro depende de una serie de variables, como el coste del proyecto, las condiciones del suelo, el volumen de tráfico y el clima.

La selección adecuada del tipo de pavimento, así como el diseño estructural de sus capas, son factores esenciales para garantizar una larga vida útil y un rendimiento óptimo. Las intervenciones de mantenimiento y rehabilitación deben estar basadas en estudios detallados de la condición del pavimento para evitar fallas prematuras y optimizar los recursos económicos en el tiempo. (Giordani & Leone, 2021).

2.2.1.1. Clasificación de pavimentos

Se basa principalmente en su capacidad estructural y los materiales utilizados en su construcción. Los pavimentos se dividen en tres grandes categorías: pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos semirrígidos (Giordani & Leone, 2021). A continuación, se describen cada uno de ellos:

1. Pavimentos flexibles

Están compuestos por capas superpuestas de materiales granulares y una capa superficial de mezclas asfálticas. El principal atributo de este tipo de pavimento es su capacidad para deformarse cuando está sometido a cargas de tráfico, distribuyendo las tensiones de manera progresiva hacia las capas inferiores. Estas capas están diseñadas para trabajar en conjunto, y el pavimento en sí depende en gran medida de la capacidad de soporte de la subrasante. Los pavimentos flexibles incluyen:

- Carpeta asfáltica: capa superior formada por mezclas de asfalto y agregados.
- Base granular: material granular que proporciona soporte estructural.
- Subbase granular: capa que proporciona soporte adicional y mejora el drenaje.
- Subrasante: suelo natural compactado sobre el que se colocan las capas.

Este tipo de pavimento requiere un mantenimiento más frecuente, como el sellado de grietas y bacheo, pero es más fácil y económico de reparar.

Figura 1*Pavimento flexible*

Nota. Tomado de IPC proyectos.

2. Pavimentos rígidos

Están conformado principalmente por concreto de cemento portland, lo que les otorga una alta capacidad para soportar cargas pesadas con mínimas deformaciones. La rigidez del concreto permite que las tensiones del tráfico se distribuyan en un área amplia, lo que reduce la presión sobre la subrasante. Los pavimentos rígidos dependen menos de las capas subyacentes para soportar las cargas que los pavimentos flexibles. (Giordani & Leone, 2021). Se componen generalmente de las siguientes capas:

- Placa de concreto: la capa estructural principal, que puede ser reforzada o no.
- Base o subbase granular: capas de material granular o tratadas con cemento que proporcionan soporte adicional y facilitan el drenaje.
- Subrasante: el suelo natural que sirve de apoyo para las capas superiores.

Este tipo de pavimento es más costoso de construir, pero su durabilidad es superior, y requiere menos mantenimiento en el tiempo.

Figura 2

Pavimento rígido



Nota. tomado de IPC proyectos.

3. Pavimentos semirrígidos

Los pavimentos semirrígidos son una combinación del pavimento rígidos y flexibles. Generalmente consisten en una capa base tratada con cemento o materiales estabilizados que proporciona una mayor capacidad estructural que los pavimentos flexibles, pero mantiene cierta flexibilidad. El objetivo de esta combinación es maximizar las ventajas de ambos tipos de pavimento: la resistencia de los pavimentos rígidos y la flexibilidad de los pavimentos flexibles. Se utilizan comúnmente en áreas donde se requiere una alta capacidad de soporte con un costo intermedio entre los pavimentos flexibles y rígidos.

Figura 3

Pavimento semirrígido



Nota. tomado de IPC proyectos

2.2.1.2. Ciclo de vida de un pavimento

El ciclo de vida consta de cuatro fases principales, desde la construcción inicial hasta la rotura total. Estas fases reflejan el proceso progresivo de deterioro que experimenta el pavimento debido a las cargas vehiculares:

- **Fase 1: Construcción.**

Esta fase marca el inicio del ciclo de vida del pavimento, donde se lleva a cabo la ejecución del diseño previamente planeado. Durante la construcción, se colocan las diferentes capas del pavimento (subbase, base y capa de rodadura) con estrictos controles de calidad para asegurar su durabilidad. Una construcción adecuada es crucial, ya que los errores en esta etapa pueden acortar significativamente la vida útil del pavimento. Tras finalizar la construcción, el pavimento entra en operación y comienza a ser utilizado por el tráfico vehicular (Pérez F. , 2023)..

- **Fase 2: Deterioro lento y poco visible.**

Durante esta fase, el pavimento recién construido muestra un buen desempeño con un deterioro mínimo y casi imperceptible a simple vista. Las capas del pavimento todavía son capaces de resistir las cargas del tráfico y las condiciones climáticas. Sin embargo, el proceso de desgaste ha comenzado de forma muy lenta, afectando gradualmente la superficie y las capas internas del pavimento. Pequeñas fisuras o ligeros asentamientos pueden empezar a formarse, pero no impactan significativamente en la funcionalidad ni la seguridad vial. Es una fase crítica para la implementación de mantenimiento preventivo, que puede prolongar la vida útil del pavimento.

- **Fase 3: Deterioro acelerado.**

En esta etapa, el deterioro del pavimento se vuelve más evidente y comienza a acelerarse. Las pequeñas fisuras y baches que pudieron haberse formado en la fase anterior empiezan a expandirse y profundizarse debido al tráfico constante y la exposición a las condiciones climáticas. La capacidad de soporte del pavimento disminuye, y los defectos en la superficie afectan tanto la comodidad como la seguridad

de los usuarios. Este es el momento de realizar mantenimiento correctivo o incluso rehabilitación para evitar que el pavimento entre en una etapa de daño severo, lo que implicaría mayores costos de reparación.

- **Fase 4: Descomposición total.**

Si no se realizan las intervenciones adecuadas durante la fase de deterioro acelerado, el pavimento entra en una etapa de descomposición total. En esta fase, la estructura del pavimento ha fallado en su capacidad para soportar las cargas vehiculares y ha perdido completamente su funcionalidad. Los defectos son generalizados, como baches profundos, grietas extensas y deformaciones graves. El pavimento ya no puede ser reparado o rehabilitado económicamente, y es necesario proceder con una reconstrucción completa. Esta fase marca el final del ciclo de vida del pavimento, y se reinicia el ciclo con la construcción de un nuevo pavimento. (Pérez F. , 2023).

Este ciclo de vida subraya la importancia de un adecuado mantenimiento en las fases tempranas para evitar un deterioro acelerado y una descomposición prematura del pavimento, optimizando así su durabilidad y funcionalidad.

2.2.2. Pavimento flexible

Es un tipo de estructura vial diseñada para distribuir las cargas del tráfico hacia el terreno subyacente mediante una serie de capas superpuestas. La principal característica de este tipo de pavimento es su capacidad para deformarse bajo carga sin fracturarse, lo que le permite absorber las tensiones y transmitir las de manera progresiva hacia las capas inferiores. El subsuelo, la subbase, la base y la capa de rodadura -que a menudo se construye con mezclas asfálticas- son las capas más frecuentes. Cada uno de estos niveles tiene una función distinta a la hora de repartir y soportar las cargas que aplican los coches. (Garzon & Hernandez, 2020).

La capa más superficial, conocida como capa de rodadura, está hecha de mezclas de asfalto, lo que le otorga cierta elasticidad y resistencia al desgaste. Esta capa está en



contacto directo con los vehículos y es la primera línea de defensa contra los factores externos como el tráfico, la temperatura y la humedad. El asfalto es un material flexible que, aunque puede deformarse bajo la acción de las cargas, no presenta fracturas significativas, lo que le permite mantener su integridad en condiciones de tráfico pesado siempre y cuando reciba un mantenimiento adecuado. Las capas inferiores (base y subbase) están formadas por materiales granulares o estabilizados que proporcionan soporte estructural y facilitan el drenaje del agua, previniendo el deterioro prematuro del pavimento.

El pavimento flexible es ampliamente utilizado debido a su capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas. Al distribuir las tensiones de manera progresiva, es más tolerante a los asentamientos diferenciales del terreno, lo que lo hace ideal para zonas donde el terreno puede sufrir variaciones. No obstante, este tipo de pavimento requiere mantenimiento regular debido a la aparición de defectos superficiales como grietas y baches. Si no se realiza el mantenimiento adecuado, el pavimento puede deteriorarse rápidamente, lo que puede llevar a la necesidad de intervenciones más costosas como el recapeo o la rehabilitación.

Una de las ventajas del pavimento flexible es su rapidez de construcción y la facilidad con la que puede ser reparado. Las intervenciones de mantenimiento suelen ser relativamente rápidas, lo que minimiza las interrupciones en el tráfico. Sin embargo, su vida útil depende en gran medida de la calidad de los materiales utilizados, las técnicas de construcción y el mantenimiento periódico. En condiciones óptimas, un pavimento flexible puede ofrecer un rendimiento eficiente durante varios años antes de requerir rehabilitaciones importantes, aunque generalmente tiene una vida útil más corta que los pavimentos rígidos.

Figura 4*Pavimento flexible*

Nota. Diseño del pavimento flexible, tomado de LinkedIn.

El pavimento flexible es una opción eficiente y versátil para infraestructuras viales, especialmente en áreas con condiciones geotécnicas variables o donde el tráfico es moderado a alto. Su capacidad para distribuir cargas y su facilidad de reparación lo convierten en una solución eficaz, aunque requiere una mayor atención en términos de mantenimiento para prolongar su vida útil y mantener su desempeño óptimo.

2.2.2.1. Características del pavimento flexible

Los pavimentos flexibles presentan una serie de características que los diferencian de otros tipos de pavimentos, como los rígidos. Estas características son clave para entender su funcionamiento, su comportamiento bajo cargas vehiculares y su durabilidad. (Ramos, 2022). Los principales atributos de los pavimentos flexibles se definen a continuación:

➤ **Deformabilidad y flexibilidad.**

El principal atributo de los pavimentos es su capacidad para deformarse bajo las cargas del tráfico sin sufrir fracturas. Este tipo de pavimento es capaz de adaptarse a las deformaciones del terreno y a los asentamientos que puedan presentarse en la subrasante, distribuyendo las tensiones de manera progresiva hacia las capas

inferiores. Esta flexibilidad les permite absorber y amortiguar las tensiones, evitando daños inmediatos y fracturas en la capa superficial.

➤ **Distribución de cargas.**

En los pavimentos flexibles, las cargas aplicadas por los vehículos se transmiten a las capas inferiores en un patrón piramidal, lo que significa que las tensiones son mayores en la superficie y disminuyen conforme se profundizan hacia la subbase y la subrasante. Esta distribución de cargas hace que el pavimento dependa en gran medida de la resistencia y calidad de las capas inferiores, ya que una base o subbase deficiente puede comprometer la capacidad del pavimento.

➤ **Capas superpuestas.**

Los pavimentos flexibles están compuestos por varias capas, cada una con una función específica. Estas capas suelen incluir:

- Capa de rodadura: La capa superior, normalmente compuesta de asfalto, que entra en contacto directo con los coches en movimiento. Debe soportar los factores ambientales, la abrasión y el deslizamiento.
- Base y subbase: Formadas por materiales granulares o estabilizados, proporcionan soporte estructural y distribuyen las tensiones hacia la subrasante. Estas capas también ayudan al drenaje del agua.
- Subrasante: Es el suelo natural o compactado sobre el que se colocan las capas superiores. La calidad de la subrasante influye directamente en la capacidad de soporte del pavimento.

➤ **Sensibilidad a las condiciones ambientales.**

Los pavimentos flexibles son sensibles a las condiciones ambientales, especialmente a las temperaturas extremas. En climas cálidos, el asfalto puede volverse más blando, lo que lo hace susceptible a deformaciones como roderas. En climas fríos, la rigidez del asfalto aumenta, lo que puede provocar fisuras debido a la contracción y expansión del material. La humedad también afecta significativamente, ya que el agua puede

infiltrarse en las capas inferiores y debilitar la estructura si no existe un buen sistema de drenaje. (Ramos, 2022).

➤ **Mantenimiento frecuente.**

Los pavimentos flexibles requieren un mantenimiento más frecuente que los pavimentos rígidos. Las cargas del tráfico y las condiciones climáticas pueden causar defectos como grietas, baches, ahuellamientos y desprendimientos de la capa de rodadura. Los tratamientos periódicos, incluidos el sellado de grietas, el parchado y la repavimentación, son esenciales para mantener el funcionamiento y prolongar la vida útil del pavimento. Si se realiza un mantenimiento adecuado y oportuno, el pavimento puede mantener su capacidad estructural durante muchos años.

➤ **Vida útil relativamente corta.**

Comparado con los pavimentos rígidos, los pavimentos flexibles tienden a tener una vida útil más corta debido a su susceptibilidad al desgaste y a la necesidad de reparaciones frecuentes. Sin embargo, la facilidad y rapidez con las que pueden ser reparados o rehabilitados les permite seguir siendo funcionales durante largos periodos de tiempo si se mantiene un programa de mantenimiento preventivo adecuado.

➤ **Rapidez de construcción y costos iniciales moderados.**

Una de las ventajas de los pavimentos flexibles es que su construcción suele ser más rápida y menos costosa en comparación con los pavimentos rígidos. Esto los convierte en una opción preferida para proyectos de infraestructura que requieren una ejecución ágil y con menores costos iniciales. No obstante, el costo total a largo plazo puede ser mayor debido a los gastos de mantenimiento y rehabilitación.

➤ **Dependencia del soporte de las capas inferiores.**

El desempeño del pavimento depende de la calidad de las capas inferiores (base, subbase y subrasante). Si estas capas no están bien compactadas o no tienen las propiedades adecuadas, el pavimento puede deformarse, lo que resulta en la aparición prematura de fallas. Por lo tanto, el diseño y la construcción de estas capas son críticos para asegurar la longevidad y el desempeño del pavimento.

➤ **Menor rigidez estructural.**

Los pavimentos flexibles, como su nombre lo indica, tienen una menor rigidez estructural en comparación con los pavimentos rígidos. Esta menor rigidez permite que absorban mejor las deformaciones del terreno y el tráfico, pero también significa que pueden deformarse más fácilmente si las capas de soporte no están bien diseñadas o si las cargas son mayores de lo esperado.

2.2.2.2. Composición de los pavimentos

El componente principal de los pavimentos rígidos es una losa de hormigón fabricada con cemento portland, lo que les confiere una alta capacidad de soporte y resistencia estructural. Los pavimentos rígidos dispersan las cargas de tráfico a través de un área mucho mayor que los pavimentos flexibles, lo que reduce significativamente las tensiones transmitidas a las capas inferiores. (Mocondino, 2020). A continuación, se describen las principales capas que componen un pavimento rígido:

a) Placa de concreto (capa de rodadura).

La capa más importante y característica de los pavimentos rígidos es la placa de concreto. Esta placa está fabricada con concreto de cemento portland, que puede ser reforzado o no, dependiendo de los requerimientos del proyecto. La placa de concreto es la que soporta directamente las cargas del tráfico y las distribuye sobre una amplia superficie, lo que reduce la presión sobre las capas inferiores.

- Concreto simple o reforzado: El concreto puede estar armado con acero (concreto reforzado) para mejorar su resistencia a la tracción y evitar la formación de grietas. En algunos casos, se utilizan juntas de control para permitir la expansión y contracción del concreto, minimizando el riesgo de fisuras.
- Espesor de la placa: El espesor de la placa de concreto varía dependiendo de las cargas a soportar, el tipo de tráfico y las condiciones geotécnicas. En carreteras, por ejemplo, el espesor puede variar entre 15 cm y 30 cm, mientras que en

pavimentos de aeropuertos, donde las cargas son mayores, el espesor es significativamente mayor.

b) Base o subbase granular.

Debajo de la placa de concreto se encuentra una base o subbase granular, compuesta por materiales granulares o tratados con cemento u otros estabilizadores. Esta capa no solo proporciona soporte adicional a la placa de concreto, sino que también tiene otras funciones importantes:

- **Distribución de cargas:** Aunque la mayor parte de las cargas es soportada por la placa de concreto, la base granular ayuda a distribuir las tensiones residuales hacia el suelo subyacente.
- **Drenaje:** Esta capa favorece el drenaje del agua, evitando la acumulación de humedad que podría afectar la estabilidad del pavimento. En algunos diseños, la base está especialmente tratada para mejorar sus propiedades drenantes.
- **Prevención de bombeo:** El bombeo ocurre cuando las cargas del tráfico hacen que el agua atrapada bajo la placa sea expulsada, lo que puede erosionar la subbase. Una buena base granular reduce este riesgo.

c) Subrasante.

Es la capa de suelo natural o compactado donde se construyen las capas superiores del pavimento. Aunque en los pavimentos rígidos la subrasante no soporta directamente las cargas del tráfico, su condición es crucial para la estabilidad del pavimento. Una subrasante bien compactada y de alta calidad garantiza un mejor rendimiento del pavimento. (Mocondino, 2020). Las características clave de la subrasante incluyen:

- **Capacidad de soporte:** La subrasante debe tener una capacidad de soporte suficiente para evitar asentamientos o deformaciones que podrían afectar la estabilidad de la placa de concreto.
- **Drenaje adecuado:** Al igual que en las capas superiores, el drenaje es importante para evitar la acumulación de agua, que podría debilitar el pavimento.

d) Juntas de control y expansión.

Una de las características distintivas de los pavimentos rígidos son las juntas que se instalan para controlar el comportamiento del concreto ante los cambios de temperatura y la contracción por fraguado. Estas juntas permiten que la placa se expanda y contraiga sin agrietarse. Existen varios tipos de juntas:

- Juntas de control: Al dividir la losa de hormigón en trozos más pequeños, ayudan a evitar que se formen fracturas incontroladas.
- Juntas de expansión: Se utilizan para absorber la expansión térmica del concreto, previniendo daños estructurales cuando las placas de concreto se dilatan en condiciones de altas temperaturas.
- Juntas de contracción: Ayudan a controlar dónde ocurrirán las fisuras naturales que se forman a medida que el concreto se contrae durante el proceso de curado.

e) Refuerzo de acero (opcional).

En algunos casos, los pavimentos rígidos pueden estar reforzados con acero. Este refuerzo se coloca generalmente dentro de la placa de concreto y tiene la función de mejorar su resistencia a las tensiones de tracción, especialmente en áreas de alto tráfico o donde se espera que el pavimento esté sometido a condiciones adversas. El refuerzo ayuda a:

- Reducir la formación de grietas.
- Mejorar la durabilidad del pavimento.
- Resistir los esfuerzos de tracción que pueden surgir debido a cargas dinámicas o cambios de temperatura.

f) Revestimiento o tratamiento superficial (opcional).

Aunque no es común en todos los pavimentos rígidos, en algunos casos se aplica un revestimiento superficial sobre la placa de concreto. Este tratamiento puede ser una capa delgada de asfalto o algún otro recubrimiento diseñado para:

- Mejorar la textura y la resistencia al deslizamiento de la superficie.
- Proteger el concreto de la exposición directa a los elementos climáticos.

- Reducir el desgaste de la superficie causado por el tráfico.

En resumen, la composición de los pavimentos rígidos incluye una placa de concreto de cemento portland como capa principal, apoyada en una base o subbase granular que proporciona soporte adicional y drenaje. Las juntas son esenciales para controlar la expansión y contracción del concreto, y en algunos casos se utiliza refuerzo de acero para mejorar la resistencia. Estas características hacen que los pavimentos rígidos sean altamente duraderos y adecuados para infraestructuras sometidas a cargas pesadas y tráfico intenso.

2.2.2.3. Tipos de deterioros en pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles experimentan una variedad de deterioros a lo largo de su vida útil debido a la exposición constante al tráfico vehicular y a las condiciones climáticas. Estos deterioros pueden afectar tanto la funcionalidad como la seguridad de la infraestructura vial si no se detectan y corrigen a tiempo. (Llopis & Pérez, 2021).

1. Grietas por fatiga (piel de cocodrilo).

Este tipo de degeneración se distingue por el desarrollo de fracturas enlazadas que se asemejan en su patrón a la piel de un cocodrilo. Las grietas por fatiga ocurren debido a la repetida acción de las cargas vehiculares, lo que causa la fatiga del material en la capa de rodadura.

- **Causas:** Sobrecarga de vehículos, agotamiento del material debido a la repetición de cargas, o una base y subbase deficientes.
- **Consecuencias:** Si no se repara a tiempo, las grietas por fatiga permiten la infiltración de agua, lo que puede acelerar el deterioro del pavimento y dañar las capas inferiores.

2. Baches.

Son agujeros o depresiones en la superficie del pavimento causados por la capa desgastada y las capas inferiores que se desprenden o desintegran. Suelen ser peligrosos para los vehículos y el tránsito en general.

- **Causas:** Infiltración de agua en las capas inferiores, cargas pesadas, fatiga del pavimento, y falta de mantenimiento adecuado.
- **Consecuencias:** Los baches crean superficies irregulares que pueden dañar los vehículos y afectar la seguridad del tráfico. Si no se reparan, pueden agrandarse rápidamente.

3. Ahuellamiento (deformaciones longitudinales)

Es una deformación permanente en la superficie del pavimento, generalmente en las áreas donde los neumáticos de los vehículos pasan con mayor frecuencia. Aparece como surcos longitudinales en la calzada.

- **Causas:** Tráfico pesado, sobrecarga de vehículos, mezcla asfáltica mal diseñada, temperaturas altas que ablandan el asfalto, y compactación insuficiente.
- **Consecuencias:** El ahuellamiento afecta la seguridad vial, ya que puede acumular agua durante la lluvia y aumentar el riesgo de hidroplaneo.

4. Fisuras por contracción térmica.

Estas fisuras se producen cuando la capa de asfalto se enfría y contrae, provocando la aparición de grietas transversales o longitudinales. Este tipo de deterioro es más común en climas fríos, donde las temperaturas fluctúan significativamente.

- **Causas:** Cambios de temperatura, envejecimiento del material asfáltico, y contracción del pavimento debido a ciclos de congelación y descongelación.
- **Consecuencias:** Las fisuras por contracción permiten la entrada de agua y otros materiales en las capas inferiores, lo que puede causar daños mayores con el tiempo.

5. Desgaste superficial.

El desgaste superficial ocurre cuando la capa superior del pavimento pierde su material debido a la acción abrasiva del tráfico vehicular. Esto puede resultar en una reducción de la textura superficial y la pérdida de la resistencia al deslizamiento.

- **Causas:** Acción continua del tráfico, materiales de baja calidad en la capa de rodadura, o envejecimiento del asfalto.

- **Consecuencias:** El desgaste superficial puede reducir la fricción entre los neumáticos y la carretera, lo que aumenta el riesgo de accidentes.

6. Abultamiento o hundimientos.

Estos deterioros se presentan como elevaciones o depresiones en la superficie del pavimento, afectando la uniformidad del camino. Generalmente están relacionados con problemas en la subrasante o en las capas inferiores. (Llopis & Pérez, 2021).

- **Causas:** Compactación insuficiente de la subrasante o subbase, asentamiento del terreno, expansión de materiales debido a la humedad o problemas de drenaje.
- **Consecuencias:** Las irregularidades en la superficie pueden causar incomodidad en la conducción y dañar los vehículos.

7. Desprendimiento de la capa superficial.

El desprendimiento o pelado es la pérdida gradual de material de la capa de rodadura, lo que expone las capas inferiores del pavimento. Esto ocurre cuando el aglutinante asfáltico se debilita y ya no puede mantener unidos los agregados.

- **Causas:** Mala adherencia del aglutinante asfáltico, tráfico intenso, envejecimiento del asfalto o uso de materiales de baja calidad.
- **Consecuencias:** El desprendimiento puede dejar expuestas las capas inferiores a la acción del agua, lo que acelera el deterioro del pavimento y lleva a defectos más graves, como baches.

8. Cráteres o socavones.

Los cráteres o socavones son depresiones profundas en el pavimento que pueden formarse rápidamente debido a la erosión del suelo subyacente. A menudo son causados por la acción combinada de las filtraciones de agua y el tráfico pesado.

- **Causas:** Fallas en la subrasante, drenaje inadecuado, filtraciones de agua o colapsos de tuberías subterráneas.
- **Consecuencias:** Los socavones representan un riesgo significativo para la seguridad vial y pueden causar daños graves a los vehículos.

9. Fallas por humedad o bombeo.

El bombeo ocurre cuando el agua atrapada en las capas inferiores del pavimento es forzada hacia la superficie debido a las cargas del tráfico, lo que puede erosionar las capas inferiores y reducir la estabilidad del pavimento.

- **Causas:** Drenaje insuficiente, acumulación de agua en las capas inferiores, o subbase mal compactada.
- **Consecuencias:** El bombeo puede provocar una rápida degradación del pavimento, causando grietas, baches y otros deterioros.

10. Ondulaciones o corrugaciones.

Las ondulaciones o corrugaciones son deformaciones repetitivas en la superficie del pavimento, que crean un patrón de crestas y valles. Este tipo de deterioro es común en áreas donde los vehículos frenan o aceleran frecuentemente.

- **Causas:** Compactación deficiente, mezcla asfáltica de baja calidad o tráfico pesado en áreas de frenado y aceleración.
- **Consecuencias:** Las ondulaciones disminuyen la comodidad en la conducción y pueden generar daños en los vehículos.

11. Exudación de material asfáltico.

La exudación es el fenómeno en el cual el material asfáltico se ve forzado a salir a la superficie por las presiones internas generadas por las cargas vehiculares y el calor, formando manchas o parches de asfalto que se pegan a los neumáticos.

- **Causas:** Exceso de asfalto en la mezcla o aumento de temperatura.
- **Consecuencias:** Disminución de la adherencia de los neumáticos y riesgo de accidentes.

2.2.3. Índice de condición del pavimento (PCI)

El PCI es un método estandarizado utilizado para evaluar el estado general de un pavimento. Este índice proporciona una calificación numérica que varía de 0 a 100, donde 0 representa un pavimento completamente deteriorado y 100 indica un pavimento en



perfectas condiciones. El PCI se calcula en función de la gravedad y extensión de diversos tipos de defectos superficiales observados en el pavimento, como grietas, baches, ahuellamientos, fisuras y otros signos de desgaste. Este método es ampliamente utilizado por ingenieros y autoridades encargadas de la gestión vial para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento, rehabilitación o reemplazo de los pavimentos. (Vásquez, 2002).

1. Metodología de evaluación.

La evaluación del PCI se realiza a través de una inspección visual sistemática del pavimento, durante la cual se identifican y cuantifican los diferentes tipos de deterioros presentes. Estos deterioros se clasifican según su severidad (baja, media o alta) y se mide el área afectada por cada tipo de defecto. Con esta información, se aplican fórmulas y tablas preestablecidas que permiten asignar un valor numérico al pavimento inspeccionado. La inspección puede abarcar toda la superficie del pavimento o realizarse en áreas representativas, conocidas como unidades de muestra, para estimar el estado general.

2. Clasificación del PCI.

El valor resultante del PCI permite clasificar el pavimento dentro de diferentes rangos de condición. Estos rangos brindan una idea clara del estado del pavimento y las acciones necesarias para su mantenimiento:

- **PCI de 85 a 100 (Excelente):** El pavimento está en muy buenas condiciones, con pocos o ningún defecto visible. Generalmente, no requiere mantenimiento, salvo algún mantenimiento preventivo mínimo.
- **PCI de 70 a 85 (Bueno):** El pavimento presenta algunos signos menores de deterioro, como fisuras o desgaste superficial, pero todavía ofrece un buen nivel de servicio. Se pueden realizar pequeñas reparaciones o intervenciones preventivas.

- **PCI de 55 a 70 (Regular):** El pavimento comienza a mostrar defectos más evidentes, como grietas o deformaciones moderadas, que requieren mantenimiento correctivo para evitar un deterioro acelerado.
- **PCI de 40 a 55 (Pobre):** El pavimento tiene varios defectos de mayor severidad, como baches o grietas profundas, que afectan la funcionalidad y seguridad. Requiere una rehabilitación más extensa. (Vásquez, 2002).
- **PCI de 25 a 40 (Malo):** El pavimento está muy deteriorado, con daños estructurales evidentes que limitan seriamente su capacidad de servicio. En este caso, se recomienda una rehabilitación importante o una reconstrucción parcial.
- **PCI de 0 a 25 (Muy malo):** El pavimento está en condiciones críticas, con daños generalizados y pérdidas estructurales severas. La única opción viable es una reconstrucción completa.

Figura 5*Rango del PCI*

PCI	Condición
100	Excelente
85	Muy bueno
70	Bueno
55	Aceptable
40	Malo
25	Muy malo
10	Inaceptable
0	

Nota. Evaluación visual de pavimentos, tomado de ASTM - D433.

2.2.3.1. Importancia del PCI en la gestión vial

El PCI es una método clave en la evaluación y gestión del estado de las obras viales. Este índice tiene gran importancia por varias razones:



- Evaluación del estado del pavimento: El PCI permite identificar y cuantificar las condiciones del pavimento, proporcionando una medida objetiva de su deterioro. Esto ayuda a determinar si el pavimento necesita reparaciones o un mantenimiento preventivo.
- Planificación de mantenimiento y reparación: Al tener un índice claro sobre el estado del pavimento, se pueden planificar las intervenciones de manera eficiente, priorizando las áreas más deterioradas y evitando reparaciones costosas e innecesarias.
- Optimización de recursos: Utilizar el PCI ayuda a asignar recursos de manera más efectiva, ya que permite centrar los esfuerzos en los tramos de pavimento que realmente lo requieren, evitando así el gasto innecesario en áreas en buen estado.
- Gestión a largo plazo: El PCI también es útil para la gestión a largo plazo de las infraestructuras viales, ya que permite realizar un seguimiento constante del pavimento y planificar la renovación o el refuerzo de las capas del pavimento de acuerdo con su ciclo de vida.
- Toma de decisiones informada: Los gobiernos y las autoridades locales utilizan el PCI para tomar decisiones basadas en datos confiables y actualizados sobre el estado de las carreteras, lo que contribuye a mejorar la seguridad vial y reducir los costos operativos derivados de reparaciones de emergencia.
- Mejora de la seguridad vial: Mantener pavimentos en buen estado es fundamental para la seguridad de los conductores y peatones. El PCI ayuda a identificar problemas como baches, grietas y deformaciones que pueden afectar la comodidad y la seguridad del tránsito.

En resumen, el PCI es esencial para gestionar de manera efectiva las infraestructuras viales, planificar mantenimientos preventivos y correctivos, y mejorar la seguridad y durabilidad de las carreteras.

2.2.3.2. Factores que influyen en el PCI

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) está influenciado por diversos factores que afectan la calidad y durabilidad del pavimento a lo largo del tiempo (Pérez D. , 2021). Estos factores pueden clasificarse en varios grupos, dependiendo de su origen y naturaleza:

Factores estructurales.

- Tipo de material del pavimento: El pavimento rígido (concreto) y el flexible (asfalto) tienen diferentes tipos de deterioro y respuesta a las cargas.
- Diseño estructural: Un diseño inadecuado en el grosor de las capas del pavimento puede hacer que se deteriore más rápidamente.
- Capacidad de carga de la subrasante: La resistencia y estabilidad del suelo de soporte afectan la vida útil del pavimento.
- Calidad de construcción: Errores en la compactación, mezcla de materiales y ejecución pueden generar fallas prematuras.

Factores de tráfico.

- Carga vehicular: El tránsito de vehículos pesados genera mayores esfuerzos sobre la estructura del pavimento.
- Volumen de tráfico: Un alto flujo de vehículos puede acelerar el deterioro.
- Distribución de cargas: Si el tráfico está mal distribuido en el ancho de la vía, algunas zonas pueden desgastarse más rápido.

Factores ambientales.

- Temperatura y clima: Los cambios extremos de temperatura pueden generar expansión y contracción del pavimento, provocando grietas.
- Humedad y agua: La infiltración de agua en la estructura del pavimento debilita la base y la subrasante, generando fallas como baches y hundimientos.
- Acción del sol y rayos UV: En pavimentos asfálticos, la radiación solar puede oxidar los ligantes y hacer que se vuelvan frágiles.

Factores de mantenimiento.

- Frecuencia de mantenimiento: Un pavimento con mantenimiento preventivo periódico conservará un PCI alto por más tiempo.
- Calidad de las reparaciones: Si las intervenciones no son adecuadas, pueden agravar el deterioro en lugar de corregirlo. (Pérez D. , 2021).
- Sellado de juntas y grietas: En pavimentos de concreto y asfalto, el sellado oportuno evita la filtración de agua y la propagación de fisuras.

Factores de uso y envejecimiento.

- Edad del pavimento: Con el tiempo, todos los pavimentos experimentan fatiga y desgaste, reduciendo su PCI.
- Oxidación de los materiales: En el caso del asfalto, la pérdida de flexibilidad debido a la oxidación lo hace más propenso a agrietarse.
- Asentamientos diferenciales: En suelos inestables o mal compactados, pueden generarse hundimientos irregulares que afectan la estructura del pavimento.

Cada uno de estos factores contribuye al deterioro del pavimento de manera diferente, y su impacto conjunto determina la evolución del PCI a lo largo del tiempo. La gestión eficiente de estos factores es clave para mantener pavimentos en buen estado y prolongar su vida útil.

2.2.3.3. Ventajas y limitaciones del PCI

El PCI es una herramienta ampliamente utilizada en la gestión de pavimentos para evaluar su estado y tomar decisiones sobre mantenimiento y rehabilitación. Sin embargo, como cualquier método de evaluación, presenta ventajas y limitaciones que deben considerarse. (González et al., 2018).



Ventajas del PCI

- ✓ **Fácil de aplicar y de bajo costo.** El método PCI se basa en una inspección visual de la superficie del pavimento, lo que lo hace accesible y económico en comparación con pruebas más avanzadas como el Falling Weight Deflectometer (FWD) o el Ground Penetrating Radar (GPR). No requiere equipos costosos, y la capacitación del personal es relativamente sencilla.
- ✓ **Estandarización y comparación objetiva.** El PCI sigue estándares internacionales como ASTM D6433, lo que permite que diferentes evaluadores trabajen con un mismo criterio. Esto facilita la comparación entre diferentes segmentos de pavimento y asegura una base uniforme para la toma de decisiones en la gestión vial.
- ✓ **Rápida evaluación y toma de decisiones.** Al basarse en una inspección visual, permite obtener resultados en poco tiempo, lo que facilita la planificación del mantenimiento y rehabilitación de las vías. Es particularmente útil para redes viales extensas, donde un diagnóstico rápido puede ayudar a priorizar intervenciones.
- ✓ **Prioriza el mantenimiento y optimiza recursos.** Con base en el índice obtenido (de 0 a 100, donde 100 es un pavimento en excelente estado), se pueden clasificar los tramos en buenos, regulares y malos. Esto ayuda a definir estrategias de mantenimiento preventivo antes de que el pavimento se deteriore significativamente, optimizando el uso de recursos y evitando costos elevados de rehabilitación o reconstrucción total.
- ✓ **Versatilidad en diferentes tipos de pavimentos.** El PCI se puede aplicar tanto a pavimentos flexibles (asfálticos) como rígidos (de concreto), lo que lo hace una herramienta universalmente aceptada en la gestión de pavimentos urbanos y carreteras.
- ✓ **Facilidad de integración con sistemas de gestión de pavimentos (PMS).** Los datos del PCI pueden ser integrados en Sistemas de Gestión de Pavimentos (PMS) para análisis más detallados y planificación de mantenimiento a largo plazo.

Limitaciones del PCI

- ✓ **Subjetividad en la inspección.** Aunque se utilizan guías estandarizadas para identificar defectos (grietas, baches, deformaciones, etc.), la evaluación sigue dependiendo del criterio del inspector. Diferentes personas pueden calificar de manera ligeramente diferente el mismo tramo de pavimento, lo que introduce cierto grado de error o inconsistencia. (González et al., 2018).
- ✓ **No evalúa la capacidad estructural del pavimento.** El PCI solo mide el estado superficial del pavimento y no proporciona información sobre la capacidad estructural del firme ni de las capas inferiores (base, subbase y subrasante). Es posible que un pavimento con buen PCI tenga fallas estructurales ocultas que solo podrían detectarse con ensayos más avanzados, como el FWD.
- ✓ **No predice el deterioro futuro.** El PCI proporciona un diagnóstico del estado actual del pavimento, pero no permite estimar con precisión cómo evolucionará su deterioro en el futuro. Para prever el desgaste y programar intervenciones óptimas, es necesario complementarlo con modelos de degradación del pavimento.
- ✓ **Puede no detectar problemas ocultos.** Algunas fallas internas, como la pérdida de capacidad de soporte de la subbase debido a infiltración de agua o asentamientos diferenciales, pueden no reflejarse en la superficie hasta que ya se han convertido en daños severos. Esto significa que el PCI puede dar una falsa sensación de buen estado en algunos casos.
- ✓ **Método manual que puede ser lento y propenso a errores.** Aunque existen sistemas automatizados que pueden realizar inspecciones más rápidas y precisas mediante cámaras y algoritmos de detección de daños, muchas aplicaciones del PCI siguen dependiendo de inspecciones manuales. Esto puede ser un proceso más lento y susceptible a errores humanos.
- ✓ **No considera factores como carga vehicular o condiciones climáticas.** El PCI se basa únicamente en el estado visual del pavimento y no toma en cuenta factores clave que influyen en el deterioro, como el volumen y tipo de tráfico (vehículos livianos vs.

pesados), condiciones climáticas (cambios extremos de temperatura, lluvias, heladas) y calidad de los materiales utilizados en la construcción. Esto puede llevar a una planificación inadecuada si no se complementa con otros análisis.

2.2.4. Tipos de daños en vías

Según el Manual del PCI (ASTM D6433), los daños en las vías pueden clasificarse en distintos tipos según el tipo de pavimento: pavimentos flexibles (asfálticos) y pavimentos rígidos (concreto). Cada tipo de pavimento tiene diferentes mecanismos de deterioro, y el PCI evalúa su severidad y extensión para determinar el estado de la vía. (Irigoyen, 2018).

1. **Piel de cocodrilo:** Es un tipo de fisuración que forma un patrón de grietas interconectadas similares a la piel de un cocodrilo. Este daño suele ser indicativo de fatiga del pavimento, generalmente causada por cargas repetidas de vehículos pesados y la disminución de la capacidad estructural de la base o subbase debido a problemas de drenaje o compactación deficiente. Si no se atiende a tiempo, puede evolucionar hasta generar baches y fallos más severos.
2. **Exudación:** Se presenta cuando el material bituminoso (asfalto) sube a la superficie del pavimento y crea una película pegajosa y resbaladiza. Esto suele ocurrir en climas cálidos o cuando se ha utilizado una cantidad de ligante en la mezcla asfáltica. La exudación reduce la fricción entre el neumático y el pavimento, aumentando el riesgo de accidentes, especialmente en curvas y zonas de frenado.
3. **Agrietamiento en bloque:** Son fisuras que forman un patrón de rectángulos o cuadrados en la superficie del pavimento, causadas principalmente por la contracción térmica del asfalto debido a cambios de temperatura o por el envejecimiento del material. También puede originarse por la aplicación de una capa de rodadura demasiado delgada o por una base con soporte insuficiente. Este tipo de deterioro reduce la resistencia del pavimento y puede derivar en la infiltración de agua, acelerando su deterioro.



- 4. Abultamiento y Hundimiento:** Son deformaciones localizadas en la superficie del pavimento. El abultamiento se produce por la expansión de materiales inestables en la base o subbase, mientras que el hundimiento se origina por el asentamiento del suelo subyacente debido a la presencia de agua, compactación deficiente o fallas en la estructura del pavimento. Ambos daños generan irregularidades en la vía y pueden comprometer la seguridad del tránsito.
- 5. Corrugación:** Se observa como ondulaciones transversales en la superficie del pavimento, especialmente en zonas de frenado o aceleración. Este problema suele ser consecuencia de una mezcla asfáltica con exceso de ligante, compactación inadecuada o la presencia de materiales inestables en la base. La corrugación disminuye la comodidad de conducción y puede afectar la estabilidad de los vehículos.
- 6. Depresión:** Son áreas hundidas en el pavimento que pueden acumular agua, generando charcos que aceleran la degradación de la superficie y aumentan el riesgo de hidroplaneo. Estas depresiones pueden deberse a asentamientos diferenciales del suelo, fallas en la base o subbase, o la acción del tráfico pesado en zonas mal compactadas.
- 7. Grieta de borde:** Son fisuras longitudinales que aparecen en los bordes del pavimento, generalmente debido a la falta de soporte lateral, un drenaje deficiente o la erosión de los márgenes de la vía. Este tipo de grieta es común en carreteras sin bermas adecuadas y, si no se repara a tiempo, puede extenderse hacia el carril de circulación, debilitando la estructura del pavimento. (Irigoyen, 2018).
- 8. Grieta de reflexión de junta:** Son fisuras que aparecen en las capas superiores del pavimento como reflejo de grietas o juntas preexistentes en capas inferiores. Son comunes en vías que han sido repavimentadas sin tratar adecuadamente las fisuras previas. Este problema permite la filtración de agua, lo que puede acelerar el deterioro del pavimento y generar fallas estructurales.
- 9. Desnivel carril – berma:** Se refiere a la diferencia de altura entre el carril de circulación y la berma lateral. Este desnivel puede afectar la estabilidad de los vehículos al



momento de salir o ingresar a la calzada, especialmente a altas velocidades. Las causas más comunes incluyen asentamientos diferenciales, erosión en la berma o malas prácticas de mantenimiento.

- 10. Grietas longitudinales y transversales:** Son fisuras que se desarrollan en la dirección del tráfico (longitudinales) o de forma perpendicular (transversales). Las grietas longitudinales suelen deberse a una mala construcción de juntas o al debilitamiento del pavimento por tráfico pesado, mientras que las transversales aparecen por la contracción térmica del asfalto y la falta de flexibilidad en la mezcla. Ambas permiten la entrada de agua, acelerando el deterioro del pavimento.
- 11. Parcheo:** Consiste en reparaciones localizadas en la superficie del pavimento, donde se reemplazan secciones deterioradas con nuevo material asfáltico o de concreto. Si bien los parches pueden extender la vida útil de la vía, una aplicación incorrecta o en una base inestable puede generar desniveles y fallas prematuras.
- 12. Pulimiento de agregados:** Se presenta cuando los agregados del pavimento pierden su textura superficial debido al desgaste por tráfico constante. Esto reduce la fricción entre los neumáticos y la vía, aumentando el riesgo de deslizamientos, especialmente en condiciones de lluvia. Es común en carreteras de alto tránsito y puede requerir tratamientos superficiales para restaurar la adherencia.
- 13. Huecos:** Son cavidades en el pavimento causadas por la desintegración del material asfáltico. Se originan por la acción del tráfico, la filtración de agua y la falta de mantenimiento preventivo. Los huecos representan un riesgo para la seguridad vial, ya que pueden causar daños a los vehículos y provocar accidentes.
- 14. Ahuellamiento:** Se manifiesta como surcos en la superficie del pavimento, generalmente en la trayectoria de las ruedas de los vehículos. Este daño es causado por la deformación plástica del asfalto debido a cargas pesadas repetidas y una mezcla con poca resistencia. El ahuellamiento reduce la capacidad de drenaje de la vía y puede incrementar el riesgo de hidropneumático. (Irigoyen, 2018).



- 15. Desplazamiento:** Es un movimiento del pavimento en la dirección del tráfico, comúnmente causado por la falta de adherencia entre capas, fallas en la base o una mezcla asfáltica inadecuada. El desplazamiento genera ondulaciones y rugosidades en la vía, afectando la comodidad y seguridad del tránsito.
- 16. Grietas parabólicas:** Son fisuras que siguen un patrón curvado o parabólico, generalmente originadas por asentamientos diferenciales o fallas estructurales en el pavimento. Estas grietas pueden indicar problemas en la subrasante y requieren una intervención adecuada para evitar daños mayores.
- 17. Hinchamiento:** Es una elevación anormal del pavimento causada por la expansión de materiales arcillosos en la subrasante o por la acumulación de agua en capas inferiores. El hinchamiento genera irregularidades en la vía y puede comprometer la estabilidad del pavimento si no se corrige a tiempo.
- 18. Desprendimiento de agregados:** Este daño ocurre cuando las partículas de agregado de la capa de rodadura se sueltan y se desprenden de la superficie del pavimento, dejando expuesto el material subyacente. Se debe principalmente a la falta de adhesión entre el asfalto y los agregados, lo cual puede ser causado por una mala selección de materiales, mezclas deficientes, aplicación inadecuada del ligante o condiciones climáticas adversas, como lluvias intensas y temperaturas extremas.
- 19. Meteorización:** Es el proceso de degradación del pavimento causado por la exposición prolongada a factores ambientales como la radiación solar, las variaciones de temperatura, el viento y la humedad. Con el tiempo, estos factores provocan la oxidación y el endurecimiento del ligante asfáltico, haciéndolo más frágil y propenso a la fisuración. También puede ocasionar la pérdida de agregados y la reducción de la capacidad de soporte del pavimento. La meteorización es un fenómeno progresivo que puede acelerar otros tipos de deterioro, como el agrietamiento en bloque y el desprendimiento de agregados.



2.2.5. Calidad del tránsito

El Manual del PCI (ASTM - D6433) se enfoca en la evaluación de la condición del pavimento mediante el análisis de los tipos de deterioro presentes. Sin embargo, la calidad del tránsito no es un parámetro evaluado directamente dentro del PCI, sino que está más relacionada con indicadores de desempeño de la vía como el Índice de Servicio del Pavimento (PSI, Pavement Serviceability Index) y el Nivel de Servicio (LOS, Level of Service). (Vásquez, 2002).

Dicho esto, el estado del pavimento, evaluado a través del PCI, influye directamente en la calidad del tránsito, ya que afecta la comodidad, seguridad y eficiencia de los desplazamientos vehiculares. A continuación, se explica cómo el PCI impacta la calidad del tránsito y cómo se relaciona con otros indicadores viales.

a. Relación entre PCI y calidad del tránsito.

La calidad del tránsito está influenciada por la condición del pavimento debido a los siguientes factores:

- Comodidad de conducción: Un pavimento en buen estado (alto PCI) ofrece una superficie uniforme y sin defectos, lo que mejora la experiencia del conductor y reduce la fatiga vehicular.
- Seguridad: Pavimentos con un PCI bajo pueden tener fisuras, baches y deformaciones que aumentan el riesgo de accidentes y reducen la capacidad de respuesta de los vehículos.
- Velocidad operativa: Un pavimento deteriorado obliga a los conductores a reducir la velocidad, lo que puede afectar la fluidez del tránsito y generar congestión.
- Costo de operación vehicular: Pavimentos en mal estado generan mayor desgaste en los vehículos, aumentando costos de mantenimiento y consumo de combustible.

- Capacidad y fluidez del tráfico: Cuando el pavimento se deteriora, las vías pueden volverse menos eficientes, generando demoras y una disminución del nivel de servicio.

b. Relación entre PCI y otros indicadores de calidad del tránsito.

El PCI, aunque es un parámetro físico del pavimento, está vinculado con otros índices que miden la calidad del tránsito:

- **Índice de Servicio del Pavimento (PSI):** El PSI es un indicador que mide la percepción de los conductores sobre la comodidad y calidad de rodadura de una vía. Se basa en datos objetivos como la rugosidad, la presencia de baches y el deterioro del pavimento. Está estrechamente relacionado con el PCI, ya que un pavimento con bajo PCI tendrá un PSI bajo, indicando menor calidad de rodadura. (Vásquez, 2002).
- **Índice de Rugosidad Internacional (IRI):** El IRI mide la irregularidad del pavimento en términos de su impacto en la dinámica del vehículo. Un PCI alto suele estar correlacionado con un IRI bajo (menor rugosidad), lo que mejora la calidad del tránsito.
- **Nivel de Servicio (LOS):** El LOS (Level of Service) es un indicador del desempeño del tránsito en una vía, medido en términos de fluidez, demoras y densidad de vehículos. Si el PCI es bajo y el pavimento está muy deteriorado, el LOS puede verse afectado debido a una reducción en la velocidad operativa y mayores tiempos de viaje.

c. Interpretación del PCI en términos de calidad del tránsito.

El Manual del PCI clasifica el estado del pavimento en diferentes rangos de calificación, lo que permite hacer inferencias sobre su impacto en la calidad del tránsito:

Tabla 2*Calidad del tránsito, según el manual PCI*

PCI	Condición del pavimento	Impacto en la calidad del tránsito
85 - 100	Excelente	Conducción cómoda y segura, velocidad óptima.
70 - 85	Bueno	Ligera rugosidad, mínimas interrupciones.
55 - 70	Regular	Posible disminución de la velocidad, aparición de baches.
40 - 55	Malo	Disminución del confort, necesidad de reducción de velocidad.
25 - 40	Muy malo	Alto nivel de deterioro, riesgo de accidentes, congestión.
0 - 25	Fallido	Pavimento intransitable, reducción extrema de velocidad, desvíos obligatorios.

Nota. Condición del pavimento

Conclusión:

Aunque el Manual del PCI no mide directamente la calidad del tránsito, sí influye en ella a través de la condición del pavimento. Un PCI alto garantiza una superficie óptima para la circulación vehicular, mejorando la seguridad y la fluidez del tráfico, mientras que un PCI bajo afecta negativamente el confort y la operatividad de la vía. Para evaluar la calidad del tránsito en conjunto con el estado del pavimento, se recomienda combinar el PCI con otros indicadores como el PSI, IRI y LOS.

2.3. Marco conceptual

- a. Ahuellamiento.** - Es una deformación longitudinal en la superficie del pavimento que se manifiesta como surcos o depresiones en las zonas de rodadura de los vehículos. Es causado principalmente por la consolidación y desplazamiento del material asfáltico debido al tránsito repetitivo de cargas pesadas, mezclas asfálticas inadecuadas o fallas en la compactación de la base y subbase. Este deterioro reduce la seguridad vial al acumular agua en los surcos, aumentando el riesgo de hidroplaneo y afectando la estabilidad de los vehículos.



- b. Bache.** - Un bache es una cavidad o depresión localizada en la superficie del pavimento causada por la desintegración del material asfáltico debido a la acción del tráfico, la infiltración de agua y la fatiga del pavimento. Se forma cuando las capas superficiales pierden cohesión y se desprenden, dejando expuesto el material subyacente. Los baches afectan la seguridad y comodidad de los conductores, pueden dañar los vehículos y generan condiciones de tránsito peligrosas.
- c. Carpeta asfáltica.** - El ligante asfáltico constituye la capa superior del pavimento flexible, incluyendo una mezcla de áridos minerales y ligante asfáltico, que sirve principalmente para proporcionar una superficie de carretera duradera, consistente y segura para el tráfico de vehículos. Actúa como una barrera protectora contra el desgaste, la intemperie y las cargas del tráfico, distribuyendo los esfuerzos hacia las capas inferiores del pavimento. Su espesor varía según el tipo de vía y las condiciones de carga, y su mantenimiento adecuado es esencial para prolongar la vida útil del pavimento y garantizar un desplazamiento confortable y seguro.
- d. Fallas del pavimento.** - Son defectos o deterioros que afectan la integridad, funcionalidad y seguridad de una vía, originados por factores como la acción del tráfico, condiciones climáticas, deficiencias en el diseño, materiales de baja calidad o fallas estructurales en la base y subbase. Estas fallas pueden manifestarse de diversas formas, como grietas, baches, ahuellamientos, desprendimiento de agregados o deformaciones superficiales, impactando negativamente en la comodidad de conducción y aumentando el riesgo de accidentes.
- e. Inspección visual.** - La inspección visual es un método de evaluación utilizado para identificar y clasificar defectos en el pavimento a simple vista, sin la necesidad de equipos sofisticados. Consiste en la observación directa de la superficie vial para detectar grietas, baches, ahuellamientos, desprendimiento de agregados, entre otros



deterioros, con el objetivo de determinar el estado del pavimento y priorizar acciones de mantenimiento.

- f. **PCI.** - Se trata de una técnica estandarizada que evalúa la calidad de un pavimento mediante la inspección visual de sus defectos superficiales. Un pavimento en excelente estado se representa con una puntuación de 100, mientras que una puntuación de 0 denota un fallo total. Su cálculo se realiza identificando y cuantificando diversos tipos de deterioro, como grietas, baches, ahuellamientos y desprendimiento de agregados, siguiendo normativas como la ASTM D6433. El PCI es una herramienta clave en la gestión del mantenimiento vial, ya que permite priorizar intervenciones de conservación.
- g. **Pavimento flexible.** - Es un tipo de estructura vial compuesto por varias capas de materiales granulares y una carpeta asfáltica en la superficie, diseñada para absorber y distribuir las cargas del tráfico de manera gradual hacia la subrasante. Su principal característica es su capacidad de deformarse sin fracturarse, adaptándose a las cargas y condiciones del terreno. Generalmente está conformado por una capa de rodadura de mezcla asfáltica, una base granular y una subbase, que trabajan en conjunto para proporcionar resistencia y durabilidad.
- h. **Serviciabilidad.** - la capacidad práctica de un pavimento para ofrecer al tráfico una superficie de rodadura segura, agradable y eficaz durante un cierto tiempo a lo largo de su vida útil. Se mide a través del Índice de Serviabilidad del Pavimento (PSI), que considera factores como la rugosidad, el deterioro estructural y la comodidad de conducción.
- i. **Transito.** - Se refiere al movimiento de vehículos, peatones y otros medios de transporte a lo largo de una vía, ya sea en zonas urbanas o rurales. Involucra diversos factores como la infraestructura vial, la regulación del tráfico, la señalización y el comportamiento de los usuarios, los cuales influyen en la fluidez, seguridad y eficiencia



del desplazamiento. La gestión del tránsito busca optimizar el uso de las vías, reducir la congestión, minimizar accidentes y mejorar la movilidad mediante estrategias como semaforización, control de accesos, transporte público eficiente y planificación vial.

- j. Transito superficial.** - Se refiere al movimiento de vehículos y peatones que circulan sobre la superficie terrestre, utilizando infraestructuras viales como carreteras, calles, autopistas y caminos. Este tipo de tránsito abarca diversos medios de transporte, incluyendo automóviles, motocicletas, bicicletas, transporte público y peatones, y su eficiencia depende de factores como el diseño vial, la señalización, la capacidad de la vía y el estado del pavimento. Una gestión adecuada del tránsito superficial es clave para evitar congestión, reducir tiempos de viaje, mejorar la seguridad vial y optimizar el uso del espacio público.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación

El diseño es el plan estructurado que guía el proceso de investigación, definiendo cómo se recopilarán y analizarán los datos para responder a las preguntas o hipótesis planteadas. Incluye la selección del tipo de investigación, la identificación de la población y muestra, la elección de métodos de recolección de datos, y los procedimientos para analizar los datos (estadísticos, cualitativos). Creswell (2014).

El diseño de esta investigación es no experimental, ya que no se manipulan deliberadamente las variables, sino que se observa y analiza el estado actual del pavimento flexible en su contexto natural.

3.2. Método de la investigación

El método es un proceso sistemático que permite la búsqueda y generación de conocimiento mediante la aplicación de técnicas y procedimientos específicos para recopilar, analizar e interpretar datos, garantizando la objetividad y la reproducibilidad de los resultados a fin de explicar, predecir o describir fenómenos de manera científica. Hernández et al., (2014).



Para este estudio se tomó el método científico, siguiendo un proceso sistemático de observación, análisis y verificación de datos. Se recopiló información en campo mediante inspección visual, se procesarán los datos utilizando herramientas técnicas y normativas establecidas, y se contrastarán los resultados con referentes teóricos y estudios previos para garantizar la confiabilidad de las conclusiones obtenidas.

3.3. Nivel y tipo de la investigación

3.3.1. Nivel de la investigación

El nivel de estudio es el grado de complejidad y profundidad que aborda un estudio, clasificándose según sus objetivos y metodología en diferentes categorías, cada uno de estos niveles implica diferentes procedimientos y enfoques para recopilar y analizar datos, permitiendo desde la identificación inicial y comprensión básica de un fenómeno hasta el establecimiento de relaciones causales y la formulación de teorías más complejas que expliquen la realidad estudiada. Creswell (2014).

La investigación se sitúa en el nivel descriptivo, puesto que se centra en detallar las características y el estado superficial del pavimento flexible, sin profundizar en relaciones causales complejas.

3.3.2. Tipo de la investigación

El tipo se refiere a la clasificación del estudio según su enfoque y método para la generación y análisis de conocimiento, abarcando desde la investigación cuantitativa, que se centra en la medición y análisis estadístico de variables, hasta la investigación cualitativa, que profundiza en la comprensión de significados y experiencias, e incluso la investigación mixta, que integra ambas perspectivas para obtener una visión más completa del fenómeno estudiado. Hernández et al., (2014).

El estudio es de tipo aplicado, dado que sus resultados serán utilizados para proponer soluciones concretas en el mantenimiento y rehabilitación del pavimento flexible.



La información obtenida servirá como base para la formulación de estrategias técnicas que optimicen la gestión de infraestructura vial, garantizando su operatividad y contribuyendo al desarrollo de vías más seguras y eficientes.

3.3.3. Enfoque de la investigación

Es una metodología de investigación que se basa en la recolección y el análisis de datos numéricos con el objetivo de probar hipótesis, establecer relaciones entre variables y generalizar resultados a partir de muestras representativas. Hernández et al., (2014).

El enfoque de la investigación es cuantitativo, dado que se basa en la recolección de datos numéricos a partir de la observación sistemática del pavimento y su posterior análisis estadístico.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población es el grupo total de individuos, elementos o casos que comparten las características específicas definidas por el investigador y que constituyen el universo al que se dirige el estudio, permitiendo la generalización de los resultados y la formulación de conclusiones representativas del fenómeno investigado. Hernández et al., (2014).

La población para el presente estudio está constituida por las vías pavimentadas con pavimento flexible en la región de Puno, específicamente aquellas que conectan las ciudades de Juliaca y Lampa. Esto incluye la totalidad del tramo vial que presenta pavimento flexible, expuesto a condiciones de tráfico pesado y factores climáticos adversos.

3.4.2. Muestra

La muestra es un subgrupo representante de la población total, seleccionado mediante técnicas de muestreo específicas, que permite obtener datos y conclusiones que

pueden generalizarse al conjunto del universo de estudio, optimizando recursos y facilitando el análisis preciso y confiable de la información. Hernández et al., (2014).

La muestra del estudio está conformada por un tramo específico de la vía Juliaca - Lampa, seleccionado de manera intencionada para evaluar su condición superficial utilizando la normativa internacional de inspección visual (ASTM D6433-11). El tramo a inspeccionar cubrirá aproximadamente 1 km. La muestra se seleccionó considerando los sectores con mayor flujo vehicular y signos visibles de deterioro, como fisuras, baches y deformaciones.

Tabla 3

Progresiva de los tramos

UM	Progresivas	
	Inicio (Km)	Final (Km)
1	7+050	7+087
2	7+161	7+198
3	7+272	7+309
4	7+383	7+420
5	7+494	7+531
6	7+605	7+642
7	7+716	7+753
8	7+827	7+864
9	7+938	7+975
10	8+049	8+086

3.5. Técnicas e instrumentos

3.2.1. Técnicas

Las técnicas de la investigación son métodos estructurados que facilitan la recolección y análisis de datos de manera sistemática y objetiva, permitiendo al investigador abordar el fenómeno de estudio desde diversas perspectivas. Creswell (2014).

Para la recolección de datos en esta investigación se utilizará la técnica de observación directa mediante la inspección visual del pavimento, siguiendo los lineamientos establecidos en la normativa internacional ASTM D6433-11. Esta técnica

permitirá identificar, clasificar y registrar los diferentes tipos de deterioros que presenta el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa, tales como fisuras, baches y deformaciones. Además, se empleará la técnica de análisis documental para revisar la normativa y estudios previos sobre la evaluación y mantenimiento de pavimentos flexibles, que sustentarán las propuestas de intervención:

3.2.2. Instrumentos

Los instrumentos de la investigación son herramientas estandarizadas y validadas que facilitan la recolección, medición y registro de datos durante el proceso investigativo, permitiendo obtener información precisa y sistematizada a través de técnicas como encuestas, entrevistas, escalas y protocolos de observación, y cuya elección se ajusta al enfoque metodológico y a los objetivos del estudio para garantizar la objetividad, confiabilidad y validez de los resultados. Hernández et al., (2014).

- **Ficha de Inspección Visual:** Adaptada de la normativa ASTM D6433-11, esta ficha permitirá registrar de manera sistemática los tipos de deterioro observados en el pavimento, su localización, extensión y severidad. En esta ficha se incluirán parámetros como la longitud, ancho y profundidad de las fisuras, así como el número y tamaño de los baches, entre otros deterioros.
- **Índice de Condición del Pavimento (PCI):** Este índice será el principal instrumento para cuantificar la condición del pavimento, calculando un valor numérico que refleje el grado de deterioro de la vía. El PCI se determinó a partir de los datos recolectados en la inspección visual.
- **Cámara fotográfica:** Se utilizará para documentar visualmente los deterioros observados durante la inspección, permitiendo respaldar los datos de la ficha de inspección visual con evidencia fotográfica.
- **Herramientas de medición (Cinta métrica, Regla de profundidad):** Estas herramientas serán necesarias para medir las dimensiones de los deterioros, como la

longitud, ancho y profundidad de las fisuras y deformaciones, asegurando la precisión en el registro de los datos.

3.6. Plan de recolección y procesamiento de datos

3.6.1. *Desarrollo del plan de recolección de datos*

Para cumplir con los objetivos fijados y lograr un avance óptimo, la presente investigación se dividió en varias fases.

Fase I: Recopilación de la información.

Esta fase consiste en la recopilación y análisis de información pertinente que servirá como base para el desarrollo del estudio. Para ello, se realiza una búsqueda exhaustiva de documentos académicos, incluyendo tesis, artículos científicos, libros especializados y normativas aplicables al tema de investigación. La revisión bibliográfica tiene como objetivo identificar los fundamentos teóricos y empíricos que han abordado temas similares, reconocer enfoques metodológicos utilizados en estudios previos y entender los hallazgos y limitaciones que puedan aportar perspectivas relevantes.

Fase II: Ubicación de la vía.

Figura 6

Ubicación de la vía Juliaca - Lampa



Nota. Cantera Juliaca - Lampa, tomado de Google Maps.

Fase III: Procedimiento de la metodología PCI.

El PCI se calcula mediante un procedimiento sistemático basado en inspecciones visuales y un análisis cuantitativo de los daños actuales en el pavimento. La metodología utilizada sigue el estándar ASTM D6433, el cual permite obtener un índice entre 0 y 100, donde 100 indica un pavimento en perfectas condiciones y 0 un pavimento deteriorado.

Procedimiento:

1. Selección y división del área de estudio.

Antes de iniciar la evaluación, es necesario dividir la vía en unidades de muestreo que permitan una inspección representativa del estado del pavimento.

División en secciones homogéneas:

- Se identifican tramos con características similares en tipo de pavimento, tráfico y condiciones estructurales.
- Cada sección debe ser homogénea para evitar variaciones en los resultados.

Selección de unidades de muestra:

Cada sección se subdivide en unidades de muestreo con tamaños estándar:

- Pavimento flexible (asfalto): Generalmente de 150 a 250 m².
- Pavimento rígido (concreto): Se evalúan de 5 a 20 losas de pavimento.

Se seleccionan al menos el 10% de la superficie total para evaluar de manera representativa.

2. Inspección visual y clasificación de daños.

Se realiza una inspección visual en las unidades de muestreo seleccionadas para identificar y registrar los tipos de deterioro presentes. Se clasifican según:

Tipo de deterioro: Se utilizan los criterios del Manual del PCI (ASTM D6433), que identifican fallas como:

- Fisuración por fatiga, agrietamiento, baches, ahuellamiento (en pavimentos asfálticos).

- Fisuras en esquinas, desconchados, desplazamiento de losas (en pavimentos de concreto).

Severidad del deterioro:

- Baja: Daños leves sin afectación estructural.
- Media: Daños visibles con impacto moderado en la rodadura.
- Alta: Daños graves que afectan la funcionalidad y seguridad del pavimento.

Cantidad y extensión del daño:

- Se mide la superficie afectada por cada tipo de deterioro en relación con el área total de la unidad de muestreo.
- Se expresan en porcentaje (%) o número de defectos según el tipo de daño.

3. Cálculo del Factor de Deducción (DF, Deduct Value).

Cada tipo de daño tiene un impacto distinto en la condición del pavimento, por lo que se asigna un Factor de Deducción (DF) según su severidad y extensión.

Se utiliza una tabla de valores de deducción (según ASTM D6433) para cada combinación de:

- Tipo de daño.
- Severidad (baja, media o alta).
- Área afectada en la unidad de muestreo.

Suma de valores de deducción (TDV, Total Deduct Value):

Se suman todos los factores de deducción de los diferentes tipos de deterioro en la unidad de muestra.

Ajuste por corrección del índice de penalización:

- Si hay múltiples tipos de daños en la misma unidad de muestra, se aplica un Factor de Corrección (Corrected Deduct Value, CDV) para evitar sobrevaloración del deterioro.
- Se utiliza una tabla de ajuste que limita la penalización total en función del TDV.

4. Cálculo del PCI.

Una vez obtenidos los valores de deducción y aplicadas las correcciones, se calcula el PCI con la siguiente ecuación:

$$PCI = 100 - CDV$$

Donde:

- 100 representa un pavimento sin daños.
- CDV es el valor de deducción corregido (según ASTM D6433).

Si el CDV es 0, significa que la vía está en perfecto estado (PCI = 100). Si el CDV es 100, el PCI es 0, indicando un pavimento en estado crítico.

5. Interpretación de resultados.

El valor final de PCI obtenido se clasifica en diferentes rangos para determinar la condición del pavimento y la necesidad de intervención:

Tabla 4

Calidad del tránsito, según el manual PCI

PCI	Condición del pavimento
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fase IV: Evaluación de los resultados

Los resultados serán presentados mediante cuadros comparativos que facilitarán la visualización y el análisis de la información obtenida. Estos cuadros permitirán ilustrar de manera clara y sistemática los datos recopilados a través del manual de inspección



visual, destacando las principales observaciones y facilitando la comparación entre los diferentes tramos evaluados.

3.6.2. *Procesamiento y análisis de datos*

El análisis y procesamiento de los datos serán realizados mediante la aplicación de diversas herramientas técnicas, incluyendo tablas, gráficos y cálculos detallados. Estas metodologías permitirán una interpretación más precisa de los resultados, facilitando la identificación de patrones y tendencias relevantes que respalden las conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos

Una vez establecidas las metodologías de investigación, optimizamos y organizamos los datos de manera que se alinearan con nuestros objetivos y propósitos investigativos. Este proceso permitió garantizar la coherencia y relevancia de los resultados obtenidos en relación con las preguntas planteadas. Enseguida, presentamos de manera detallada los objetivos que guiaron el desarrollo y enfoque de nuestra investigación.

- ✚ Se identificaron las fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el pavimento flexible.
- ✚ Determinamos el grado de severidad de las fallas identificadas en el pavimento flexible.
- ✚ Determinamos la clasificación del estado superficial del pavimento flexible, según el manual PCI.
- ✚ Se propusieron alternativas de intervención según el nivel de condición superficial en el pavimento flexible.

4.1.1. Fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el pavimento flexible

UM - 01

Tabla 5

Identificación de fallas - Km 7+050 - 7+087

Fallas en el Km 7+050 - 7+087		
Tipo de falla	Descripción de la falla	Cod.
1	Piel de Cocodrilo	PDC
3	Agrietamiento en bloque	AEB
7	Grieta de borde	GBO
11	Parqueo	PAR
15	Ahuellamiento	AHT
19	Desprendimiento de agregados	DEA

La sección entre el Km 7+050 y el Km 7+087, se han identificado las fallas más recurrentes en el pavimento flexible. Estas irregularidades fueron evaluadas conforme a los lineamientos del manual PCI, permitiendo así determinar el estado actual de la superficie vial.

UM - 02

Tabla 6

Identificación de fallas - Km 7+161 - 7+198

Fallas en el Km 7+161 - 7+198		
Tipo de falla	Descripción de la falla	Cod.
3	Agrietamiento en bloque	AEB
7	Grieta de borde	GBO
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR
11	Parqueo	PAR
13	Huecos	HUC
16	Desplazamiento	DPT

La sección entre el Km 7+161 y el Km 7+198, se han identificado las fallas más recurrentes en el pavimento flexible. Estas irregularidades fueron evaluadas conforme a los lineamientos del manual PCI, permitiendo así determinar el estado actual de la superficie vial.



UM - 03

Tabla 7

Identificación de fallas - Km 7+272 - 7+309

Fallas en el Km 7+272 - 7+309		
Tipo de falla	Descripción de la falla	Cod.
1	Piel de Cocodrilo	PDC
7	Grieta de borde	GBO
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR
11	Parqueo	PAR
13	Huecos	HUC

La sección entre el Km 7+272 y el Km 7+309, se han identificado las fallas más recurrentes en el pavimento flexible. Estas irregularidades fueron evaluadas conforme a los lineamientos del manual PCI, permitiendo así determinar el estado actual de la superficie vial.

UM - 04

Tabla 8

Identificación de fallas - Km 7+383 - 7+420

Fallas en el Km 7+383 - 7+420		
Tipo de falla	Descripción de la falla	Cod.
3	Agrietamiento de bloque	AEB
6	Corrugación	COG
10	Grietas longitudinales / transversales	GTR
11	Parqueo	PAR
15	Ahuellamiento	AHT
19	Desprendimiento de agregados	DEA

La sección entre el Km 7+383 y el Km 7+420, se han identificado las fallas más recurrentes en el pavimento flexible. Estas irregularidades fueron evaluadas conforme a los lineamientos del manual PCI, permitiendo así determinar el estado actual de la superficie vial.

UM - 05**Tabla 9***Identificación de fallas - Km 7+494 - 7+531*

Fallas en el Km 7+494 - 7+531		
Tipo de falla	Descripción de la falla	Cod.
1	Piel de Cocodrilo	PDC
3	Agrietamiento en bloque	AEB
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR
13	Huecos	HUC
16	Desplazamiento	DPT
19	Desprendimiento de agregados	DEA

La sección entre el Km 7+494 y el Km 7+531, se han identificado las fallas más recurrentes en el pavimento flexible. Estas irregularidades fueron evaluadas conforme a los lineamientos del manual PCI, permitiendo así determinar el estado actual de la superficie vial.

UM - 06**Tabla 10***Identificación de fallas - Km 7+605 - 7+642*

Fallas en el Km 7+605 - 7+642		
Tipo de falla	Descripción de la falla	Cod.
1	Piel de Cocodrilo	PDC
3	Agrietamiento en bloque	AEB
7	Grieta de borde	GBO
11	Parqueo	PAR
17	Grieta parabólica	GRP

La sección entre el Km 7+605 y el Km 7+642, se han identificado las fallas más recurrentes en el pavimento flexible. Estas irregularidades fueron evaluadas conforme a los lineamientos del manual PCI, permitiendo así determinar el estado actual de la superficie vial.

UM - 07**Tabla 11***Identificación de fallas - Km 7+716 - 7+753*

Fallas en el Km 7+716 - 7+753		
Tipo de falla	Descripción de la falla	Cod.
1	Piel de Cocodrilo	PDC
6	Depresión	DPS
7	Grieta de borde	GBO
10	Grietas longitudinales / transversales	GTR
13	Huecos	HUC
19	Desprendimiento de agregados	DEA

La sección entre el Km 7+716 y el Km 7+753, se han identificado las fallas más recurrentes en el pavimento flexible. Estas irregularidades fueron evaluadas conforme a los lineamientos del manual PCI, permitiendo así determinar el estado actual de la superficie vial.

UM - 08**Tabla 12***Identificación de fallas - Km 7+827 - 7+864*

Fallas en el Km 7+827 - 7+864		
Tipo de falla	Descripción de la falla	Cod.
3	Agrietamiento en bloque	AEB
7	Grieta de borde	GBO
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR
11	Parqueo	PAR
13	Huecos	HUC
16	Desplazamiento	DPT

La sección entre el Km 7+827 y el Km 7+864, se han identificado las fallas más recurrentes en el pavimento flexible. Estas irregularidades fueron evaluadas conforme a los lineamientos del manual PCI, permitiendo así determinar el estado actual de la superficie vial.

UM - 09

Tabla 13

Identificación de fallas - Km 7+938 - 7+975

Fallas en el Km 7+938 - 7+975		
Tipo de falla	Descripción de la falla	Cod.
1	Piel de Cocodrilo	PDC
3	Agrietamiento en bloque	AEB
7	Grieta de borde	GBO
11	Parqueo	PAR
15	Ahuellamiento	AHT
19	Desprendimiento de agregados	DEA

La sección entre el Km 7+938 y el Km 7+975, se han identificado las fallas más recurrentes en el pavimento flexible. Estas irregularidades fueron evaluadas conforme a los lineamientos del manual PCI, permitiendo así determinar el estado actual de la superficie vial.

UM - 10

Tabla 14

Identificación de fallas - Km 8+049 - 8+086

Fallas en el Km 7+049 - 8+086		
Tipo de falla	Descripción de la falla	Cod.
3	Agrietamiento en bloque	AEB
10	Grieta longitudinales / transversales	GTR
11	Parqueo	PAR
15	Ahuellamiento	AHT
16	Desplazamiento	DPT

La sección entre el Km 8+049 y el Km 8+086, se han identificado las fallas más recurrentes en el pavimento flexible. Estas irregularidades fueron evaluadas conforme a los lineamientos del manual PCI, permitiendo así determinar el estado actual de la superficie vial.

Resumen de las fallas de mayor incidencia según el manual PCI

Tabla 15

Fallas de mayor incidencia en la vía Juliaca - Lampa

Vía	Tipos de falla	Descripción de falla	Recurrencia	%
Juliaca - Lampa	1	Piel de Cocodrilo	6	11%
	3	Agrietamiento en bloque	8	14%
	6	Depresión	2	4%
	7	Grieta de borde	7	12%
	10	Grieta longitudinal / transversal	7	12%
	11	Parcheo	8	14%
	13	Huecos	5	9%
	15	Ahuellamiento	4	7%
	16	Desplazamiento	4	7%
	17	Grieta parabólica	1	2%
	19	Desplazamiento de agregados	5	9%

Figura 7

Frecuencia de los tipos de fallas



La figura presenta las fallas de mayor recurrencia en la vía que conecta Juliaca con Lampa. Entre los defectos más comunes identificados se encuentran el agrietamiento en bloque y los parches, los cuales representan un 14% de las incidencias registradas.

4.1.2. Grado de severidad de las fallas identificadas en el pavimento flexible

UM - 01

Tabla 16

Grado de severidad de las fallas - Km 7+050 – 7+087

GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	17.30	H
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	9.60	M
7	Grieta de borde	GBO	m	28.51	H
11	Parqueo	PAR	m2	5.55	L
15	Ahuellamiento	AHT	m2	7.78	L
19	Desprendimiento de agregados	DEA	m2	17.07	M

La sección entre el Km 7+050 y el Km 7+087, se identificaron diversos tipos de fallas clasificadas según su grado de severidad en bajo (L), medio (M) y alto (H). Los daños con mayor cantidad fueron las grietas de borde, con un índice de incidencia de 28.51, y la piel de cocodrilo, con un valor de 17.30.

UM - 02

Tabla 17

Grado de severidad de las fallas - Km 7+161 – 7+198

GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13.07	M
7	Grieta de borde	GBO	m	28.30	H
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m	10.86	M
11	Parqueo	PAR	m2	27.98	H
13	Huecos	HUC	und	2.00	L
16	Desplazamiento	DPT	m2	9.99	M

La sección entre el Km 7+161 y el Km 7+198, se identificaron diversos tipos de fallas clasificadas según su grado de severidad en bajo (L), medio (M) y alto (H). Los daños con mayor cantidad fueron las grietas de borde, con un índice de incidencia de 28.30, y el parqueo, con un valor de 27.98.

UM - 03

Tabla 18

Grado de severidad de las fallas - Km 7+272 – 7+309

GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	15.34	M
7	Grieta de borde	GBO	m	9.77	L
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m	24.63	H
11	Parqueo	PAR	m2	18.88	M
13	Huecos	HUC	und	7.00	H

La sección entre el Km 7+272 y el Km 7+309, se identificaron diversos tipos de fallas clasificadas según su grado de severidad en bajo (L), medio (M) y alto (H). Los daños con mayor cantidad fueron las grietas longitudinales, con un índice de incidencia de 24.63, y el parqueo, con un valor de 18.88.

UM - 04

Tabla 19

Grado de severidad de las fallas - Km 7+383 – 7+420

GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
3	Agrietamiento de bloque	AEB	m2	12.52	M
6	Corrugación	COG	m2	8.47	L
10	Grietas longitudinales / transversales	GTR	m	10.46	M
11	Parqueo	PAR	m2	29.68	H
15	Ahuellamiento	AHT	m2	5.16	L
19	Desprendimiento de agregados	DEA	m2	10.04	M

La sección entre el Km 7+383 y el Km 7+420, se identificaron diversos tipos de fallas clasificadas según su grado de severidad en bajo (L), medio (M) y alto (H). Los daños con mayor cantidad fueron el parqueo, con un índice de incidencia de 29.68, y el agrietamiento de bloque, con un valor de 12.52.

UM - 05

Tabla 20

Grado de severidad de las fallas - Km 7+494 – 7+531

GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	9.40	L
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	17.08	M
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m	34.16	H
13	Huecos	HUC	und	4.00	M
16	Desplazamiento	DPT	m2	7.37	L
19	Desprendimiento de agregados	DEA	m2	11.9	M

La sección entre el Km 7+494 y el Km 7+531, se identificaron diversos tipos de fallas clasificadas según su grado de severidad en bajo (L), medio (M) y alto (H). Los daños con mayor cantidad fueron las grietas longitudinales, con un índice de incidencia de 34.16, y el agrietamiento en bloque, con un valor de 17.08.

UM - 06

Tabla 21

Grado de severidad de las fallas - Km 7+605 – 7+642

GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	13.30	M
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	8.31	L
7	Grieta de borde	GBO	m	25.05	H
11	Parqueo	PAR	m2	11.91	M
17	Grieta parabólica	GRP	m2	5.34	L

La sección entre el Km 7+605 y el Km 7+642, se identificaron diversos tipos de fallas clasificadas según su grado de severidad en bajo (L), medio (M) y alto (H). Los daños con mayor cantidad fueron las grietas de borde, con un índice de incidencia de 25.05, y la piel de cocodrilo, con un valor de 13.30.

UM - 07

Tabla 22

Grado de severidad de las fallas - Km 7+716 – 7+753

GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	14.61	M
6	Depresión	DPS	m2	5.90	L
7	Grieta de borde	GBO	m	29.63	H
10	Grietas longitudinales / transversales	GTR	m	24.24	H
13	Huecos	HUC	und	4.00	M
19	Desprendimiento de agregados	DEA	m2	12.97	M

La sección entre el Km 7+716 y el Km 7+753, se identificaron diversos tipos de fallas clasificadas según su grado de severidad en bajo (L), medio (M) y alto (H). Los daños con mayor cantidad fueron las grietas de borde, con un índice de incidencia de 29.63, y las grietas longitudinales, con un valor de 24.24.

UM - 08

Tabla 23

Grado de severidad de las fallas - Km 7+827 – 7+864

GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	17.12	M
7	Grieta de borde	GBO	m	5.08	L
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m	14.20	M
11	Parqueo	PAR	m2	21.13	M
13	Huecos	HUC	und	2.00	L
16	Desplazamiento	DPT	m2	15.26	M

La sección entre el Km 7+827 y el Km 7+864, se identificaron diversos tipos de fallas clasificadas según su grado de severidad en bajo (L), medio (M) y alto (H). Los daños con mayor cantidad fueron el parqueo, con un índice de incidencia de 21.13, y el agrietamiento en bloque, con un valor de 17.12.

UM - 09

Tabla 24

Grado de severidad de las fallas - Km 7+938 – 7+975

GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	27.92	H
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	10.47	M
7	Grieta de borde	GBO	m	24.87	H
11	Parqueo	PAR	m2	12.59	M
15	Ahuellamiento	AHT	m2	4.04	L
19	Desprendimiento de agregados	DEA	m2	13.37	M

La sección entre el Km 7+938 y el Km 7+975, se identificaron diversos tipos de fallas clasificadas según su grado de severidad en bajo (L), medio (M) y alto (H). Los daños con mayor cantidad fueron la piel de cocodrilo, con un índice de incidencia de 27.92, y las grietas de borde, con un valor de 24.87.

UM - 10

Tabla 25

Grado de severidad de las fallas - Km 8+049 – 8+086

GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	9.02	L
10	Grieta longitudinales / transversales	GTR	m	15.53	M
11	Parqueo	PAR	m2	29.44	H
15	Ahuellamiento	AHT	m2	5.41	L
16	Desplazamiento	DPT	m2	7.52	M

La sección entre el Km 8+049 y el Km 8+086, se identificaron diversos tipos de fallas clasificadas según su grado de severidad en bajo (L), medio (M) y alto (H). Los daños con mayor cantidad fueron el parqueo, con un índice de incidencia de 29.44, y las grietas longitudinales, con un valor de 15.53.

Resumen del grado de severidad identificadas en las fallas

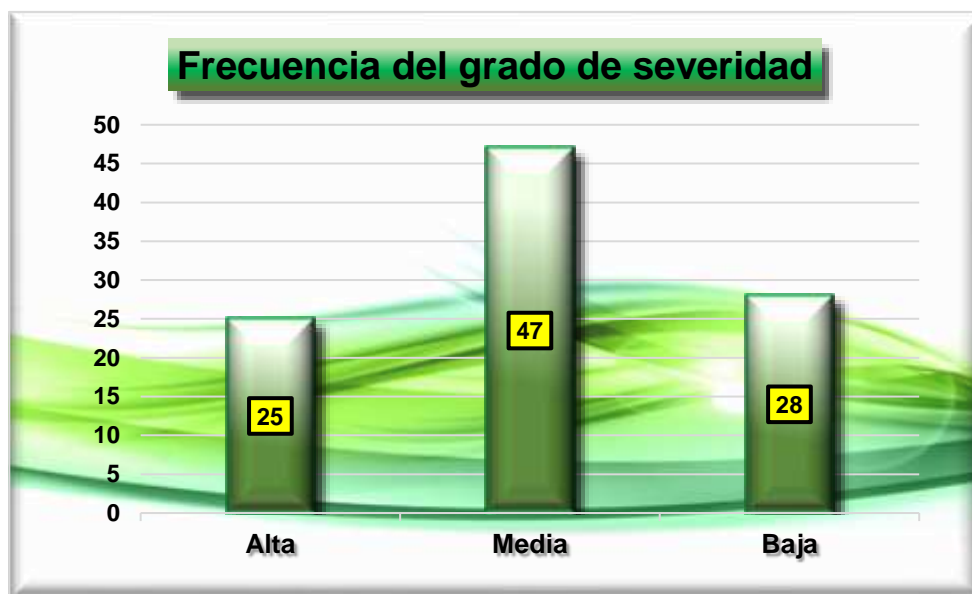
Tabla 26

Grado de severidad en las fallas

Vía	GRADO DE SEVERIDAD		
	Severidad	frecuencia	%
Juliaca - Lampa	H	14	25%
	M	27	47%
	L	16	28%

Figura 8

Frecuencia del grado de severidad en las fallas



En la figura se evidencia que las fallas con severidad media (M) son las más predominantes en la vía Juliaca - Lampa, registrándose un total de 27 casos. Esto resalta la necesidad de implementar medidas de mantenimiento preventivo para evitar un deterioro mayor. Por otro lado, las fallas de severidad leve (L) presentan una menor incidencia, con 16 casos reportados, lo que indica un impacto reducido en la condición general de la vía. Finalmente, las fallas de severidad alta (H) son las menos frecuentes, con 14 casos registrados; sin embargo, su atención es prioritaria debido al riesgo que representan para la infraestructura vial.

4.1.3. Clasificación del estado superficial según PCI en el pavimento flexible

UM - 01

Tabla 27

Proceso de fallas UM-01, Km 7+050 – 7+087

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	H	4.43	6.21	2.68	3.98	17.30	6.23%	55.08
3	M	4.02	2.33	3.25		9.60	3.46%	9.03
7	H	5.61	3.96	7.43	6.51	23.51	8.47%	20.62
11	L	2.13	1.54	1.88		5.55	2.00%	4.40
15	L	3.21	4.57			7.78	2.80%	16.48
19	M	4.68	4.26	6.77	1.36	17.07	6.15%	14.68

La sección entre los kilómetros 7+050 – 7+087, una vez identificadas las fallas en el pavimento, se lleva a cabo un análisis detallado que incluye el cálculo de la densidad y la determinación de los valores correspondientes. Estos cálculos se realizaron tomando como base los datos recolectados de las distintas fallas detectadas, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones del pavimento.

Tabla 28

PCI y Clasificación UM-01, Km 7+050 – 7+087

Falla	Svd	Valor deducido						Va. De. Total	q	VDC
1	H	55.08	20.62	16.48	14.68	9.03	4.40	120.3	6	59.12
3	M	55.08	20.62	16.48	14.68	9.03	2	117.9	5	60.95
7	H	55.08	20.62	16.48	14.68	2	2	110.9	4	62.54
11	L	55.08	20.62	16.48	2	2	2	98.2	3	61.92
15	L	55.08	20.62	2	2	2	2	83.7	2	60.22
19	M	55.08	2	2	2	2	2	65.1	1	65.10
Máximo VDC										65.10
PCI										35%
Condición del pavimento										MALO

La sección entre los Km 7+050 – 7+087, se llevó a cabo una evaluación detallada de las fallas presentes en el pavimento, analizando aspectos como la severidad, la densidad y los valores derivados de las mediciones realizadas. Como resultado de este análisis, se obtuvo un Máximo VDC de 65.10 y un índice PCI del 35%. Según estos valores, el pavimento de este tramo se clasifica dentro de la categoría de condición MALO, lo que indica la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para garantizar su funcionalidad y seguridad.

UM - 02

Tabla 29

Proceso de fallas UM-01, Km 7+161 – 7+198

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
3	M	3.47	4.22	5.38		13.07	4.71%	10.92
7	H	6.24	7.63	4.65	9.78	28.30	10.20%	22.46
10	M	2.67	4.55	3.64		10.86	3.91%	8.99
11	H	7.29	4.69	9.86	6.14	27.98	10.08%	52.12
13	L	1	1			2.00	0.72%	14.98
16	M	3.24	2.58	4.17		9.99	3.60%	20.86

La sección entre los kilómetros 7+161 – 7+198, una vez identificadas las fallas en el pavimento, se lleva a cabo un análisis detallado que incluye el cálculo de la densidad y la determinación de los valores correspondientes. Estos cálculos se realizaron tomando como base los datos recolectados de las distintas fallas detectadas, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones del pavimento.

Tabla 30

PCI y Clasificación UM-01, Km 7+161 – 7+198

Falla	Svd	Valor deducido						Va. De. Total	q	VDC
3	M	52.12	22.46	20.86	14.98	10.92	9.0	130.33	6	63.13
7	H	52.12	22.46	20.86	14.98	10.92	2	123.34	5	63.67
10	M	52.12	22.46	20.86	14.98	2	2	114.42	4	64.65
11	H	52.12	22.46	20.86	2	2	2	101.44	3	63.72
13	L	52.12	22.46	2	2	2	2	82.58	2	59.55
16	M	52.12	2	2	2	2	2	62.12	1	62.12
Máximo VDC										64.65
PCI										35%
Condición del pavimento										MALO

La sección entre los Km 7+161 – 7+198, se llevó a cabo una evaluación detallada de las fallas presentes en el pavimento, analizando aspectos como la severidad, la densidad y los valores derivados de las mediciones realizadas. Como resultado de este análisis, se obtuvo un Máximo VDC de 64.65 y un índice PCI del 35%. Según estos valores, el pavimento de este tramo se clasifica dentro de la categoría de condición MALO, lo que indica la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para garantizar su funcionalidad y seguridad.



UM - 03

Tabla 31

Proceso de fallas UM-01, Km 7+272 – 7+309

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	M	3.62	6.15	5.57		15.34	5.53%	39.01
7	L	2.88	4.24	2.65		9.77	3.52%	3.50
10	H	4.69	3.98	6.84	9.12	24.63	8.88%	32.30
11	M	7.18	5.37	6.33		18.88	6.80%	26.12
13	H	1	2	1	1	5.00	1.80%	63.80

La sección entre los kilómetros 7+272 – 7+309, una vez identificadas las fallas en el pavimento, se lleva a cabo un análisis detallado que incluye el cálculo de la densidad y la determinación de los valores correspondientes. Estos cálculos se realizaron tomando como base los datos recolectados de las distintas fallas detectadas, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones del pavimento.

Tabla 32

PCI y Clasificación UM-01, Km 7+272 – 7+309

Falla	Svd	Valor deducido					Va. De. Total	q	VDC
1	M	63.80	39.01	32.30	26.12	3.50	164.7	5	82.88
7	L	63.80	39.01	32.30	26.12	2	163.2	4	87.28
10	H	63.80	39.01	32.30	2	2	139.1	3	83.55
11	M	63.80	39.01	2	2	2	108.8	2	75.40
13	H	63.80	2	2	2	2	71.8	1	71.80
1	M								
Máximo VDC									87.28
PCI									13%
Condición del pavimento									MUY MALO

La sección entre los Km 7+272 – 7+309, se llevó a cabo una evaluación detallada de las fallas presentes en el pavimento, analizando aspectos como la severidad, la densidad y los valores derivados de las mediciones realizadas. Como resultado de este análisis, se obtuvo un Máximo VDC de 87.28 y un índice PCI del 13%. Según estos valores, el pavimento de este tramo se clasifica dentro de la categoría de condición MUY MALO, lo que indica la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para garantizar su funcionalidad y seguridad.

UM - 04

Tabla 33

Proceso de fallas UM-01, Km 7+383 – 7+420

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
3	M	3.46	2.85	6.21		12.52	4.51%	10.66
6	L	2.14	3.06	3.27		8.47	3.05%	24.76
10	M	4.23	3.72	2.51		10.46	3.77%	8.67
11	H	5.62	4.27	10.16	3.63	23.68	8.53%	47.77
15	L	3.05	2.11			5.16	1.86%	13.15
19	M	3.51	2.17	4.36		10.04	3.62%	11.88

La sección entre los kilómetros 7+383 – 7+420, una vez identificadas las fallas en el pavimento, se lleva a cabo un análisis detallado que incluye el cálculo de la densidad y la determinación de los valores correspondientes. Estos cálculos se realizaron tomando como base los datos recolectados de las distintas fallas detectadas, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones del pavimento.

Tabla 34

PCI y Clasificación UM-01, Km 7+383 – 7+420

Falla	Svd	Valor deducido						Va. De. Total	q	VDC
3	M	47.77	24.76	13.15	11.88	10.66	8.67	116.89	6	57.45
6	L	47.77	24.76	13.15	11.88	10.66	2	110.22	5	54.11
10	M	47.77	24.76	13.15	11.88	2	2	101.56	4	57.78
11	H	47.77	24.76	13.15	2	2	2	91.68	3	58.01
15	L	47.77	24.76	2	2	2	2	80.5	2	58.3
19	M	47.77	2	2	2	2	2	57.8	1	57.80
Máximo VDC										58.30
PCI										42%
Condición del pavimento										REGULAR

La sección entre los Km 7+383 – 7+420, se llevó a cabo una evaluación detallada de las fallas presentes en el pavimento, analizando aspectos como la severidad, la densidad y los valores derivados de las mediciones realizadas. Como resultado de este análisis, se obtuvo un Máximo VDC de 58.30 y un índice PCI del 42%. Según estos valores, el pavimento de este tramo se clasifica dentro de la categoría de condición REGULAR, lo que indica la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para garantizar su funcionalidad y seguridad.

UM - 05

Tabla 35

Proceso de fallas UM-01, Km 7+494 – 7+531

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	L	2.33	4.06	3.01		9.40	3.39%	21.83
3	M	4.82	6.71	5.55		17.08	6.15%	12.64
10	H	7.36	8.24	10.12	8.44	34.16	12.31%	38.00
13	M	2	1	1		4.00	1.44%	38.16
16	L	3.28	4.09			7.37	2.66%	9.61
19	M	4.71	3.08	4.11		11.9	4.29%	12.62

La sección entre los kilómetros 7+494 – 7+531, una vez identificadas las fallas en el pavimento, se lleva a cabo un análisis detallado que incluye el cálculo de la densidad y la determinación de los valores correspondientes. Estos cálculos se realizaron tomando como base los datos recolectados de las distintas fallas detectadas, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones del pavimento.

Tabla 36

PCI y Clasificación UM-01, Km 7+494 – 7+531

Falla	Svd	Valor deducido						Va. De. Total	q	VDC
1	L	38.16	38.00	21.83	12.64	12.62	9.61	132.9	6	64.16
3	M	38.16	38.00	21.83	12.64	12.62	2	125.3	5	64.65
10	H	38.16	38.00	21.83	12.64	2	2	114.6	4	64.76
13	M	38.16	38.00	21.83	2	2	2	104.0	3	65.00
16	L	38.16	38.00	2	2	2	2	84.2	2	60.52
19	M	38.16	2	2	2	2	2	48.2	1	48.20
Máximo VDC										65.00
PCI										35%
Condición del pavimento										MALO

La sección entre los Km 7+494 – 7+531, se llevó a cabo una evaluación detallada de las fallas presentes en el pavimento, analizando aspectos como la severidad, la densidad y los valores derivados de las mediciones realizadas. Como resultado de este análisis, se obtuvo un Máximo VDC de 65.00 y un índice PCI del 35%. Según estos valores, el pavimento de este tramo se clasifica dentro de la categoría de condición MALO, lo que indica la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para garantizar su funcionalidad y seguridad.

UM - 06

Tabla 37

Proceso de fallas UM-01, Km 7+605 – 7+642

Falla	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad	Valor deducido
1	M	5.12	4.36	3.82	13.30	4.79%	37.50
3	L	2.41	2.88	3.02	8.31	2.99%	2.88
7	H	7.21	6.23	8.84	25.05	9.03%	21.23
11	M	3.44	4.61	3.86	11.91	4.29%	20.77
17	L	3.26	2.08		5.34	1.92%	9.73

La sección entre los kilómetros 7+605 – 7+642, una vez identificadas las fallas en el pavimento, se lleva a cabo un análisis detallado que incluye el cálculo de la densidad y la determinación de los valores correspondientes. Estos cálculos se realizaron tomando como base los datos recolectados de las distintas fallas detectadas, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones del pavimento.

Tabla 38

PCI y Clasificación UM-01, Km 7+605 – 7+642

Falla	Svd	Valor deducido					Va. De. Total	q	VDC
1	M	37.5	21.23	20.77	9.73	2.88	92.1	5	47.26
3	L	37.5	21.23	20.77	9.73	2	91.2	4	51.72
7	H	37.5	21.23	20.77	2	2	83.5	3	52.78
11	M	37.5	21.23	2	2	2	64.7	2	47.29
17	L	37.5	2	2	2	2	45.5	1	45.5
Máximo VDC									52.78
PCI									47%
Condición del pavimento									REGULAR

La sección entre los Km 7+605 – 7+642, se llevó a cabo una evaluación detallada de las fallas presentes en el pavimento, analizando aspectos como la severidad, la densidad y los valores derivados de las mediciones realizadas. Como resultado de este análisis, se obtuvo un Máximo VDC de 52.78 y un índice PCI del 47%. Según estos valores, el pavimento de este tramo se clasifica dentro de la categoría de condición REGULAR, lo que indica la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para garantizar su funcionalidad y seguridad.



UM - 07

Tabla 39

Proceso de fallas UM-01, Km 7+716 – 7+753

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	M	4.22	5.76	4.63		14.61	5.26%	38.49
6	L	1.48	0.97	3.45		5.90	2.13%	5.58
7	H	6.24	5.89	9.03	8.47	29.63	10.68%	22.86
10	H	5.28	4.68	6.07	8.21	24.24	8.74%	32.06
13	M	2	1	1		4.00	1.44%	38.16
19	M	4.33	2.51	6.13		12.97	4.67%	13.04

La sección entre los kilómetros 7+716 – 7+753, una vez identificadas las fallas en el pavimento, se lleva a cabo un análisis detallado que incluye el cálculo de la densidad y la determinación de los valores correspondientes. Estos cálculos se realizaron tomando como base los datos recolectados de las distintas fallas detectadas, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones del pavimento.

Tabla 40

PCI y Clasificación UM-01, Km 7+716 – 7+753

Falla	Svd	Valor deducido						Va. De. Total	q	VDC
1	M	38.49	38.16	32.06	22.86	13.04	5.58	150.2	6	73.08
6	L	38.49	38.16	32.06	22.86	13.04	2	146.6	5	74.64
7	H	38.49	38.16	32.06	22.86	2	2	135.6	4	75.80
10	H	38.49	38.16	32.06	2	2	2	114.7	3	70.35
13	M	38.49	38.16	2	2	2	2	84.7	2	60.82
19	M	38.49	2	2	2	2	2	48.5	1	48.50
Máximo VDC										75.80
PCI										24%
Condición del pavimento										MUY MALO

La sección entre los Km 7+716 – 7+753, se llevó a cabo una evaluación detallada de las fallas presentes en el pavimento, analizando aspectos como la severidad, la densidad y los valores derivados de las mediciones realizadas. Como resultado de este análisis, se obtuvo un Máximo VDC de 75.80 y un índice PCI del 24%. Según estos valores, el pavimento de este tramo se clasifica dentro de la categoría de condición MUY MALO, lo que indica la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para garantizar su funcionalidad y seguridad.



UM - 08

Tabla 41

Proceso de fallas UM-01, Km 7+827 – 7+864

Falla	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad	Valor deducido
3	M	5.14	4.65	7.33	17.12	6.17%	12.65
7	L	2.35	1.25	1.48	5.08	1.83%	2.95
10	M	4.21	3.87	6.12	14.20	5.12%	11.68
11	M	5.69	8.02	7.42	21.13	7.61%	27.60
13	L	1	1		2.00	0.72%	14.98
16	M	4.26	3.85	7.15	15.26	5.50%	26.05

La sección entre los kilómetros 7+827 – 7+864, una vez identificadas las fallas en el pavimento, se lleva a cabo un análisis detallado que incluye el cálculo de la densidad y la determinación de los valores correspondientes. Estos cálculos se realizaron tomando como base los datos recolectados de las distintas fallas detectadas, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones del pavimento.

Tabla 42

PCI y Clasificación UM-01, Km 7+827 – 7+864

Falla	Svd	Valor deducido					Va. De. Total	q	VDC	
3	M	27.60	26.05	14.98	12.65	11.68	3.0	95.9	6	46.95
7	L	27.60	26.05	14.98	12.65	11.68	2	95.0	5	49.00
10	M	27.60	26.05	14.98	12.65	2	2	85.3	4	48.18
11	M	27.60	26.05	14.98	2	2	2	74.6	3	47.26
13	L	27.60	26.05	2	2	2	2	61.7	2	45.19
16	M	27.60	2	2	2	2	2	37.6	1	37.60
Máximo VDC										49.00
PCI										51%
Condición del pavimento										REGULAR

La sección entre los Km 7+827 – 7+864, se llevó a cabo una evaluación detallada de las fallas presentes en el pavimento, analizando aspectos como la severidad, la densidad y los valores derivados de las mediciones realizadas. Como resultado de este análisis, se obtuvo un Máximo VDC de 49.00 y un índice PCI del 51%. Según estos valores, el pavimento de este tramo se clasifica dentro de la categoría de condición REGULAR, lo que indica la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para garantizar su funcionalidad y seguridad.

UM - 09

Tabla 43

Proceso de fallas UM-01, Km 7+938 – 7+975

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	H	7.33	6.74	5.21	8.64	27.92	10.06%	61.35
3	M	3.28	2.57	4.62		10.47	3.77%	9.59
7	H	5.12	4.55	8.32	6.88	24.87	8.96%	21.16
11	M	3.64	4.23	4.72		12.59	4.54%	21.34
15	L	2.36	1.68			4.04	1.46%	10.71
19	M	3.47	5.05	4.85		13.37	4.82%	13.20

La sección entre los kilómetros 7+938 – 7+975, una vez identificadas las fallas en el pavimento, se lleva a cabo un análisis detallado que incluye el cálculo de la densidad y la determinación de los valores correspondientes. Estos cálculos se realizaron tomando como base los datos recolectados de las distintas fallas detectadas, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones del pavimento.

Tabla 44

PCI y Clasificación UM-01, Km 7+938 – 7+975

Falla	Svd	Valor deducido						Va. De. Total	q	VDC
1	H	61.35	21.34	21.16	13.20	10.71	9.59	137.4	6	66.44
3	M	61.35	21.34	21.16	13.20	10.71	2	129.8	5	66.90
7	H	61.35	21.34	21.16	13.20	2	2	121.1	4	68.55
11	M	61.35	21.34	21.16	2	2	2	109.9	3	67.95
15	L	61.35	21.34	2	2	2	2	90.7	2	64.49
19	M	61.35	2	2	2	2	2	71.4	1	71.40
Máximo VDC										71.40
PCI										29%
Condición del pavimento										MALO

La sección entre los Km 7+938 – 7+975, se llevó a cabo una evaluación detallada de las fallas presentes en el pavimento, analizando aspectos como la severidad, la densidad y los valores derivados de las mediciones realizadas. Como resultado de este análisis, se obtuvo un Máximo VDC de 71.40 y un índice PCI del 29%. Según estos valores, el pavimento de este tramo se clasifica dentro de la categoría de condición MALO, lo que indica la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para garantizar su funcionalidad y seguridad.

UM - 10

Tabla 45

Proceso de fallas UM-01, Km 8+049 – 8+086

Falla	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad	Valor deducido
3	L	3.21	4.66	1.15	9.02	3.25%	3.20
10	M	4.51	6.28	4.74	15.53	5.60%	12.40
11	H	6.18	5.23	9.57	25.44	9.17%	49.43
15	L	2.17	3.24		5.41	1.95%	13.70
16	M	1.66	2.37	3.49	7.52	2.71%	17.96
				4.46			

La sección entre los kilómetros 8+049 – 8+086, una vez identificadas las fallas en el pavimento, se lleva a cabo un análisis detallado que incluye el cálculo de la densidad y la determinación de los valores correspondientes. Estos cálculos se realizaron tomando como base los datos recolectados de las distintas fallas detectadas, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones del pavimento.

Tabla 46

PCI y Clasificación UM-01, Km 8+049 – 8+086

Falla	Svd	Valor deducido					Va. De. Total	q	VDC
3	L	49.43	17.96	13.70	12.40	3.20	96.7	5	50.02
10	M	49.43	17.96	13.70	12.40	2	95.5	4	54.30
11	H	49.43	17.96	13.70	2	2	85.1	3	53.82
15	L	49.43	17.96	2	2	2	73.4	2	53.38
16	M	49.43	2	2	2	2	57.4	1	57.40
Máximo VDC								57.40	
PCI								43%	
Condición del pavimento								REGULAR	

La sección entre los Km 8+049 – 8+086, se llevó a cabo una evaluación detallada de las fallas presentes en el pavimento, analizando aspectos como la severidad, la densidad y los valores derivados de las mediciones realizadas. Como resultado de este análisis, se obtuvo un Máximo VDC de 57.40 y un índice PCI del 43%. Según estos valores, el pavimento de este tramo se clasifica dentro de la categoría de condición REGULAR, lo que indica la necesidad de realizar intervenciones inmediatas para garantizar su funcionalidad y seguridad.

Resultados del estado superficial según PCI en el pavimento flexible**Tabla 47***Condición del pavimento, según PCI*

UM	Progresivas (inicio)	Progresivas (final)	PCI (%)	Condición
1	7+050	7+087	35	MALO
2	7+161	7+198	35	MALO
3	7+272	7+309	13	MUY MALO
4	7+383	7+420	42	REGULAR
5	7+494	7+531	35	MALO
6	7+605	7+642	47	REGULAR
7	7+716	7+753	24	MUY MALO
8	7+827	7+864	51	REGULAR
9	7+938	7+975	29	MALO
10	8+049	8+086	43	REGULAR
Resultado general				MALO

La tabla presenta una evaluación del estado del pavimento en distintos tramos de la vía Juliaca - Lampa, utilizando el Índice de Condición de Pavimento (PCI) como criterio de análisis. Los resultados reflejan una clasificación variable, abarcando categorías desde "Regular" hasta "Muy Malo", evidenciando diferencias significativas en la calidad de la calzada a lo largo de los segmentos evaluados.

4.1.4. Propuesta de alternativa de intervención según el nivel de condición superficial

Después de identificar los distintos tipos de fallas y sus niveles de severidad, se procedió a aplicar los métodos detallados en el capítulo III. Estas acciones condujeron a la evaluación del PCI y a la determinación del estado de conservación del pavimento en cada una de las muestras evaluadas, permitiendo así una valoración precisa del comportamiento de las superficies analizadas.

Tabla 48

Resultado de los datos obtenidos por el método PCI

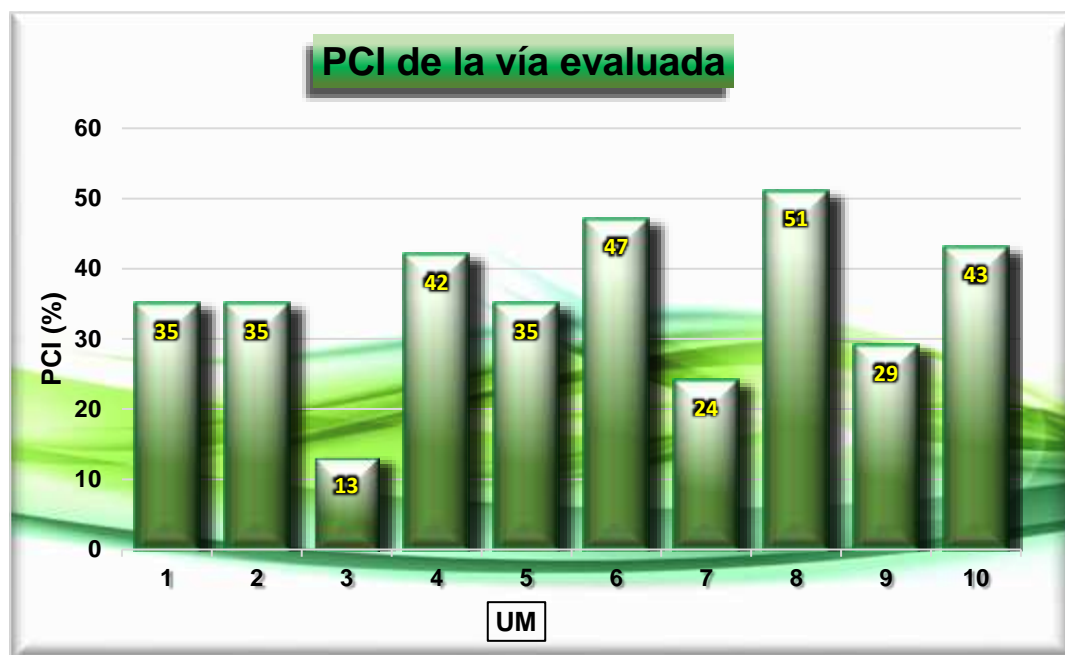
UM	Progresivas (inicio) Km	Progresivas (final) Km	PCI (%)	Condición	Nivel de intervención
1	7+050	7+087	35	MALO	Rehabilitación
2	7+161	7+198	35	MALO	Rehabilitación
3	7+272	7+309	13	MUY MALO	Reconstrucción
4	7+383	7+420	42	REGULAR	Mant. Periódico
5	7+494	7+531	35	MALO	Rehabilitación
6	7+605	7+642	47	REGULAR	Mant. Periódico
7	7+716	7+753	24	MUY MALO	Reconstrucción
8	7+827	7+864	51	REGULAR	Mant. Periódico
9	7+938	7+975	29	MALO	Rehabilitación
10	8+049	8+086	43	REGULAR	Mant. Periódico
Resultado general				MALO	

La tabla expone la propuesta de intervención para cada tramo de pavimento analizado, tomando en cuenta su Índice de Condición de Pavimento (PCI). Para los segmentos clasificados como "Muy Malo", se sugiere la "Reconstrucción" total de la vía. En el caso de aquellos con PCI "Malo", se sugiere la "Rehabilitación" con el objetivo de prolongar su vida útil. Asimismo, los tramos en estado "Regular" también requieren trabajos de "Rehabilitación" para prevenir un deterioro mayor. Esta planificación permite optimizar el

uso de recursos y focalizar las acciones en las áreas con mayor necesidad de intervención, garantizando una mejor gestión del pavimento.

Figura 9

PCI de la vía evaluada.



La figura ilustra el estado del pavimento flexible en la vía Juliaca - Lampa, basado en el análisis de 10 muestras recolectadas. A través de esta evaluación, se determina la condición de la superficie vial utilizando el Índice de Condición de Pavimento (PCI), permitiendo así una mejor comprensión de su nivel de deterioro y la necesidad de mantenimiento.

4.2. Discusión de resultados

Conforme a los resultados alcanzados en la evaluación del pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa, se llevó a cabo un análisis situacional utilizando el método PCI. Este estudio permitió identificar las fallas con mayor presencia en la vía evaluada, entre las cuales destacan: piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales, ahuellamiento, presencia de huecos, parches y grietas de borde. Los hallazgos indican que el pavimento

se encuentra en una condición deficiente, aunque las fallas detectadas no comprometen significativamente la calidad del servicio ni generan un impacto considerable en la experiencia del usuario.

En relación con la tesis de Campos y Barreda (2024), se observa una coincidencia en la aplicación de la metodología PCI como herramienta para determinar la mejor alternativa de rehabilitación, permitiendo así la optimización de costos y tiempos. Para ello, se empleó la técnica de inspección visual, la misma que fue utilizada en el presente estudio y documentada en formatos de evaluación, obteniendo finalmente el PCI de la muestra. De manera similar, en ambos estudios se aplicó la metodología PCI al pavimento flexible, siguiendo el procedimiento establecido para la recolección, procesamiento y análisis de datos según las características del pavimento evaluado.

Los estudios de Saavedra y Sempertegui (2023) destacan la necesidad de intervenciones en pavimentos flexibles con PCI bajo, categorizándolos en estados que van desde "Pobre" hasta "Muy Malo". En la investigación realizada por Fernández y Jiménez (2021), se obtuvo un PCI promedio de 34, acompañado de fallas como baches y parches, lo que evidencia una deficiencia estructural en la capa base debido a un CBR por debajo del mínimo requerido, indicando una falta de soporte adecuado. Por otro lado, Rodríguez y Valera (2021) evaluaron el Jr. Jorge Chávez en ambas direcciones, registrando un alto número de fallas (587 en total) y detectando una mayor severidad en el sentido Oeste-Este, donde el PCI fue de 26, posiblemente influenciado por el tráfico vehicular. De manera similar, en el presente estudio sobre la evaluación del pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa, se identificaron tramos con PCI bajo, con clasificaciones que oscilan entre "Muy Malo" y "Regular". Estos hallazgos refuerzan la concordancia entre ambas investigaciones respecto al estado del pavimento y la necesidad de mantenimiento del pavimento para extender su vida útil.

Además, Atahui y Morales (2020), llevaron a cabo una investigación exhaustiva sobre el estado de la avenida Malecón Checa, donde recopilaron información relevante de



las muestras evaluadas, basándose en las normativas y procedimientos establecidos por el método PCI para pavimentos flexibles. En su estudio, se identificaron las principales fallas en el pavimento, entre las que destacan la desintegración y disgregación (33.6%), los baches (18.5%), los huecos (18.4%), la piel de cocodrilo (10.8%) y las grietas longitudinales y transversales (8.9%). Ambos estudios, tanto el de Atabui y Morales como el de Campos y Barreda, coinciden en que las fallas más comunes en los pavimentos flexibles incluyen la piel de cocodrilo, los huecos y las grietas longitudinales. En otro contexto, Campos y Barreda (2024) encontraron que las muestras PCI en su investigación se encontraban en un estado muy bueno, lo cual se debe a que la red vial de su área de estudio fue constantemente supervisada y mantenida por las autoridades del distrito de La Victoria. Sin embargo, en el presente estudio, las muestras evaluadas mostraron un estado de conservación deficiente, lo que sugiere que el mantenimiento constante y adecuado de la red vial es esencial para prolongar la vida útil del pavimento. Esto resalta la importancia de contar con un programa de mantenimiento eficaz y regular para asegurar que las infraestructuras viales se mantengan en condiciones óptimas y prevengan el deterioro prematuro.

CONCLUSIONES

General, la evaluación de la condición superficial del pavimento flexible de la vía Juliaca – Lampa, mediante el método de inspección visual bajo la normativa internacional del manual PCI, permitió identificar un alto grado de deterioro caracterizado principalmente por agrietamiento y parches, así como una prevalencia de fallas de severidad media y alta.

Primero, la falla de mayor incidencia en el pavimento de la vía Juliaca – Lampa; fueron el agrietamiento y parcheo, con una incidencia del 14%. Seguidamente, se observaron las grietas de borde y las grietas transversales con un 12% de incidencia. Por otra parte, la falla piel de cocodrilo con un 11%, mientras las otras fallas muestran porcentajes menores.

Segundo, el análisis del grado de severidad de las fallas encontradas en la vía Juliaca – Lampa mostró que la mayor parte de las incidencias fueron de severidad media, representando un 47% del total. Por otro lado, las fallas de baja severidad correspondieron al 28% de las incidencias. Finalmente, se identificaron fallas de severidad alta en un 25% de los casos, lo que indica que ciertos tramos de la vía presentan un nivel significativo de deterioro y requieren atención urgente para evitar un mayor agravamiento.

Tercero, el estado superficial de la vía Juliaca – Lampa según el manual PCI, se clasifica como "Malo", dado que la mayoría de los tramos evaluados presentan signos de deterioro. No obstante, se identificaron secciones con mayores niveles de afectación. Estos resultados fueron obtenidos a partir del análisis de los datos recolectados sobre las distintas fallas detectadas en los tramos, con el objetivo de evaluar su impacto en la condición general del pavimento.

Cuarto, se propusieron alternativas de intervención acorde a las condiciones observadas en función del estado del pavimento; para los tramos clasificados como "Regular" se recomienda llevar a cabo trabajos de rehabilitación en las secciones necesarias, mientras



que para aquellos en condiciones "Malo" y "Muy Malo" se sugiere la implementación de una rehabilitación, e incluso, en los casos más críticos, la reconstrucción total de la vía.



RECOMENDACIONES

General, se recomienda realizar investigaciones sobre la evaluación de pavimentos flexibles mediante el método PCI, que adopten un enfoque sistemático y riguroso durante el proceso de inspección visual, asegurando una correcta identificación y clasificación de las fallas según su tipo, extensión y severidad.

Primero, se sugiere que se analicen a mayor profundidad el impacto del agrietamiento y parcheo, ya que estas fallas representan las más recurrentes. Asimismo se sugiere complementar el estudio con un análisis de factores externos, como la carga vehicular, las condiciones climáticas y la calidad de los materiales utilizados en el pavimento.

Segundo, se recomienda que no solo clasifiquen las fallas por severidad, sino que también analicen su tasa de progresión a lo largo del tiempo. Esto permitiría predecir con mayor precisión el deterioro del pavimento y establecer modelos de intervención preventiva que optimicen los costos de mantenimiento.

Tercero, se recomienda que se incorporen análisis más detallados de la capa estructural del pavimento. Además, es importante realizar estudios complementarios para determinar la estabilidad estructural del pavimento y establecer estrategias de refuerzo en la base y subbase.

Cuarto, se recomienda evaluar costos y eficiencia de las diferentes alternativas de intervención, considerando tanto el mantenimiento rutinario como la rehabilitación estructural. Además, sería valioso incluir un análisis costo-beneficio para determinar la opción más viable en términos de sostenibilidad económica y durabilidad del pavimento.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, L. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la avenida 3 de julio del Cantón el Carmen*. Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3487/1/TESIS%20-%20ALMEIDA%20LUIS%20MIGUEL%202021.pdf>
- Apaza, R. (2022). *Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible aplicando el método Índice de Condición de Pavimento de la vía Chasqui - Pilcuyo, Puno - 2019*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Apaza_Condorcallo_Royer_Alberto.pdf
- Atahui, J., & Morales, G. (2020). *Evaluación de la condición del pavimento flexible aplicando las metodologías VIZIR y PCI para proponer alternativas de mantenimientos - Av. Malecón Checa*. Lima - Perú: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3687/CIV-T030_76511051_T%20%20%20ATAHUI%20CONTRERAS%20JUAN%20CARLOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Campos, C., & Barreda, L. (2024). *Análisis superficial del pavimento flexible con fines de definir una propuesta de intervención en la Urb. Teresa de Calcuta en el distrito de la Victoria, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque - 2023*. Chiclayo - Perú: Universidad Tecnológica del Perú. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/C.Campos_L.Barreda_Tesis_Titulo_Profesional_2024.pdf
- Choque, J. (2019). *Estudio comparativo del método PCI y el manual de conservación vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible, tramo Emp. PE-3S -*



- Atuncolla*, 2017. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Choque_Palacios_Juan_Artemio.pdf
- Creswell, J. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications. Obtenido de <https://archive.org/details/methodology-alobatnic-libraries-creswell>
- Fernández, P., & Jiménez, R. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible mediante los métodos VIZIR, PCI, IRI en la carretera Bagua Grande - Cajaruco, Amazonas - 2021*. Moyobamba - Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Fernandez_CPA-Jimenez_ERC-SD.pdf
- Garzon, A., & Hernandez, L. (2020). *Pavimento flexible para bajos volúmenes de tránsito*. Colombia. Obtenido de <https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5711/CARTILLA.pdf?sequence=2>
- Giordani, C., & Leone, D. (2021). *Pavimentos*. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf
- González et al. (2018). *Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI)*. Universidad de Oriente. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1813/181358738015/html/>
- Hermoza, A. (2024). *Evaluación superficial, funcional y estructural del pavimento flexible, mediante PCI, IRI y Deflectometría, en la vía Platería - Acora*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/23037/Hermoza_S%c3%a1nchez_Alexander_Edmundo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernandez et al. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill. Obtenido de <https://www.buscalibre.pe/libro-metodologia-de-la-investigacion/9786071502919/p/3392209>



- Irigoyen, J. (2018). *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación*. Republica Dominicana. Obtenido de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>
- Llopis, D., & Pérez, A. (2021). *Deterioros en pavimentos urbanos*. España: Universidad Politécnica de València. Obtenido de <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/139865/Llopis;P%C3%A9rez%20-%20Deterioros%20en%20pavimentos%20urbanos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maldonado, J., & Badillo, M. (2019). *Evaluación superficial del pavimento flexible mediante metodologías VIZIR y PCI, de la vía correspondiente desde el PR 00+3000 - puente de la quebrada de agua blanca que comunica al corregimiento de la Don Juana, Municipio de Bochalema*. Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander. Obtenido de <https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/2921/1112509.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mocondino, J. (11 de 03 de 2020). *Que son los pavimentos y cómo se clasifican*. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-los-pavimento-y-c%C3%B3mo-se-clasifican-jhonn-jairo-mocondino-r->
- Pérez, D. (2021). *Diagnóstico de pavimento mediante el método PCI y análisis de la influencia del mal estado de la vía con relación al número de accidentes presentados en la Av. La Victoria*. Colombia: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/132c607b-b6f1-4837-9403-8b4644befebe/content>
- Pérez, F. (2023). *Que es el pavimento, su clasificación y Características*. Obtenido de <https://cementostorices.com/blog/construccion/que-es-el-pavimento-tipos-y-caracteristicas/>
- Ramos, A. (2022). *Que son los pavimentos*. Obtenido de <https://trcpaint.com/pavimentos-flexibles/>



Rodríguez, R., & Valera, M. (2021). *Evaluación del estado superficial del pavimento flexible, mediante el método del Índice de Condición de Pavimento, del Jr. Jorge Chávez, distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín*. Tarapoto - Perú: Universidad Científica del Perú. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1534/RODR%c3%8dGUEZ%20PERALTA%20RORY%20Y%20VALERA%20DELGADO%20MART%c3%8dN%20ALONSO%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Saavedra, L., & Sempertegui, R. (2023). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método del Índice de Condición del Pavimento en la prolongación Bolognesi*. Perú: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Saavedra%20Salazar,%20Luis%20%20Sempertegui%20Diaz,%20Richar.pdf>

Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI)*. Ingepav. Obtenido de <https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/manual-pci1.pdf>

Zambrano, Y. (2023). *Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método PCI en la Avenida Quito Norte Comunidad de San Alejo en la Ciudad de Bahía de Caráquez - Manabí*. Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5849/1/Zambrano%20Flores%20Yuri%20Leandro.pdf>



ANEXOS



Anexo A. Matriz de consistencia

TÍTULO DE LA TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la condición superficial mediante normativa internacional de inspección visual para la propuesta de intervención del pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar el índice de condición del pavimento por medio del manual americano de inspección visual en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El índice de condición del pavimento por medio del manual americano de inspección visual en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024, será regular.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO</p> <p>Indicadores:</p> <p><i>Tipos de deterioro</i></p> <p><i>Grado de severidad</i></p> <p><i>Extensión del deterioro</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>PROPUESTA DE LA INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE</p> <p>Indicadores:</p> <p><i>Tipo de intervención requerida</i></p> <p><i>Grado de intervención</i></p> <p><i>Recursos necesarios</i></p> <p><i>Prioridad de intervención</i></p>	<p>Fichas de inspección visual.</p> <p>Manual PCI.</p> <p>Técnicas de análisis documental.</p>
<p>Problemas Específicos</p>	<p>Objetivos Específicos</p>	<p>Hipótesis Específicas</p>		
<p>¿Cuáles son las fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024?</p>	<p>Identificar las fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024.</p>	<p>Las fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024, serán fallas de agrietamiento y parcheo, grietas de borde, grietas longitudinales y transversales, huecos, y Parcheo.</p>		
<p>¿Cuál es el grado de severidad de las fallas identificadas en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024?</p>	<p>Determinar el grado de severidad de las fallas identificadas en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024.</p>	<p>El grado de severidad de las fallas identificadas en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024, serán moderadas a severas.</p>		
<p>¿Cuál es la clasificación general del estado superficial según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024?</p>	<p>Determinar la clasificación general del estado superficial según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024.</p>	<p>La clasificación general del estado superficial según el manual PCI en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024, será de clasificación mala.</p>		
<p>¿Cuál es la alternativa de intervención según el nivel de condición superficial en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024?</p>	<p>Proponer la alternativa de intervención según el nivel de condición superficial en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024.</p>	<p>La alternativa de intervención según el nivel de condición superficial en el pavimento flexible de la vía Juliaca - Lampa 2024, será una rehabilitación.</p>		



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024
EVALUADOR:	Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA
FECHA:	18/10/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 01 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 07+050
 ANCHO DE VIA (m) : 7.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 07+087
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 37.00 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 277.5

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimiento de Agregado	PUL	m2
3	Agritamiento en bloques	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
1	H	4.43	6.21	2.68	3.98			17.30	6.23%	55.08	
3	M	4.02	2.33	3.25				9.60	3.46%	9.03	
7	H	5.61	3.96	7.43	6.51			23.51	8.47%	20.62	
11	L	2.13	1.54	1.68				5.55	2.00%	4.40	
15	L	3.21	4.57					7.78	2.80%	16.48	
19	M	4.68	4.26	6.77	1.36			17.07	6.15%	14.68	
TOTAL VD									120.29		

Valor deducido mas alto	55.08
valor deducido menor	4.4
Numero maximo de valores deducidos	6

m	5.13	m = 1+ (9/98) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.13	
Valor minimo	4.4	

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	55.08	20.62	16.48	14.68	9.03	4.40	120.3	6	59.12
2	55.08	20.62	16.48	14.68	9.03	2	117.9	5	60.95
3	55.08	20.62	16.48	14.68	2	2	110.9	4	62.54
4	55.08	20.62	16.48	2	2	2	97.5	3	64.20
5	55.08	20.62	2	2	2	2	83.7	2	65.87
6	55.08	2	2	2	2	2	69.9	1	67.50
MAX VDC									65.19

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC e Total VD)
	PCI = 35 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024
EVALUADOR:	Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA
FECHA:	18/10/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 02
 ANCHO DE VIA (m): 7.5
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 37.00
 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 07+161
 FIN DE PROGRESIVA (KM): 07+198
 AREA DE LA UNIDAD (m2): 277.5

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
3	M	3.47	4.22	5.38				13.07	4.71%	10.92	
7	H	6.24	7.63	4.65	9.78			28.30	10.20%	22.46	
10	M	2.67	4.55	3.64				10.86	3.91%	8.99	
11	H	7.29	4.69	9.86	6.14			27.98	10.06%	52.12	
13	L	1	1					2.00	0.72%	14.98	
16	M	3.24	2.58	4.17				9.99	3.60%	20.86	
TOTAL VD									130.33		

Valor deducido mas alto	52.12
valor deducido menor	8.99
Numero maximo de valores deducidos	6

m	6.40	m = 1+ (S/98) (100-MDV) => 10
Parte decimal	0.40	
Valor minimo	8.99	

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDI	q	VDC		
1	52.12	22.46	20.86	14.98	10.92	9.0		130.33	6	63.13	
2	52.12	22.46	20.86	14.98	10.92	2		123.34	5	63.67	
3	52.12	22.46	20.86	14.98	2	2		114.42	4	64.65	
4	52.12	22.46	20.86	2	2	2		111.42	3	65.72	
5	52.12	22.46	2	2	2	2		83.88	2	65.82	
6	52.12	2	2	2	2	2		62.42	1	62.10	
MAX VDC									64.65		

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 35 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024
EVALUADOR:	Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA
FECHA:	18/10/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 03 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 07+272
 ANCHO DE VIA (m) : 7.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 07+309
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 37.00 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 277.5

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimiento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	M	3.62	6.15	5.57				15.34	5.53%	39.01
7	L	2.88	4.24	2.65				9.77	3.52%	3.50
10	H	4.69	3.98	6.84	9.12			24.63	8.88%	32.30
11	M	7.18	5.37	6.33				18.88	6.80%	26.12
13	H	1	2	1	1			5.00	1.80%	63.80
								TOTAL VD		164.73

Valor deducido más alto	63.8	m	4.32	m = 1+ (998) (100-HDV) <= 10
valor deducido menor	3.5	Parte decimal	0.32	
Numero maximo de valores deducidos	5	Valor minimo	3.5	

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	63.80	39.01	32.30	26.12	3.50		164.7	5	82.88	
2	63.80	39.01	32.30	26.12	2		163.2	4	87.28	
3	63.80	39.01	32.30	2	2		139.1	3	83.55	
4	63.80	39.01	3	2	2		118.3	2	78.41	
5	63.80	3	2	2	2		71.5	1	71.50	
								MAX VDC		87.28

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC ÷ Total VD)
	PCI = 13 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MUY MALO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERCO VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024
EVALUADOR:	Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA
FECHA:	18/10/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 04 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 07+383
 ANCHO DE VIA (m) : 7.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 07+420
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 37.00 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 277.5

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parcheo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	M	3.48	2.85	6.21				12.52	4.51%	10.86
6	L	2.14	3.06	3.27				8.47	3.05%	24.76
10	M	4.23	3.72	2.51				10.46	3.77%	8.87
11	H	5.62	4.27	10.16	3.63			23.68	8.53%	47.77
15	L	3.05	2.11					5.16	1.86%	13.15
19	M	3.51	2.17	4.36				10.04	3.62%	11.88
								TOTAL VD		116.89

Valor deducido mas alto	47.77
valor deducido menor	8.67
Numero maximo de valores deducidos	6

m	5.80	m * 1 + (998) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.80	
Valor mínimo	8.67	

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDI	q	VDC		
1	47.77	24.76	13.15	11.88	10.66	8.67		116.89	6	57.45	
2	47.77	24.76	13.15	11.88	10.66	2		110.22	5	54.11	
3	47.77	24.76	13.15	11.88	2	2		101.56	4	57.78	
4	47.77	24.76	13.15	2	2	2		91.98	3	58.01	
5	47.77	24.76	2	2	2	2		82.4	2	58.3	
6	47.77	2	2	2	2	2		67.8	1	57.90	
									MAX VDC		58.30

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD.)
	PCI = 42 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024
EVALUADOR:	Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA
FECHA:	18/10/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 05 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 07+494
 ANCHO DE VIA (m) : 7.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 07+531
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 37.00 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 277.6

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBD	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	L	2.33	4.06	3.01				9.40	3.38%	21.83
3	M	4.82	6.71	5.55				17.08	6.15%	12.64
10	H	7.38	8.24	10.12	8.44			34.16	12.31%	38.00
13	M	2	1	1				4.00	1.44%	38.16
16	L	3.26	4.09					7.37	2.66%	9.61
19	M	4.71	3.08	4.11				11.9	4.29%	12.62
TOTAL VD										132.86

Valor deducido mas alto	38.16
valor deducido menor	9.61
Numero maximo de valores deducidos	6

m	6.68	m = 1+ (9/98) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.68	
Valor minimo	9.61	

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	ij	VDC	
1	38.16	38.00	21.83	12.64	12.62	9.61		132.9	6	64.16
2	38.16	38.00	21.83	12.64	12.62	2		125.3	5	64.65
3	38.16	38.00	21.83	12.64	12.64	2		114.6	4	64.75
4	38.16	38.00	21.83	12.64	12.62	2		124.0	5	65.05
8	38.16	38.00	2	2	2	2		64.3	3	65.62
9	38.16	2	2	2	2	2		49.2	1	48.20
MAX VDC										65.00

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI = 35 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024
EVALUADOR:	Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA
FECHA:	18/10/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 06
 ANCHO DE VIA (m): 7.5
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 37.00
 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 07+805
 FIN DE PROGRESIVA (KM): 07+642
 AREA DE LA UNIDAD (m2): 277.5

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parcheo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimiento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Comugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	M	5.12	4.36	3.82			13.30	4.79%	37.50
3	L	2.41	2.88	3.02			8.31	2.99%	2.88
7	H	7.21	6.23	8.84	2.77		25.05	9.03%	21.23
11	M	3.44	4.51	3.86			11.91	4.29%	20.77
17	L	3.28	2.08				5.34	1.92%	9.73
							TOTAL VD		92.11

Valor deducido mas alto	37.5
valor deducido menor	2.88
Numero maximo de valores deducidos	5

m	6.74	m = 1+ (995) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.74	
Valor minimo	2.88	

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	37.5	21.23	20.77	9.73	2.88	92.1	5	47.26
2	37.5	21.23	20.77	9.73	2	91.2	4	51.72
3	37.5	21.23	20.77	2	2	83.5	3	52.76
4	37.5	21.23	2	2	2	84.7	2	47.26
5	37.5	2	2	2	2	85.5	1	47.26
							MAX VDC	52.76

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC e Total VD)
	PCI = 47 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024
EVALUADOR:	Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA
FECHA:	18/10/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 07 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 07+716
 ANCHO DE VIA (m) : 7.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 07+753
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 37.00 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 277.5

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parcheo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimiento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	M	4.22	5.76	4.63				14.61	5.26%	38.49
6	L	1.48	0.97	3.45				5.90	2.13%	5.58
7	H	6.24	5.89	9.03	8.47			29.63	10.68%	22.86
10	H	5.28	4.88	6.07	8.21			24.24	8.74%	32.08
13	M	2	1	1				4.00	1.44%	38.16
19	M	4.33	2.51	6.13				12.97	4.67%	13.04
TOTAL VD:										150.19

Valor deducido más alto	38.49
valor deducido menor	5.58
Numero máximo de valores deducidos	6

m	6.65	m = 1 + (3/98) (100 - HDV) <= 10
Parte decimal	0.65	
Valor mínimo	5.58	

N°	VALORES DEDUCIDOS						VD1	q	VDC	
1	38.49	38.16	32.08	22.86	13.04	5.58		150.2	6	73.08
2	38.49	38.16	32.08	22.86	13.04	2		146.6	5	74.64
3	38.49	38.16	32.08	22.86	2	2		135.6	4	75.80
4	38.49	38.16	32.08	2	2	2		112.7	3	70.12
5	38.49	38.16	2	2	2	2		64.7	2	67.82
6	38.49	2	2	2	2	2		48.3	1	48.50
MAX.VDC:										75.80

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 24 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **MUY MALO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024
EVALUADOR:	Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA
FECHA:	16/10/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 06 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 07+827
 ANCHO DE VIA (m) : 7.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 07+864
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 37.00 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 277.5

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	M	5.14	4.85	7.33				17.12	6.17%	12.65
7	L	2.35	1.25	1.48				5.08	1.83%	2.95
10	M	4.21	3.87	6.12				14.20	5.12%	11.68
11	M	5.69	8.02	7.42				21.13	7.61%	27.60
13	L	1	1					2.00	0.72%	14.98
16	M	4.26	3.85	7.15				15.26	5.50%	26.05
TOTAL VD										95.91

Valor deducido mas alto	27.6
valor deducido menor	2.95
Numero maximo de valores deducidos	6

m	7.65	m = 1+ (S/98) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.65	
Valor minimo	2.95	

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDI	q	VDC	
1	27.60	26.05	14.98	12.65	11.68	3.0		95.9	6	46.95
2	27.60	26.05	14.98	12.65	11.68	2		95.0	6	49.00
3	27.60	26.05	14.98	12.65	2	2		85.3	4	48.18
4	27.60	26.05	14.98	3	3	3		74.5	3	47.32
5	27.60	26.05	2	3	3	3		61.7	2	45.18
6	27.60	3	3	3	3	3		57.8	1	37.65
MAX VDC										48.00

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC ÷ Total VD)
	PCI = 51 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024
EVALUADOR:	Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA
FECHA:	18/10/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 09 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 07+938
 ANCHO DE VIA (m) : 7.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 07+975
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 37.00 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 277.5

N°	TIPO DE FALLA	COD	UMD	N°	TIPO DE FALLA	COD	UMD
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	H	7.33	6.74	5.21	8.84			27.92	10.06%	61.35
3	M	3.28	2.57	4.62				10.47	3.77%	9.59
7	H	5.12	4.55	8.32	6.88			24.87	8.96%	21.16
11	M	3.64	4.23	4.72				12.59	4.54%	21.34
15	L	2.38	1.68					4.04	1.46%	10.71
19	M	3.47	5.05	4.85				13.37	4.82%	13.20
TOTAL VD										137.35

Valor deducido mas alto	61.35	m	4.55	$m = 1 + (99) (100 - HDV) \leq 10$
valor deducido menor	9.59	Parte decimal	0.55	
Numero maximo de valores deducidos	6	Valor minimo	9.59	

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDI	q	VDC	
1	61.35	21.34	21.16	13.20	10.71	9.59		137.4	6	66.44
2	61.35	21.34	21.16	13.20	10.71	2		128.8	5	66.90
3	61.35	21.34	21.16	13.20	2	2		121.1	4	68.55
4	61.35	21.34	21.16	2	2	2		109.9	3	67.88
5	61.35	21.34	2	2	2	2		90.7	2	64.49
6	61.35	2	2	2	2	2		71.4	1	71.40
MAX VDC										71.40

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $100 - (\text{MaxVDC} \div \text{Total VD})$
	PCI = 29 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **MALO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA 2024
EVALUADOR:	Bach. JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA – LAMPA
FECHA:	18/10/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 10 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 08+049
 ANCHO DE VIA (m) : 7.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 08+098
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 37.00 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 277.5

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimiento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBD	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	L	3.21	4.66	1.15			9.02	3.25%	3.20
10	M	4.51	6.28	4.74			15.53	5.60%	12.40
11	H	6.18	5.23	9.57	4.46		25.44	9.17%	49.43
15	L	2.17	3.24				5.41	1.95%	13.70
16	M	1.66	2.37	3.49			7.52	2.71%	17.96
TOTAL VD								96.69	

Valor deducido mas alto	49.43
valor deducido menor	3.2
Numero maximo de valores deducidos	5

m	5.64	m = 1 + (998) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.64	
Valor minimo	3.2	

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDI	q	VDC
1	49.43	17.96	13.70	12.40	3.20	96.7	5	50.02
2	49.43	17.96	13.70	12.40	2	95.5	4	54.30
3	49.43	17.96	13.70	2	2	85.1	3	53.82
4	49.43	17.96	2	2	2	73.4	2	53.33
5	49.43	2	2	2	2	57.4	1	57.40
MAX VDC								57.40

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC ó Total VD)
	PCI = 43 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 26-05-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JHAMIL MAYTA OCHOCHOQUE

Dirección: SAN ISIDRO MZ. R1 LT. 12

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73445783

Teléfono: 917 552 416 email: jhamil.mayta.90@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE NORMATIVA INTERNACIONAL

DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL

PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA JULIACA - TAMPA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): INSPECCIÓN VISUAL, PCI, PAVIMENTO FLEXIBLE, VÍA

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17


Firma de Autor



huella digital

26-05-2025

Fecha