



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



**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL
DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE
SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ – VILQUECHICO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI

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 A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ – VILQUECHICO 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE	:	 _____ Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
PRIMER MIEMBRO	:	 _____ Dr. ARNALDO YANA TORRES
SEGUNDO MIEMBRO	:	 _____ Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
ASESOR DE TESIS	:	 _____ Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 635-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-7661 presentado por el (la) Bachiller: **BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI** 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. **BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUECHICO 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. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

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

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUECHICO 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 17 de julio del 2025
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - 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.

cc.
Archivo
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Mga. WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA
DECANO (e)
CIP. 70808



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1669-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 17338 por el señor (a): **BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1456- 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 303- 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): **BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUECHICO 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° 303- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUECHICO 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 merito 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): **BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUECHICO 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. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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 ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
.....
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1336-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 012529, presentado el señor (a) **BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1202-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 343-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUECHICO 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° 343-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUECHICO 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): **BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUECHICO 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. **EFRAIN PARILLO SOSA**.

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 ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
EFRAIN PARILLO SOSA
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo 2024
Interesado (a)



18% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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




Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ – VILQUECHICO 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47408677
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-3160-1697
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
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: Huancané Distrito: Huancané Latitud: S 15° 12' 08" Longitud: O 69° 45' 41"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/H6Lb6Za9sUe1nDZo8</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2024 – Julio 2025
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p>
- Librería	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 Dr. Pita Killa Anant Apaza
 DIRECTOR
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI, identificado con DNI Nro. 47408677 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 A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUECHICO 2024

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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 04 de agosto del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A quienes con amor, sabiduría y fortaleza me guiaron a lo largo de este camino académico. Gracias por ser el motor que impulsó mi esfuerzo y dedicación hasta alcanzar esta meta.



AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a quienes estuvieron presentes en cada paso de esta trayectoria. A mi entorno más cercano por su constante apoyo, y a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez por haber sido el pilar fundamental en mi formación como ingeniero civil.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.4.1. Justificación técnica	4
1.4.2. Justificación económica	4
1.4.3. Justificación social	4
1.4.4. Justificación ambiental.....	5
1.5. Hipótesis de la investigación	5
1.5.1. Hipótesis general	5
1.5.2. Hipótesis específicas	5
1.6. Variables e indicadores	6
1.6.1. Variable independiente	6
1.6.2. Variable dependiente	6
1.7. Operacionalización de variables	7



**CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de la investigación 8

 2.1.1. Antecedentes internacionales 8

 2.1.2. Antecedentes nacionales 10

 2.1.3. Antecedentes locales 14

2.2. Bases teóricas 16

 2.2.1. Pavimento 16

 2.2.2. Pavimento flexible 23

 2.2.3. Índice de condición del pavimento (PCI) 29

 2.2.4. Condición superficial del pavimento 35

 2.2.5. Metodología de inspección visual 37

2.3. Marco conceptual 38

**CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. Enfoque de la investigación 41

3.2. Tipo de la investigación 41

3.3. Nivel de la investigación 42

3.4. Diseño de la investigación 42

3.5. Método de la investigación 42

3.6. Población y muestra 43

 3.6.1. Población 43

 3.6.2. Muestra 43

3.7. Técnicas e instrumentos 44

 3.7.1. Técnicas 44

 3.7.2. Instrumentos 45

3.8. Plan de recolección y procesamiento de datos 46

 3.8.1. Desarrollo del plan de recolección de datos 46

 3.8.2. Procesamiento y análisis de datos 49

**CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Resultados obtenidos 50

 4.1.1. Resultados sobre los tipos de daños y el grado de severidad que presentan las vías a nivel del pavimento flexible 51



4.1.2. Resultados sobre la condición superficial de las vías a nivel del pavimento flexible	59
4.1.3. Resultados de las alternativas de intervención de vías a nivel de pavimento flexible	72
4.2. Discusión de resultados	74
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	82



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	7
Tabla 2 Clasificación del estado del pavimento, según PCI.....	31
Tabla 3 Progresiva de los tramos	44
Tabla 4 Daños y grado de severidad en el Km 3+500 – 3+535	51
Tabla 5 Daños y grado de severidad en el Km 3+677 – 3+712	51
Tabla 6 Daños y grado de severidad en el Km 3+854 – 3+889	52
Tabla 7 Daños y grado de severidad en el Km 4+031 – 4+066	52
Tabla 8 Daños y grado de severidad en el Km 4+208 – 4+243	53
Tabla 9 Daños y grado de severidad en el Km 4+385 – 4+420	53
Tabla 10 Daños y grado de severidad en el Km 4+562 – 4+597	54
Tabla 11 Daños y grado de severidad en el Km 4+739 – 4+774	54
Tabla 12 Daños y grado de severidad en el Km 4+916 – 4+951	55
Tabla 13 Daños y grado de severidad en el Km 5+093 – 5+128	55
Tabla 14 Daños y grado de severidad en el Km 5+270 – 5+305	56
Tabla 15 Daños y grado de severidad en el Km 5+477 – 5+500	56
Tabla 16 Fallas por subtramo con progresivas.	57
Tabla 17 Proceso de fallas UM-01, Km 3+500 – 3+535.....	59
Tabla 18 PCI y Clasificación UM-01, Km 3+500 – 3+535.	59
Tabla 19 Proceso de fallas UM-02, Km 3+677 – 3+712.....	60
Tabla 20 PCI y Clasificación UM-02, 3+677 – 3+712.....	60
Tabla 21 Proceso de fallas UM-03, Km 3+854 – 3+889.....	61
Tabla 22 PCI y Clasificación UM-03, Km 3+854 – 3+889	61
Tabla 23 Proceso de fallas UM-04, Km 4+031 – 4+066.....	62
Tabla 24 PCI y Clasificación UM-04, Km 4+031 – 4+066	62
Tabla 25 Proceso de fallas UM-05, Km 4+208 – 4+243.....	63
Tabla 26 PCI y Clasificación UM-05, Km 4+208 – 4+243	63



Tabla 27 Proceso de fallas UM-06, Km 4+385 – 4+420.....	64
Tabla 28 PCI y Clasificación UM-06, Km 4+385 – 4+420	64
Tabla 29 Proceso de fallas UM-07, Km 4+562 – 4+597.....	65
Tabla 30 PCI y Clasificación UM-07, Km 4+562 – 4+597	65
Tabla 31 Proceso de fallas UM-08, Km 4+739 – 4+774.....	66
Tabla 32 PCI y Clasificación UM-08, Km 4+739 – 4+774	66
Tabla 33 Proceso de fallas UM-09, Km 4+916 – 4+951.....	67
Tabla 34 PCI y Clasificación UM-09, Km 4+916 – 4+951	67
Tabla 35 Proceso de fallas UM-10, Km 5+093 – 5+128.....	68
Tabla 36 PCI y Clasificación UM-10, Km 5+093 – 5+128	68
Tabla 37 Proceso de fallas UM-11, Km 5+270 – 5+305.....	69
Tabla 38 PCI y Clasificación UM-11, Km 5+270 – 5+305	69
Tabla 39 Proceso de fallas UM-12, Km 5+477 – 5+500.....	70
Tabla 40 PCI y Clasificación UM-12, Km 5+477 – 5+500	70
Tabla 41 Condición del pavimento, según PCI	71
Tabla 42 Resultado de los datos obtenidos por el método PCI.....	72



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de pavimentos	20
Figura 2 Índice de condición del pavimento (PCI)	32
Figura 3 Localización de la vía Huancané – Vilquechico	46
Figura 4 Medición del deterioro	49
Figura 5 Fallas de mayor incidencia	58
Figura 6 Estados de condición del pavimento	73



RESUMEN

La presente investigación denominada "Evaluación de la condición a nivel superficial del pavimento flexible con la aplicación del manual de inspección visual para la propuesta de solución de la vía Huancané – Vilque Chico 2024", tiene como finalidad evaluar el estado superficial de pavimentos flexibles a través del método de índice de condición del pavimento de la vía Huancané – Vilque Chico. La metodología presenta un diseño descriptivo y aplicativo, método científico, nivel descriptivo y de tipo aplicada; asimismo, la muestra está conformada por los diferentes tramos de la vía (177 metros lineales por tramo), según los estándares del Manual de Inspección Visual. Los resultados obtenidos en la evaluación de los daños y el grado de severidad en la vía Huancané – Vilque Chico fueron; la piel de cocodrilo que alcanzo un 15.07, las grietas de borde alcanzo un 13.89, los huecos alcanzo un 3.44, el parcheo alcanzo un 11.63, las grietas transversales alcanzaron un 9.95, el agrietamiento en bloque alcanzo un 10.43, la corrugación alcanzo un 7.73 y finalmente el pulimiento de agregado alcanzo un 14.65, respectivamente. Asimismo se observó que el grado de severidad predominante fue de severidad Media, seguido por la severidad Baja y finalmente la severidad Alta. Los resultados con respecto a la evaluación del estado superficial de la vía han sido clasificados como "Malo" según el rango del índice PCI, ya que este diagnóstico se basa en la evaluación de los tramos de la carretera, los cuales presentan daños considerables, que afectan significativamente la calidad y seguridad del pavimento. Asimismo los resultados con respecto a las alternativas de intervención de la vía a nivel de pavimento fueron; para los tramos con clasificación "Muy malo" y "Malo" se recomendó una reconstrucción y una rehabilitación en las secciones necesarias, mientras que para aquellos en condiciones "Bueno" y "Muy Bueno" se sugirió realizar mantenimiento menor y mantenimientos rutinarios, seguido por los tramos que se clasificaron en "Regular" se recomienda hacer mantenimientos periódicos. Finalmente se concluye que, la evaluación del estado superficial de los pavimentos



flexibles evaluados por el método del PCI presenta múltiples daños y deterioros en la vía, generando malestar en la población que hace uso de dicha vía.

Palabras Clave: PCI, Pavimento flexible, Manual de inspección visual, Grado de severidad.



ABSTRACT

The present investigation called "Evaluation of the condition at the surface level of the flexible pavement with the application of the visual inspection manual for the proposed solution for the Huancané – Vilque Chico 2024 road", aims to evaluate the surface condition of flexible pavements through of the pavement condition index method of the Huancané – Vilque Chico road. The methodology presents a descriptive and applicative design, scientific method, descriptive level and applied type; Likewise, the sample is made up of the different sections of the road (177 linear meters per section), according to the standards of the Visual Inspection Manual. The results obtained in the evaluation of the damages and the degree of severity on the Huancané – Vilque Chico road were; crocodile skin reached 15.07, edge cracks reached 13.89, voids reached 3.44, patching reached 11.63, transverse cracks reached 9.95, block cracking reached 10.43, corrugation reached 7.73 and finally the aggregate polishing reached a 14.65, respectively. Likewise, it was observed that the predominant degree of severity was Medium severity, followed by Low severity and finally High severity. The results regarding the evaluation of the surface condition of the road have been classified as "Bad" according to the range of the PCI index, since this diagnosis is based on the evaluation of the sections of the road, which present considerable damage, which significantly affect the quality and safety of the pavement. Likewise, the results regarding the road intervention alternatives at pavement level were; For sections classified as "Very Bad" and "Bad", reconstruction and rehabilitation in the necessary sections was recommended, while for those in "Good" and "Very Good" conditions, minor maintenance and routine maintenance were suggested, followed by for sections that were classified as "Regular", periodic maintenance is recommended. Finally, it is concluded that the evaluation of the surface condition of the flexible pavements evaluated by the PCI method presents multiple damages and deteriorations in the road, generating discomfort in the population that uses said road.

Keywords: PCI, Flexible pavement, Visual inspection manual, Degree of severity.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la infraestructura vial son un elemento clave para el desarrollo socioeconómico de cualquier región. La calidad de las vías no solo influye en la movilidad y conectividad, sino también en la seguridad y el costo operativo del transporte. Dentro de este contexto, los pavimentos flexibles desempeñan un rol clave debido a su adaptabilidad, costo inicial relativamente bajo y facilidad de mantenimiento. Sin embargo, estos pavimentos están expuestos a factores externos como el clima, el tránsito y la calidad de los materiales, lo que provoca un deterioro progresivo que afecta su funcionalidad y durabilidad.

La evaluación del estado de los pavimentos flexibles es una herramienta fundamental para diagnosticar el estado actual de una vía y determinar las acciones correctivas necesarias. La metodología basada en el Manual de Inspección Visual permite identificar daños, clasificarlos según su severidad e implementar estrategias de mantenimiento o rehabilitación adecuadas. Estas acciones contribuyen a optimizar los recursos económicos y prolongar la vida útil de las vías.

El objetivo principal de este proyecto de investigación es evaluar la calidad de la superficie del pavimento flexible de una carretera concreta utilizando el enfoque PCI. Los resultados obtenidos servirán como base para proponer una solución técnica y sostenible que garantice un desempeño eficiente de la vía en el corto y mediano plazo. Este estudio no solo pretende aportar al mejoramiento de la infraestructura vial, sino también establecer un modelo replicable en otras regiones con características similares.

En este marco, se plantea la importancia de desarrollar un análisis detallado de las condiciones actuales del pavimento y la implementación de estrategias basadas en estándares técnicos, lo que permitirá tomar decisiones informadas y fortalecer la planificación de las intervenciones viales en beneficio de la comunidad.



El capítulo I, establece el marco introductorio del trabajo, abordando el planteamiento del problema, los objetivos del estudio, la justificación relacionados con el tema de investigación.

El capítulo II, se desarrolla el fundamento teórico necesario para el entendimiento del tema investigado, asimismo los antecedentes relacionados con el tema de estudio.

El capítulo III, detalla el diseño metodológico empleado en el estudio, donde se describe el diseño, método, nivel y el tipo de investigación, el área de estudio, os instrumentos y técnicas de recolección de datos.

El capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos tras la aplicación del Manual de Inspección Visual.

El estudio concluye con sus conclusiones, recomendaciones, referencias para una mejor comprensión del tema y apéndices que contienen documentación fotográfica.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática

La vía que conecta Huanané con Vilque Chico es esencial para la movilidad y el desarrollo de la región de Puno. Sin embargo, se ha observado un deterioro progresivo en su pavimento flexible, manifestado en fisuras, baches y deformaciones que afectan la seguridad y comodidad de los usuarios. Este descenso podría atribuirse a variables como el aumento del tráfico rodado, las condiciones meteorológicas desfavorables y un mantenimiento preventivo insuficiente.

En el entorno internacional, el deterioro de pavimentos flexibles es una preocupación común en muchas ciudades. Por ejemplo, en Estados Unidos, se estima que una gran proporción de las carreteras se encuentran en condiciones deficientes, lo que genera costos significativos en reparaciones y afecta la economía local. En Europa, países como España han implementado sistemas de gestión de pavimentos que incluyen evaluaciones periódicas para priorizar intervenciones y optimizar recursos. (Nixon, 2019) Estas experiencias internacionales destacan la importancia de contar con metodologías estandarizadas para la evaluación y mantenimiento de pavimentos.

En el entorno nacional en Perú, diversas ciudades enfrentan desafíos similares en la conservación de sus pavimentos flexibles. Estudios realizados en la ciudad de Juliaca



han identificado deterioros prematuros en pavimentos debido a factores como el incremento del volumen de tránsito y deficiencias en los procesos constructivos. Por ejemplo, una investigación sobre la Avenida Huancané en Juliaca reveló que la superficie dañada alcanzaba hasta un 95.71% en ciertas secciones, con calificaciones de PCI entre 4 y 10, indicando una mala calidad del pavimento (Cueva & Tume, 2021). Estos hallazgos resaltan la prioridad de implementar evaluaciones sistemáticas y programas de mantenimiento preventivo en las vías nacionales.

A nivel local en la región de Puno, además de la vía Huancané - Vilque Chico, otras carreteras presentan problemas similares. La carretera Puno – Mañazo – Huataquita, por ejemplo, ha mostrado deficiencias a nivel superficial y estructural, dificultando el tránsito y causando daños en los vehículos. Una investigación identificó que las fallas más comunes en este tramo son fisuras longitudinales y transversales, deformaciones y baches, con niveles de severidad media y alta. Estas situaciones reflejan una problemática regional en la gestión y conservación de pavimentos flexibles.

La situación de la vía Huancané - Vilque Chico no es aislada; forma parte de una problemática más amplia que afecta tanto a nivel internacional como nacional y local. La implementación de evaluaciones sistemáticas, como las propuestas en el Manual de Inspección Visual, es esencial para diagnosticar el estado de los pavimentos y planificar intervenciones efectivas que garanticen la seguridad y eficiencia del transporte vial.

El motivo de estudiar esta vía en particular radica en su importancia como arteria de conexión para las comunidades circundantes y su papel clave en el desarrollo económico y social de la región. El propósito del estudio es diagnosticar de manera precisa el estado del pavimento mediante el método PCI, para establecer una línea base que permita formular soluciones técnicas viables y sostenibles. Este enfoque busca garantizar la funcionalidad y prolongar la vida útil de la vía, contribuyendo así a mejorar la infraestructura vial y el bienestar de la población local.



1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el estado superficial de pavimentos flexibles a través del método de índice de condición del pavimento en la vía Huancané – Vilque Chico 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son los tipos de daños y el grado de severidad que presenta las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico?
- b. ¿Cuál será el nivel de condición superficial de las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico?
- c. ¿Cuáles son las alternativas de intervención de vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el estado superficial de pavimentos flexibles a través del método de índice de condición del pavimento en la vía Huancané – Vilque Chico 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Determinar los tipos de daños y el grado de severidad que presenta las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico.
- b. Estimar el nivel de condición superficial de las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico.
- c. Proponer alternativas de intervención de vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico.



1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación técnica

La evaluación de la condición superficial de pavimentos flexibles mediante el *Manual de Inspección Visual* constituye una herramienta técnica esencial para diagnosticar el estado de las vías de manera sistemática. Este método permite identificar los tipos y severidades de daños presentes, proporcionando una base sólida para priorizar intervenciones y garantizar la funcionalidad de las vías. La investigación busca aplicar esta metodología en un contexto real, optimizando su uso y adaptándola a las condiciones locales, lo que contribuye a mejorar las prácticas de mantenimiento vial en el ámbito técnico.

1.4.2. Justificación económica

El deterioro gradual de los pavimentos aumenta considerablemente los gastos de funcionamiento de los vehículos, el mantenimiento de las carreteras y los gastos de reparación a largo plazo. La implementación de una metodología de inspección visual permite identificar problemas de manera oportuna y proponer soluciones de bajo costo antes de que los daños se agraven. Esto genera ahorros significativos tanto para los entes responsables de la gestión vial como para los usuarios, al reducir los costos de reparación y minimizar el impacto en la economía local debido a interrupciones prolongadas en el tránsito.

1.4.3. Justificación social

Las mejoras en la infraestructura vial afectan en la calidad de vida de las personas, ya que le facilitan el acceso al trabajo, la atención médica, la educación y los servicios esenciales. Además, una vía en buen estado reduce los riesgos de accidentes y mejora la experiencia de los usuarios. Este proyecto busca contribuir al bienestar de la comunidad



al garantizar vías más seguras, funcionales y accesibles, fortaleciendo la conectividad regional y promoviendo un desarrollo social inclusivo.

1.4.4. Justificación ambiental

La correcta gestión de los pavimentos flexibles tiene implicaciones ambientales positivas, al evitar el uso innecesario de recursos en reparaciones recurrentes o soluciones incorrectas. Este estudio promueve la aplicación de métodos sostenibles y la optimización de materiales en las intervenciones viales, reduciendo la huella ecológica asociada a la construcción y mantenimiento. Además, la identificación y mitigación temprana de problemas ayuda a prevenir impactos negativos como el deterioro del suelo y el aumento de emisiones generadas por desvíos prolongados del tráfico.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

El estado superficial de pavimentos flexibles por medio del método de índice de condición de pavimento en la vía Huancané – Vilque Chico 2024, presentará algunos deterioros.

1.5.2. Hipótesis específicas

1. Los tipos de daños y el grado de severidad que presenta las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico 2024, serán los baches y piel de cocodrilo en severidades medias.
2. El nivel de condición superficial de las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico 2024, será malo.
3. Las alternativas de intervención de vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico 2024, serán de rehabilitación.



1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Variable independiente

Manual de inspección visual.

Indicadores:

- Inspección visual
- Identificación y clasificación de daños
- Severidad de los daños
- PCI

1.6.2. Variable dependiente

Condición superficial del pavimento flexible.

Indicadores:

- Tipo de daños presentes
- Grado de severidad
- Extensión de los daños
- Calificación del PCI

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición	
Manual de inspección visual	El manual de inspección visual es una herramienta técnica que proporciona criterios estandarizados y sistemáticos para evaluar el estado superficial de pavimentos, mediante la identificación y clasificación de daños visibles como fisuras, baches, deformaciones y desgaste. Su objetivo es cuantificar el nivel de deterioro a través de índices o escalas específicas, permitiendo la planificación de estrategias de mantenimiento o rehabilitación basadas en la condición real del pavimento.	Propuesta de intervención	Inspección visual	Ficha de inspección visual	
			Identificación de daños		
			Severidad de los daños	PCI	
			PCI		
Variable dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición	
Condición superficial del pavimento flexible	Es el estado físico observable de la capa superior del pavimento, que incluye características como textura, uniformidad, presencia de deterioros visibles (fisuras, baches, deformaciones, etc.) y capacidad para ofrecer seguridad y confort a los usuarios. Este aspecto es fundamental para evaluar el desempeño funcional del pavimento y planificar acciones de mantenimiento, asegurando la durabilidad de la vía y la calidad del servicio de tránsito.	Condición superficial	Tipo de daños presentes	Técnica de análisis documental	
			Grado de severidad		
			Extensión de los daños		
			Calificación del PCI		

Nota. Elaboración del tesista.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Rodríguez et al. (2024), en su tesis "Evaluación del pavimento flexible mediante método PCI y fotogrametría aérea en la vía San Antonio – Chone", el estudio evalúa el estado del pavimento flexible de la carretera San Antonio - Chone en Manabí, utilizando la metodología del PCI y fotogrametría aérea mediante drones. Los objetivos incluyen estimar el PCI con la inspección manual y fotogrametría, y comparar ambas metodologías para confirmar sus resultados. El proceso consiste en dividir la carretera en unidades de muestra, recopilar datos mediante inspección visual y drones, y analizarlos utilizando software como Pix4Dmapper y AutoCAD. Los resultados revelan que el valor máximo del PCI (77) significa un estado «muy bueno», mientras que el valor mínimo (2) denota un pavimento «defectuoso». La comparación de ambas metodologías indica una alta precisión en los resultados obtenidos, lo que demuestra la eficacia de la fotogrametría aérea en la evaluación del estado del pavimento. Esto indica que la fotogrametría es una solución viable y eficaz para la gestión de las carreteras rurales.



Además, Flores y Mogrovejo (2023) en su tesis "Evaluación funcional del pavimento flexible en la red vial rural de Portoviejo, Ecuador", El objetivo de esta investigación fue evaluar el estado del pavimento flexible a lo largo de la red de caminos rurales del cantón Portoviejo, provincia de Manabí. El enfoque empleado para la evaluación funcional del pavimento implicó la recolección de datos, observación y documentación de fallas utilizando las metodologías PCI, IRI y PSI. La población se ubica entre Mejía y Pechiche, unidos por un camino rural de 5600m de largo y 8,40m de ancho. Los hallazgos revelan que el segmento evaluado recibió una puntuación de 77, categorizándolo como Muy Bueno según el índice PCI. Este enfoque identificó seis tipos de fallas en las once unidades de muestra investigadas, categorizadas por grado de incidencia: grieta 23,76%, surcos 18,02%, piel de cocodrilo 18,11%, bulto y hundimiento 16,24%, bache 15,19%, grieta deslizante 9,37%. Al analizar el PSI obtuvimos una calificación de 4, resultando el IRI un valor de 2. En consecuencia, se puede inferir que la vía requiere reparaciones tanto menores como importantes debido a diversas fallas localizadas. En la calzada existen defectos importantes, entre ellos fracturas longitudinales, surcos y caimanes.

Asimismo, Nixon (2019) en su tesis "Evaluación de deterioro de un pavimento flexible, reporte de caso: desde la avenida Francisco Fernández de contreras, calle 7 hasta la carretera 10", este estudio evalúa el deterioro del pavimento flexible de la Av. Francisco FC, que se extiende desde la Calle 8 hasta la Carrera 12 pasando por Agua de la Virgen, en el municipio de Ocaña, con el fin de recomendar medidas de rehabilitación basadas en los resultados de la evaluación. El trabajo de campo consistió en inspecciones visuales y mediciones, junto con la documentación fotográfica de los daños identificados, que sirvieron de base para calcular el índice de deterioro (DI). Estos datos se complementaron con recuentos de vehículos, el historial de la carretera e informes de tráfico. Los resultados indican que el tramo muestreado presenta un deterioro del 8,05 %, lo que requiere reparación y mantenimiento. Se propone un presupuesto para las actividades de



reparación y mantenimiento de esta intervención, utilizando como referencia técnica los manuales publicados por INVIAS.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según, Aro y Pongo (2023) en su tesis "Evaluación del pavimento flexible por la metodología PCI y propuesta de mejoramiento de la transitabilidad en la avenida Jorge Basadre Grohmann este - Tacna", Esta investigación evalúa los deterioros del pavimento de la avenida Jorge Basadre, con el objetivo de indexar el estado del pavimento y proponer mejoras. Las fallas identificadas, que comprometen la carretera, se clasifican en dos etapas: una atribuida a la antigüedad y la falta de mantenimiento, y otra que refleja el estado actual que requiere mejoras en la carretera. Se empleó el enfoque PCI y sus variaciones para proponer mejoras utilizando rangos numéricos de 0 (fallo) a 100 (excelencia), acompañados de una tabla completa que describe la calidad del pavimento para cada UM. La carretera evaluada mide 1391 m de longitud, con un ancho de carril de 6,50 m en la sección 01 y 6,00 m en la sección 02. Las 76 unidades muestreadas se evaluaron utilizando el método PCI, que evalúa el estado del pavimento flexible. El PCI para el segmento 01 de la carretera de entrada es de 25,09, clasificado como DEFICIENTE, y de 36,26 en la carretera de salida, también clasificado como DEFICIENTE. Por el contrario, la sección 02 de la vía de entrada tiene una calificación de 15,53, con una calidad del pavimento clasificada como MUY DEFICIENTE, mientras que la vía de salida en la Avenida Jorge Basadre tiene una calificación de 61,53, con un estado del pavimento clasificado como BUENO.

Además, Rojas (2023) en su tesis "Evaluación superficial, estructural y propuesta técnica del pavimento flexible del kilómetro 1 al 5 de la carretera Playa Lobos", El estudio identifica un problema en el que las deficiencias de la infraestructura del Perú imponen limitaciones al crecimiento potencial de la economía. Ubicada en el distrito de Puerto Eten, en el km 5 de la carretera a Playa Lobos, la Terminal de PETROPERÚ se especializa en



la comercialización de hidrocarburos. El camino de acceso a esta instalación está significativamente deteriorado debido a años de mantenimiento inadecuado, lo que resulta en incomodidad para el conductor, daños al vehículo con gastos de reparación sustanciales, seguridad comprometida y, en general, una experiencia de viaje desagradable. En consecuencia, la restauración de la funcionalidad de la carretera es imperativa. El objetivo es realizar una evaluación superficial del pavimento flexible en la ruta de Playa Lobos desde el kilómetro 1 al kilómetro 5. El proyecto se ejecutará en tres fases, iniciando con la evaluación de daños superficiales mediante la técnica PCI, que se basa en Examen visual de fallas del pavimento. Los datos serán recopilados, procesados y evaluados. Posteriormente, el pavimento será sometido a una evaluación estructural mediante ensayos destructivos (excavaciones de pozos) para obtener muestras representativas del suelo y de la capa asfáltica, las cuales serán estudiadas en el laboratorio.

Asimismo, Linares (2021) en su tesis "Evaluación y diagnóstico del estado del pavimento flexible utilizando la metodología PCI y la Viga Benkelman en la Av. Confraternidad en el PP JJ Ricardo Palma en la ciudad de Chiclayo", el estudio tiene como objetivo evaluar y diagnosticar el estado del pavimento mediante el método PCI y la prueba de la viga Benkelman en la avenida Confraternidad, en PP JJ Ricardo Palma, Chiclayo, con el fin de mejorar y rehabilitar la red vial. En consecuencia, se determinaron las categorías de fallas, su gravedad y la extensión de cada unidad de muestreo en el pavimento mediante inspección visual. La recopilación y descripción de los datos se llevó a cabo utilizando el formato de evaluación PCI y las directrices del método PCI. Los resultados de cada unidad de muestreo se analizaron con el software EvalPav para determinar el PCI de cada carril, lo que facilitó el procesamiento rápido de la información. Para realizar la prueba de la viga Benkelman, se utilizaron datos de referencia, empleando 6 puntos en cada carril, lo que dio como resultado un total de 12 puntos de muestreo. Se midieron las deflexiones y, utilizando los datos obtenidos, se calcularon la longitud



característica y el valor CBR empleando el modelo matemático de Hogg y nomogramas para evaluar el estado estructural del pavimento. La aplicación de las dos metodologías especificadas arrojó un PCI de 26 y un CBR del 10 %, lo que clasificó el pavimento como aceptable según la categorización del MTC. En conclusión, para lograr una mejora suficiente del pavimento, es esencial evaluar su estado, incluyendo tanto los aspectos superficiales como los estructurales.

Finamente, Vargas (2021) en su tesis "Identificación de fallas más frecuentes e índice de condición de los pavimentos flexibles, a partir de investigaciones realizadas en el Perú - Cajamarca", Este estudio tuvo como objetivo determinar las fallas predominantes y el índice de fallas en los pavimentos flexibles. Se utilizó un diseño transversal no experimental para analizar 30 tesis de instituciones peruanas sobre las características de las fallas y las condiciones de los pavimentos flexibles. Se utilizaron hojas de resumen para documentar los datos del estudio, junto con una hoja de recopilación de información técnica que registraba la ubicación del estudio y los diversos errores identificados, lo que facilitó su análisis. Los resultados indicaron que la falla predominante era el desprendimiento de áridos, seguida de los parches y los baches; la falla menos común era la ondulación. Del mismo modo, se identificaron las fallas más frecuentes en todos los departamentos del Perú y se examinó la gravedad de cada una de ellas. Finalmente, se determinó que los pavimentos flexibles en el Perú presentan un índice de condición moderado, sin que ninguna muestra se clasificara como fallida o en buen estado.

Oruna (2021) en su tesis "Evaluación de la condición superficial del pavimento con metodología VIZIR y PCI del caserío de Huamán, Víctor Larco, Trujillo", El presente estudio se llevó a cabo en el caserío Huamán, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, en la UCV. El estado de la superficie del pavimento flexible se evaluó utilizando las técnicas VIZIR y PCI. La tesis empleó una metodología de investigación cuantitativa, utilizando un diseño descriptivo transversal no experimental. La muestra de la investigación es idéntica



a la población, abarcando las 15 calles de la aldea de Huamán. Se utilizó el método PCI y se emplearon estadísticas descriptivas como instrumento de recopilación de datos. El problema principal es el estado deteriorado del pavimento en las principales carreteras y calles, lo que provoca accidentes y dificultades para los peatones y los habitantes. La evaluación del estado de la superficie del pavimento flexible con la metodología VIZIR arrojó un índice de deterioro de la superficie (Is) de «3», mientras que el método PCI produjo un índice del 67,52 %. El pavimento flexible de la aldea de Huamán se califica como ACEPTABLE según la técnica VIZIR y BUENO según el método PCI.

Cueva y Tume (2021) en su tesis "Evaluación del pavimento flexible aplicando la metodología PCI, en la avenida las casuarinas de la urbanización Santa María del Pinar de la ciudad de Piura", Esta investigación tiene como objetivo determinar la condición actual del pavimento flexible mediante el empleo de la metodología PCI para la evaluación de la superficie, realizada en ambos carriles de la Avenida Las Casuarinas en la urbanización de Santa María del Pinar en Piura. El objetivo es proporcionar una intervención efectiva y eficiente basada en los resultados de PCI evaluados en el área de investigación, seleccionando la técnica más adecuada para el mantenimiento, la rehabilitación o la reconstrucción de acuerdo con la condición existente del pavimento flexible. El manual escrito por Eng. Luis Ricardo Vásquez delinea que el método del índice de condición de pavimento (PCI) se adhiere al estándar ASTM D6433-18 (2018). Cumple los criterios de objetividad y repetibilidad al evaluar varios tipos de daño, sus niveles de gravedad, la densidad de la angustia del pavimento y su clasificación basada en el rango de intervención. Este método se reconoce y respalda como un procedimiento estandarizado y ha sido publicado por ASTM como un método analítico y aplicativo. Durante la evaluación de la superficie utilizando la metodología PCI sobre el pavimento flexible de los dos carriles en la Av. Las Casuarinas, los hallazgos fueron los siguientes: el carril de este a oeste de la este dio un PCI de 52.16, mientras que el carril de oeste a este produjo un PCI de 49.25, categorizando ambos "feria"; En consecuencia, el método de



intervención propuesto será la rehabilitación. Se realizará una intervención para la rehabilitación en la región, donde se rectificarán varios tipos de daño identificados en el pavimento flexible, seguido de la aplicación de un mortero de asfalto conocido como "sello de lodo" a la superficie, asegurando un tratamiento de superficie efectivo.

2.1.3. Antecedentes locales

Según, Huanco (2023) en su proyecto "Evaluación del pavimento flexible con la metodología Pavement Condition Index y fotogrametría con dron en la vía Juliaca Lampa Tramo 0+000 al 4+000 Juliaca 2023", Esta investigación tiene como objetivo evaluar el estado del pavimento flexible en el tramo vial Juliaca-Lampa del 0+000 al 4+000, empleando una técnica de investigación basada en el método científico para evaluar el estado superficial de la vía. El estudio empleará la metodología PCI y fotogrametría con drones para su evaluación, utilizando un diseño no experimental ya que las variables permanecerán inalteradas. Será de carácter descriptivo, valorándose el pavimento flexible de la vía especificada desde una altura de 35 metros. Evaluación superficial La evaluación reveló que el pavimento flexible presentaba fallas que incluían piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales, parches, baches y desprendimiento de agregados. Utilizando la metodología PCI para la evaluación superficial, se registró un PCI in situ de 16,12, mientras que la fotogrametría con drones realizada a una altura de 35 metros arrojó un PCI de 15,42. Ambas evaluaciones fueron calificadas como MUY MALA. La aplicación de fotogrametría con drones a esta altitud demostró ser una valiosa mejora de la metodología, logrando una tasa de precisión y confiabilidad del 92,54 % junto con el método PCI. Determinando el estado del pavimento flexible es muy malo, se propone, a nivel general, que la alternativa pasa por la reconstrucción del tramo examinado, incorporando mejoras a nivel del suelo para asegurar el óptimo comportamiento de la vía en el futuro, condicionado a la ejecución de la reconstrucción.



Asimismo, Morales (2019) en su tesis "Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca", Este estudio busca evaluar el estado del pavimento flexible utilizando el método del PCI para la ruta Chasqui - Pilcuyo. La investigación comenzó con un examen de las diversas categorías de fallas existentes. La metodología empleada es la inspección visual, que constituye un elemento vital del estudio. Los muchos tipos de fallas de pavimento se clasifican en función de su gravedad. Las imperfecciones de la superficie reconocidas y su medición ofrecen una evaluación exhaustiva del pavimento durante la evaluación. La metodología PCI. Este método de evaluación es uno de los más reconocidos, especialmente en entornos desprovistos de tecnología para evaluar los datos de estado. Al evaluar el daño, el 35.09% del pavimento se clasifica como bueno, 30.78% tan justo, 17.63% tan pobre y 16.50% tan pobre. FALLA 01 es la más crítica en las cuatro secciones, lo que significa la necesidad del repavimento de las capas de asfalto o la recuperación total de la carretera. La evaluación que utiliza la metodología del índice de calidad del pavimento (PCI) dio como resultado una puntuación PCI de 37.30, clasificando la calidad del pavimento existente como pobre según la escala de evaluación de PCI.

Finalmente, Paucar (2019) en su tesis "Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y Jr. Carabaya, Puno", Las carreteras son fuentes significativas de inversión para el país, justificadas por las ventajas que brindan a los usuarios. Estos también proporcionan una ventaja económica al disminuir el tiempo de viaje para los usuarios y reducir los costos operativos del vehículo. En consecuencia, es esencial que las carreteras cumplan con su vida útil y el nivel de servicio para el que fueron diseñados. En Puno, las condiciones de tráfico de vehículos de calidad inferior son evidentes, principalmente debido al inadecuado mantenimiento de la carretera. El objetivo es evaluar las superficies del pavimento en la ciudad de Puno utilizando el PCI y la inspección visual de las áreas de riesgo y las rutas



(VIZIR) para el mantenimiento de la carretera. Se propuso la inspección de dos caminos representativos: Av. Floral y Jr. Carabaya durante el primer semestre de 2019. El pavimento flexible de Av. Floral está en una condición promedio, con un PCI promedio de 48.32 en el lado izquierdo y 41.91 en el lado derecho, y un IRI promedio de 3 y 4, respectivamente, según Vizir. Esta condición se atribuye principalmente a fallas significativas, que incluyen baches, piel de cocodrilo y parches. En consecuencia, el mantenimiento de la carretera requiere operaciones normales y periódicas que se realizarán antes de la temporada de lluvias, abarcando sellado de grietas, parches superficiales y profundos, reemplazo de parches y señalización horizontal; Este trabajo incurrirá en un precio estimado de S/. 120,117.40. El pavimento rígido de Jr. Carabaya generalmente está en buena forma, con un índice promedio de forma de pavimento (PCI) de 67.30, principalmente debido a problemas significativos como losas agrietadas, grietas lineales y parches. En consecuencia, el mantenimiento de rutina es necesario, mientras que se recomienda el mantenimiento periódico antes de la temporada de lluvias, que abarca el sellado de grietas, el sellado de las juntas, la reparación de la losa de concreto y la señalización horizontal; Estas obras incurrirán en un presupuesto estimado de S/. 266,720.21.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Pavimento

El pavimento es una superficie construida diseñada para dar cabida a la actividad vehicular y peatonal, proporcionando una base firme, uniforme y duradera que facilite el transporte. Esta estructura, comúnmente compuesta por diferentes capas de materiales, cumple la función de distribuir las cargas generadas por el tránsito hacia el terreno subyacente de manera eficiente, evitando deformaciones y daños que puedan comprometer su funcionalidad. (Pérez, 2023).



En términos técnicos, un pavimento puede definirse como un sistema estructural compuesto por materiales seleccionados que se disponen en capas sobre un terreno natural, conocido como subrasante, con el propósito de resistir las fuerzas dinámicas y estáticas del tráfico, así como las condiciones climáticas. La capacidad de carga, durabilidad y resistencia a las condiciones externas dependen de una adecuada selección de materiales y diseño estructural.

Existen diferentes tipos de pavimentos, clasificados principalmente en rígidos y flexibles, según los materiales y la tecnología empleada. Los pavimentos rígidos están hechos principalmente de concreto hidráulico y se caracterizan por su capacidad para distribuir las cargas de manera uniforme debido a su alta rigidez. Por otro lado, los pavimentos flexibles, generalmente compuestos por mezclas asfálticas, son más adaptables a las deformaciones del terreno y requieren un diseño que contemple la elasticidad de las capas.

Además de su funcionalidad estructural, el pavimento cumple un rol fundamental en la seguridad de los usuarios. La calidad de su superficie, su adherencia y la resistencia al deslizamiento son factores clave para garantizar el tránsito seguro, mientras que la nivelación y uniformidad inciden directamente en la experiencia del usuario y en la eficiencia del transporte.

En un sentido más amplio, el pavimento también representa una inversión estratégica para el desarrollo de infraestructuras urbanas y rurales. Su diseño, construcción y mantenimiento están intrínsecamente ligados a factores económicos, sociales y ambientales, siendo un componente esencial para el desarrollo sostenible y la integración de comunidades.

2.2.1.1. Tipos de pavimentos

Los pavimentos se clasifican principalmente en función de los materiales utilizados y el comportamiento estructural frente a las cargas del tráfico. Esta clasificación incluye



pavimentos flexibles, rígidos y semirrígidos (Martínez, 2020). A continuación, se describen sus características principales:

1. Pavimentos flexibles.

Las capas de mezclas asfálticas y materiales granulares conforman los pavimentos flexibles, que distribuyen las cargas progresivamente hacia la subbase. Su estructura permite cierta flexibilidad, lo que los hace capaces de adaptarse a deformaciones del terreno sin fracturarse.

Características principales:

- Están constituidos por una capa de rodadura (mezcla asfáltica), base y subbase, sobre una subrasante compactada.
- Las cargas se distribuyen en forma cónica, reduciendo su intensidad a medida que descienden a través de las capas.
- Son sensibles a las condiciones climáticas, especialmente a temperaturas extremas y la acción del agua.
- Requieren un mantenimiento más frecuente, como bacheo y sellado, para conservar su funcionalidad.

Ejemplo de uso: carreteras urbanas y rurales, calles secundarias y vías con tráfico medio o moderado.

2. Pavimentos rígidos.

Los pavimentos rígidos se componen de una losa de hormigón hidráulico que distribuye las cargas a través de una base de soporte. Su rigidez les permite soportar mayores cargas sin deformaciones significativas, ya que la losa funciona como una unidad.

Características principales:

- Están compuestos por una losa de concreto (capa de rodadura) sobre una base o subbase granular estabilizada.
- Reparten uniformemente las cargas gracias a la gran rigidez del concreto.



- Ofrecen mayor durabilidad y requieren menos mantenimiento que los pavimentos flexibles.
- Son menos sensibles a las condiciones climáticas extremas, aunque pueden presentar problemas de fisuración por contracción o dilatación térmica.

Ejemplo de uso: autopistas, aeropuertos, puertos y áreas con tráfico pesado.

3. Pavimentos semirrígidos.

Los pavimentos semirrígidos combinan características de los pavimentos flexibles y rígidos. Están formados por mezclas bituminosas reforzadas con materiales hidráulicos (como cemento), lo que les confiere mayor rigidez y resistencia. (Martinez, 2020).

Características principales:

- Ofrecen una mayor capacidad de carga que los pavimentos flexibles, pero conservan cierta adaptabilidad al terreno.
- Poseen una capa de rodadura asfáltica sobre una base tratada con cemento u otro ligante hidráulico.
- Requieren un diseño adecuado para evitar fisuras y fallas prematuras debido a la rigidez de las capas inferiores.

Ejemplo de uso: zonas industriales, puertos y vías urbanas de alta demanda.

4. Pavimentos especiales.

Además de las categorías mencionadas, existen pavimentos diseñados para condiciones específicas o con tecnologías avanzadas:

- **Pavimentos articulados:** conformados por bloques o adoquines de concreto o piedra, utilizados en áreas urbanas, peatonales y calles con bajo tráfico.

- **Pavimentos ecológicos:** desarrollados con materiales reciclados o diseñados para permitir la filtración del agua (permeables), contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.
- **Pavimentos reforzados con fibras:** incluyen fibras metálicas o sintéticas para mejorar su resistencia.

En conclusión, la selección del tipo de pavimento depende de la carga de tráfico, las condiciones climáticas, la topografía del terreno y los objetivos del proyecto, considerando siempre los costos de construcción y mantenimiento.

Figura 1

Tipos de pavimentos



Nota. Tomado de Constructora Chubutenses.

2.2.1.2. Características de un pavimento

Un pavimento está diseñado para cumplir funciones específicas relacionadas con la resistencia, durabilidad y funcionalidad frente al tránsito vehicular y peatonal. Estas

características son determinantes en el diseño, construcción de la infraestructura vial (Pérez, 2023).

a) Resistencia estructural.

Un pavimento tiene la capacidad de aguantar las cargas impuestas por el tránsito vehicular, distribuyéndolas de manera eficiente hacia el terreno natural (subrasante). Su resistencia está relacionada con la calidad de los materiales utilizados y el diseño estructural.

Aspectos clave:

- Capacidad para resistir las cargas dinámicas y estáticas del tráfico.
- Tolerancia frente a cargas pesadas sin deformaciones permanentes.
- Reducción del impacto de fuerzas externas, como vibraciones y cargas puntuales.

b) Durabilidad.

La durabilidad de un pavimento se refiere a su capacidad para mantener sus condiciones funcionales y estructurales durante su vida útil, resistiendo factores como el desgaste, el clima y las variaciones de carga.

Aspectos clave:

- Resistencia al deterioro por tráfico constante.
- Capacidad para soportar condiciones climáticas extremas, como altas temperaturas, lluvias intensas y ciclos de congelamiento y deshielo.
- Larga vida útil con un mantenimiento adecuado.

c) Adherencia.

La superficie del pavimento debe proporcionar un nivel adecuado de fricción entre los neumáticos de los vehículos y la calzada, garantizando la seguridad vial y reduciendo el riesgo de accidentes.

Aspectos clave:

- Resistencia al deslizamiento en condiciones secas y húmedas.
- Textura superficial adecuada para mejorar la tracción de los vehículos.



d) Deformabilidad.

El pavimento debe ser capaz de soportar ciertas deformaciones sin fracturarse o perder su funcionalidad. Esto es especialmente relevante en pavimentos flexibles, donde las capas inferiores absorben las deformaciones del terreno.

Aspectos clave:

- Elasticidad y adaptabilidad a las condiciones del suelo.
- Resistencia a deformaciones permanentes como baches o ahuellamientos.

e) Impermeabilidad

La impermeabilidad es crucial para proteger las capas subyacentes del pavimento y la subrasante de la infiltración de agua, que podría generar erosión, pérdida de capacidad de carga y fallas estructurales. (Pérez, 2023).

Aspectos clave:

- Capacidad de la capa de rodadura para evitar la infiltración de agua.
- Drenaje eficiente para evitar acumulaciones superficiales.

f) Facilidad de mantenimiento.

Un pavimento bien diseñado debe facilitar las labores de mantenimiento, permitiendo reparaciones rápidas y económicas para corregir defectos y prolongar su vida útil.

Aspectos clave:

- Acceso y facilidad para ejecutar reparaciones puntuales, como sellado de grietas o bacheo.
- Reducción de costos de mantenimiento durante su vida útil.

g) Estabilidad térmica

El pavimento debe ser capaz de resistir los efectos de las variaciones térmicas, evitando daños en pavimentos rígidos o ablandamiento en pavimentos flexibles.

Aspectos clave:

- Resistencia a la contracción y dilatación causadas por cambios de temperatura.

- Capacidad para mantener sus propiedades mecánicas en climas extremos.

h) Comodidad y funcionalidad.

Un pavimento debe garantizar la comodidad de los usuarios, proporcionando una superficie nivelada, uniforme y libre de irregularidades que puedan afectar el tránsito.

Aspectos clave:

- Reducción de vibraciones y ruidos para los usuarios.
- Nivelación adecuada para evitar desniveles o irregularidades que afecten la conducción.

2.2.2. Pavimento flexible

El pavimento flexible es un sistema estructural compuesto por capas de materiales con características elásticas y adaptativas, diseñado para distribuir las cargas de tráfico hacia el terreno subyacente de manera progresiva. Su flexibilidad permite que el pavimento se deforme ligeramente bajo la acción de las cargas vehiculares, sin que se produzcan fracturas o daños significativos en la superficie. (Giordani & Leone, 2019).

En contraste con los pavimentos rígidos, que transmiten las cargas de manera homogénea a través de una losa de hormigón, los pavimentos flexibles distribuyen las cargas en forma cónica o escalonada, disminuyendo su intensidad a medida que descienden por las capas del sistema. Este diseño estructural incluye típicamente una capa de rodadura, una base granular y una subbase, todas ellas asentadas sobre una subrasante compactada y estabilizada.

La capa de rodadura, formada por mezclas asfálticas, es la primera línea de contacto con el tránsito y las condiciones climáticas. Su función principal es proporcionar una superficie lisa, segura y resistente al desgaste. Por su parte, las capas inferiores (base y subbase) están diseñadas para soportar las cargas y distribuir las eficientemente hacia la subrasante, además de ofrecer soporte estructural al pavimento completo.



Una de las características del pavimento flexible es su sensibilidad a las condiciones del terreno y del clima. Dado que este tipo de pavimento se adapta a las deformaciones del terreno, un diseño adecuado y un correcto mantenimiento son esenciales para evitar problemas como el agrietamiento, los baches o el ahuellamiento, que son fallas comunes en pavimentos flexibles.

Este tipo de pavimento es ampliamente utilizado en carreteras urbanas, vías rurales, calles secundarias y otras infraestructuras de tránsito que no requieran soportar cargas extremadamente pesadas de manera constante. Aunque su costo inicial es menor en comparación con los pavimentos rígidos, requiere un mantenimiento más frecuente, como bacheo y sellado de grietas, para prolongar su vida útil. (Giordani & Leone, 2019).

En resumen, el pavimento flexible es una solución versátil y económica para vías con niveles moderados de tráfico. Su diseño, basado en capas que trabajan de forma conjunta, permite que sea una opción efectiva para diversas condiciones de terreno y tránsito, siempre que se garantice un mantenimiento periódico y adecuado.

2.2.2.1. Componentes del pavimento flexible

El pavimento está conformado por una serie de capas dispuestas de manera secuencial, cada una con funciones específicas para garantizar la resistencia estructural, la distribución de cargas y la durabilidad del sistema. Estas capas trabajan en conjunto para soportar y transmitir las cargas del tránsito hacia el terreno subyacente. (Pérez, 2023).

Capa de rodadura.

Es la capa superior del pavimento flexible, destinada a la interacción directa con la actividad automovilística. Esta capa está formada por mezclas asfálticas que combinan agregados pétreos con un ligante bituminoso, lo que le confiere características de resistencia al desgaste y durabilidad. Su función primordial es proporcionar una superficie segura y uniforme para el tránsito, garantizando una buena adherencia entre los neumáticos de los vehículos y el pavimento. Además, protege a las capas inferiores contra



la acción del agua, los agentes climáticos y las fuerzas mecánicas generadas por el tráfico, prolongando así la vida útil del pavimento.

Base.

Es una de las capas estructurales más importantes en un pavimento flexible, ubicada por debajo de la capa de rodadura. Su función es distribuir las cargas provenientes del tránsito hacia las capas inferiores, reduciendo su intensidad de manera gradual. Esta capa está constituida por materiales granulares de alta calidad, como grava triturada, o puede incluir mezclas estabilizadas con cemento, cal o asfalto para aumentar su resistencia. Además de su función estructural, la base proporciona soporte adecuado para la capa de rodadura, ayudando a evitar deformaciones permanentes y asegurando un desempeño eficiente del pavimento.

Subbase.

La subbase es una capa intermedia opcional en el sistema del pavimento flexible, situada entre la base y la subrasante. Su objetivo es mejorar la capacidad de carga del pavimento y distribuir las cargas de manera más uniforme hacia la subrasante. Este componente es especialmente importante cuando el terreno natural no tiene las propiedades mecánicas adecuadas para aguantar las cargas de tráfico. Generalmente, la subbase está formada por materiales granulares seleccionados, como mezclas de arenas y gravas, o materiales estabilizados con ligantes hidráulicos para mayor estabilidad. Su presencia en el diseño del pavimento asegura un mejor desempeño frente a las deformaciones y los asentamientos diferenciales.

Subrasante.

La tierra natural o compactada sobre la que se construyen las capas de pavimento flexible se conoce como subrasante. Constituye la base fundamental del sistema estructural, ya que soporta las cargas transmitidas por las capas superiores. Su capacidad portante es crucial en el desempeño del pavimento; si el terreno no tiene suficiente resistencia o estabilidad, puede ser necesario mejorarlo mediante procesos de compactación o estabilización con aditivos químicos. Además, la subrasante debe contar

con un buen sistema de drenaje ya que podría reducir su capacidad estructural y generar deformaciones. En resumen, la subrasante es un componente clave para garantizar la durabilidad del pavimento. (Pérez, 2023).

Sistema de drenaje.

El sistema de drenaje, aunque no es una capa física del pavimento, es un componente esencial para preservar la funcionalidad y la durabilidad de las capas que lo conforman. Su propósito es evitar la acumulación de agua tanto en la superficie como dentro del sistema del pavimento. Un drenaje eficiente previene la infiltración de agua hacia las capas inferiores, lo que podría causar pérdida de resistencia, saturación y asentamientos en la subrasante. Este sistema incluye elementos como cunetas, zanjas, geotextiles y sistemas de drenaje subsuperficial que ayudan a mantener el pavimento seco y estable, especialmente en regiones con altos niveles de precipitaciones.

2.2.2.2. Tipos de deterioros en pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles, comúnmente contruidos con materiales bituminosos como el asfalto, son susceptibles a diversos tipos de deterioros debido a factores como el tráfico, las condiciones climáticas (Campos, 2019).

1. Grietas.

Las grietas son el deterioro más común y son indicadores tempranos de problemas en el pavimento.

- **Grietas por fatiga:** Generalmente aparecen en áreas de tráfico intenso debido al agotamiento de la capacidad estructural del pavimento. Inicialmente son pequeñas, pero si no se reparan, se expanden en patrones interconectados. Su reparación puede incluir parcheo o la reconstrucción completa de la sección afectada.
- **Grietas longitudinales y transversales:** Estas grietas pueden ser síntoma de un diseño deficiente, asentamientos irregulares o contracción por cambios



climáticos. El sellado de grietas con materiales elásticos puede prevenir el ingreso de agua y extender la vida útil del pavimento.

- **Grietas por reflexión:** Aparecen cuando las tensiones de una capa subyacente dañada son transmitidas a través de una nueva capa de asfalto. Se recomienda el uso de materiales geosintéticos o reforzar la capa antes de repavimentar.

2. Deformaciones.

Las deformaciones alteran la comodidad del tránsito y pueden incrementar el riesgo de accidentes.

- **Hundimientos:** Se producen en áreas donde el terreno subyacente cede por compactación inadecuada o saturación por agua. Es necesario excavar la zona afectada y sustituir o reforzar las capas inferiores.
- **Ondulaciones:** Estas suelen observarse en intersecciones o áreas de frenado frecuente, donde las fuerzas dinámicas generan desplazamientos. Se corrigen mediante fresado y reposición de la capa superficial.
- **Roderas:** Indican una falta de resistencia a la deformación plástica del material asfáltico. El fresado y la colocación de una nueva capa son las soluciones habituales.

3. Desprendimientos.

Los desprendimientos afectan la textura del pavimento, reduciendo la fricción y aumentando el riesgo de accidentes. (Campos, 2019).

- **Desgaste superficial:** Es una manifestación del envejecimiento del ligante asfáltico y el tránsito continuo. Se puede solucionar con tratamientos superficiales, como microaglomerados o sellos asfálticos.
- **Pérdida de adherencia:** Suele estar relacionada con la exposición prolongada al agua o una aplicación deficiente del ligante. El mantenimiento debe incluir una evaluación de las capas subyacentes para evitar problemas más profundos.



4. Baches.

Los baches son un deterioro grave, ya que exponen las capas inferiores del pavimento a la intemperie.

- **Causas:** Combinación de infiltración de agua y cargas repetidas del tráfico, que terminan por desintegrar el material.
- **Efectos:** Pueden causar daños en vehículos y aumentar el riesgo de accidentes.
- **Solución:** Incluye la limpieza de la zona, el relleno con materiales compactados y la aplicación de una capa asfáltica sellada.

5. Desintegración.

La desintegración es el resultado del desgaste progresivo del pavimento.

- **Peladuras:** La pérdida de adhesión entre el ligante y los agregados es causada por el agua, los ciclos de congelamiento y descongelamiento, o una compactación inadecuada. Se recomienda el uso de ligantes modificados y drenajes adecuados para prevenir este problema.
- **Desmenuzamiento:** Suele observarse en pavimentos envejecidos o con materiales de baja calidad. La rehabilitación puede incluir el reciclado del material existente y la colocación de una nueva capa.

6. Deformaciones plásticas.

Estas son alteraciones permanentes causadas por una resistencia insuficiente de los materiales del pavimento a las cargas aplicadas.

- **Causas:** Mezclas bituminosas con bajo contenido de ligante o diseño estructural deficiente.
- **Soluciones:** Mejorar el diseño de mezcla y reforzar las capas afectadas mediante fresado y repavimentación.

7. Fallas estructurales.

Son problemas que afectan todas las capas del pavimento, desde la superficie hasta la subrasante.

- **Causas:** Sobrecarga de tráfico, drenaje deficiente o un diseño que no considera adecuadamente las condiciones del terreno.
- **Efectos:** Las fallas estructurales pueden derivar en grietas graves, hundimientos y pérdida de capacidad funcional del pavimento. La solución a menudo requiere reconstruir el pavimento desde la base.

8. Problemas relacionados con el agua.

El agua es el principal agente de deterioro en pavimentos flexibles, debido a que debilita la subrasante y provoca la separación de los materiales. (Campos, 2019).

- **Bombeo:** Ocurre cuando el agua mezclada con finos sube a la superficie por presión, dejando huecos en la base. Es esencial mejorar el drenaje y reforzar las capas superiores.
- **Saturación de la subrasante:** La falta de drenaje adecuado puede comprometer la capacidad portante del terreno natural. Esto requiere un rediseño del sistema de drenaje y de los materiales estabilizadores.

Los deterioros en pavimentos flexibles no solo afectan la funcionalidad y seguridad de las vías, sino que también incrementan los costos de mantenimiento si no se abordan a tiempo. La detección temprana y el uso de tecnologías de mantenimiento adecuadas, como el sellado de grietas, la colocación de capas de refuerzo y el reciclaje de pavimentos, son esenciales para prolongar la vida útil de estas estructuras. Además, un diseño y construcción adecuados, junto con un sistema de drenaje eficiente, son clave para prevenir la mayoría de estos problemas.

2.2.3. Índice de condición del pavimento (PCI)

El PCI es una medida estandarizada utilizada para evaluar el estado superficial de un pavimento, tanto flexible como rígido. Este índice proporciona un valor cuantitativo que oscila entre 0 y 100. El PCI se utiliza como herramienta clave en la gestión y el mantenimiento de pavimentos, ya que permite identificar de manera objetiva el nivel de deterioro, priorizar reparaciones y planificar estrategias de rehabilitación. (Vásquez, 2002).



El cálculo del PCI se realiza a partir de inspecciones visuales en las que se identifican, cuantifican y califican diferentes tipos de defectos en el pavimento. Estos defectos incluyen grietas, baches, deformaciones, desprendimientos, entre otros, y se evalúan tanto en términos de severidad como de extensión. A partir de esta información, se asignan penalizaciones específicas que se integran para determinar el índice final. La metodología estándar para esta evaluación está descrita en la norma ASTM D6433, que establece las operaciones para la inspección y análisis del pavimento.

La principal ventaja del PCI reside en su capacidad para proporcionar una evaluación objetiva y reproducible del pavimento. Además, permite a los responsables de la infraestructura priorizar el uso de recursos limitados de manera eficiente. Por ejemplo, pavimentos con un PCI bajo (generalmente menor de 50) pueden requerir rehabilitación completa, mientras que aquellos con valores moderados (entre 50 y 70) pueden beneficiarse de reparaciones preventivas. Los pavimentos con PCI alto (por encima de 70) requieren mantenimiento mínimo o rutinario para mantener su buen estado.

El PCI es un instrumento esencial para el avance de los programas de gestión de pavimentos (PMS, Pavement Management Systems). Estos programas utilizan el PCI para proyectar el deterioro futuro del pavimento y planificar intervenciones de manera proactiva, lo que reduce costos y garantiza la seguridad y comodidad de los usuarios. Además, el PCI se emplea en análisis de costos y beneficios para justificar inversiones en infraestructura vial. (Vásquez, 2002).

En términos de aplicación, el PCI es ampliamente utilizado en aeropuertos, carreteras, calles urbanas y otras superficies pavimentadas. Su implementación requiere un equipo capacitado para realizar las inspecciones, registrar los datos y analizarlos utilizando software especializado. La periodicidad de las evaluaciones depende del nivel de tránsito y las condiciones ambientales, aunque se recomienda realizar inspecciones al menos cada dos años para garantizar la relevancia de los datos.



En conclusión, el PCI es una herramienta integral para evaluar y gestionar la infraestructura vial. Su enfoque sistemático y estandarizado permite tomar decisiones fundamentadas sobre el mantenimiento y rehabilitación del pavimento.

2.2.3.1. Clasificación del estado del pavimento

El PCI lo clasifica en diferentes categorías según el rango del índice obtenido. Esta clasificación ayuda a determinar la condición funcional y estructural del pavimento y a priorizar las acciones de mantenimiento o rehabilitación. A continuación, se presenta la clasificación estándar y sus características principales:

Tabla 2

Clasificación del estado del pavimento, según PCI

Rango PCI (%)	Clasificación	Descripción del estado
0 - 10	Falla	El pavimento está en estado de colapso, con fallas estructurales graves como hundimientos y baches profundos. Es necesaria la reconstrucción total, incluyendo la base y subrasante si están comprometidas.
10 - 25	Muy malo	El pavimento está gravemente deteriorado, con múltiples defectos graves, pérdida de material y deformaciones generalizadas. Requiere rehabilitación completa.
25 - 40	Malo	Defectos significativos afectan la funcionalidad, como baches y grietas severas. La rehabilitación parcial o completa es necesaria para garantizar la seguridad.
40 - 55	Regular	Defectos significativos afectan la funcionalidad, incluyendo baches, deformaciones importantes o grietas severas. Se recomienda una rehabilitación parcial del pavimento.
55 - 70	Bueno	El pavimento presenta defectos moderados, como grietas más pronunciadas, deformaciones menores o desgaste acumulado. Puede ser necesario un mantenimiento correctivo, como parches o capas de refuerzo.
70 - 85	Muy bueno	El pavimento tiene ligeros signos de desgaste, como grietas menores o leve desgaste superficial. Requiere mantenimiento preventivo como sellado de grietas o tratamientos superficiales.
85 - 100	Excelente	El pavimento está en óptimas condiciones, con mínimos o ningún defecto visible. Generalmente, requiere solo mantenimiento rutinario como limpieza o control de drenajes.

Figura 2*Índice de condición del pavimento (PCI)*

Rango PCI %	Color	Estado
0-10	Grigio	Falla
11-25	Naranja	Muy Malo
26-40	Rojo	Malo
41-55	Rosa	Regular
56-70	Amarillo	Bueno
71-85	Verde claro	Muy Bueno
86-100	Verde oscuro	Excelente

Nota. Clasificación del estado del pavimento, tomado de ASTM D-6433.

Importancia de la clasificación del PCI:

- **Priorización de recursos:** Ayuda a determinar qué secciones del pavimento requieren atención inmediata y cuáles pueden esperar.
- **Optimización del presupuesto:** Permite asignar los recursos disponibles de manera eficiente, enfocándose en intervenciones preventivas antes de que el pavimento alcance estados críticos.
- **Gestión de pavimentos:** Es una herramienta clave para planificar programas de mantenimiento y rehabilitación, asegurando una infraestructura vial funcional, segura y económica.

Esta clasificación ofrece una base imparcial y uniforme para la toma de decisiones sobre la gestión y el mantenimiento de los pavimentos.

2.2.3.2. Aplicaciones prácticas del PCI

El PCI es un instrumento ampliamente utilizado en la gestión vial y aeroportuaria debido a su capacidad para evaluar de manera objetiva el estado de los pavimentos. Sus aplicaciones prácticas abarcan desde la planificación del mantenimiento hasta la optimización de recursos y la priorización de proyectos (Quintana, 2018). A continuación, se describen sus principales usos en el ámbito práctico:



1. Priorización de mantenimiento y rehabilitación.

El PCI permite clasificar pavimentos según su estado y priorizar aquellos que necesitan atención urgente. Esto ayuda a los administradores de infraestructura a asignar recursos de manera eficiente, garantizando que las intervenciones se realicen en las áreas que más lo requieren.

- **Ejemplo:** Pavimentos con un PCI menor a 40 (muy malo) pueden ser priorizados para rehabilitación total, mientras que pavimentos con PCI entre 55 y 70 (regular) pueden recibir tratamientos correctivos para extender su vida útil.

2. Planificación de Programas de Mantenimiento.

El PCI facilita la elaboración de programas de mantenimiento preventivo, correctivo y de rehabilitación. Al identificar el estado actual de los pavimentos, los administradores pueden prever deterioros futuros y actuar de manera proactiva para minimizar costos.

- **Aplicación práctica:** En carreteras con PCI entre 70 y 85, se pueden programar sellados de grietas o tratamientos superficiales para prevenir deterioros mayores y evitar costos de rehabilitación más altos en el futuro.

3. Gestión de pavimentos (Pavement Management Systems - PMS).

El PCI es una métrica clave en los sistemas de gestión de pavimentos (PMS), que se utilizan para monitorear y analizar el estado de grandes redes de pavimentos. Estos sistemas emplean el PCI como indicador principal para tomar decisiones estratégicas sobre mantenimiento, presupuestos y políticas de infraestructura.

- **Ejemplo:** En una red vial municipal, un PMS basado en PCI puede identificar los tramos críticos con bajo índice, permitiendo a los gestores priorizar intervenciones en áreas con mayor tránsito o riesgo.

4. Presupuestación y asignación de recursos.

El PCI proporciona información objetiva para justificar presupuestos de mantenimiento y rehabilitación. También permite realizar análisis costo-beneficio al

comparar diferentes estrategias de intervención en función de su impacto en la vida útil del pavimento.

- **Aplicación práctica:** Un tramo con PCI bajo podría requerir reconstrucción total, lo que implica un mayor costo inicial, pero con un beneficio a largo plazo en términos de menor mantenimiento recurrente.

5. Proyecciones de deterioro.

Con base en el PCI actual, es posible modelar cómo se deteriorará un pavimento con el tiempo bajo diferentes condiciones de tráfico y clima. Esto permite a los administradores planificar intervenciones en el momento óptimo antes de que el deterioro sea demasiado severo. (Quintana, 2018).

Ejemplo: Un pavimento con PCI de 60 podría deteriorarse hasta 40 en cinco años bajo un tráfico pesado. Con esta proyección, se podría programar su rehabilitación en el tercer año para evitar mayores costos.

6. Evaluación del desempeño de materiales y técnicas de construcción.

El PCI se utiliza para medir el rendimiento de materiales y técnicas de construcción en proyectos específicos. Al monitorear el índice a lo largo del tiempo, los ingenieros pueden evaluar qué diseños o materiales ofrecen mejor durabilidad y funcionalidad.

Aplicación práctica: Comparar el desempeño de dos tipos de mezclas asfálticas en un tramo de prueba, analizando su PCI después de 3 años de servicio.

7. Evaluación de infraestructura aeroportuaria.

En aeropuertos, el PCI es especialmente útil para evaluar el estado de las pistas de aterrizaje, calles de rodaje y plataformas. Dado que estas áreas están sometidas a cargas extremas, es esencial monitorear su condición para garantizar la seguridad y operatividad.

Ejemplo: Pistas con PCI entre 40 y 55 pueden ser identificadas para rehabilitación parcial, mientras que aquellas con PCI superior a 85 requieren solo mantenimiento rutinario.

8. Mejora de la seguridad vial.

El PCI ayuda a identificar pavimentos deteriorados que representan riesgos para los usuarios, como baches, deformaciones o grietas severas. Esto permite implementar medidas correctivas para mejorar la seguridad y comodidad del tránsito.

Aplicación práctica: Reparar un tramo con PCI bajo en una carretera de alto tráfico para reducir el riesgo de accidentes y mejorar la experiencia de conducción.

9. Análisis de impacto del tráfico y clima.

El PCI puede ser empleado para analizar cómo el tráfico pesado y las condiciones climáticas extremas afectan el deterioro de los pavimentos. Esto ayuda a diseñar pavimentos más resistentes y seleccionar materiales adecuados para diferentes regiones. (Quintana, 2018).

Ejemplo: En una región con alta humedad, el PCI puede evidenciar que los pavimentos con drenaje deficiente tienden a deteriorarse más rápido, impulsando el diseño de sistemas de drenaje más efectivos.

10. Comunicación con partes interesadas.

El PCI proporciona un indicador claro y fácil de entender que puede ser utilizado para comunicar el estado de los pavimentos a las autoridades, usuarios y financiadores. Esto facilita la toma de decisiones y la obtención de apoyo para proyectos de infraestructura.

Aplicación práctica: Presentar un mapa con colores que indiquen el PCI de diferentes tramos a las autoridades para justificar la necesidad de inversiones.

2.2.4. Condición superficial del pavimento

Representa el estado físico de la capa superior de una vía o estructura pavimentada, observada y evaluada desde un enfoque funcional y visual. Esta condición incluye el análisis de características como la textura, la integridad estructural, la presencia de defectos, y la capacidad del pavimento para cumplir con sus funciones principales:



soportar el tráfico, proporcionar una superficie segura y cómoda para el tránsito, y proteger las capas inferiores del pavimento (Leguía & Pacheco, 2016).

La condición superficial es un indicador clave de la calidad y desempeño de un pavimento. Los defectos visibles en la superficie, como grietas, baches, deformaciones o desgaste, pueden ser señales de problemas más profundos en las capas inferiores o en el diseño estructural. Por ello, evaluar esta condición no solo es crucial para diagnosticar el estado actual del pavimento, sino también para prevenir deterioros mayores que puedan comprometer su funcionalidad y aumentar los costos de mantenimiento.

La evaluación se realiza generalmente mediante inspecciones visuales en las que se identifican y clasifican los tipos de daños según su severidad. Estos defectos incluyen problemas como grietas (fatiga, longitudinales, transversales), baches, roderas, desgaste superficial, deformaciones plásticas, desprendimientos, entre otros. A partir de esta información, se determinan las medidas correctivas o preventivas necesarias para garantizar la funcionalidad y seguridad del pavimento.

Un pavimento en buena condición superficial debe ofrecer una textura adecuada para proporcionar fricción suficiente y evitar deslizamientos, especialmente en condiciones climáticas adversas. Asimismo, debe garantizar la comodidad del usuario, evitando deformaciones o irregularidades que puedan generar incomodidad durante la conducción o provocar daños en los vehículos. Además, la capa superficial actúa como una barrera protectora que evita la infiltración de agua hacia las capas inferiores, preservando la estabilidad estructural del pavimento.

La condición es también un factor esencial en la seguridad vial. Defectos graves, como baches profundos o roderas pronunciadas, pueden aumentar el riesgo de accidentes, mientras que una superficie desgastada o lisa puede reducir la tracción de los vehículos, especialmente en frenadas. Por tanto, mantener una buena condición superficial no solo prolonga la vida útil del pavimento, sino que también garantiza una experiencia de tránsito segura y eficiente para los usuarios. (Leguía & Pacheco, 2016).



Finalmente, la condición superficial del pavimento es utilizada como un parámetro clave en sistemas de gestión de pavimentos, que ayudan a los administradores a planificar y priorizar estrategias de mantenimiento. Medir y monitorear regularmente esta condición permite implementar acciones proactivas de mantenimiento preventivo y correctivo, optimizando los recursos y mejorando la sostenibilidad de las redes viales.

2.2.5. Metodología de inspección visual

La metodología de inspección visual es un proceso sistemático usado para evaluar el estado de los pavimentos, identificando los tipos, niveles de severidad y los deterioros presentes. Este enfoque permite recopilar información de campo de manera directa y precisa, proporcionando una base sólida para el análisis de las condiciones estructurales y funcionales del pavimento, así como para la planificación de actividades de mantenimiento.

El procedimiento de inspección visual generalmente comienza con una planificación previa, en la que se definen las áreas a inspeccionar, los recursos necesarios y los criterios de evaluación. Se utilizan herramientas como formularios, fotografías y equipos de medición básica (reglas, cintas métricas, entre otros) para registrar datos relevantes. Además, se seleccionan tramos representativos, considerando factores como el tráfico, el clima y las características geométricas del pavimento. Estos tramos se subdividen en unidades más pequeñas (por ejemplo, de 100 m²), facilitando una evaluación detallada.

Durante la inspección, los técnicos recorren la superficie del pavimento para identificar y clasificar los deterioros visibles, como grietas, baches, roderas o desprendimientos. Cada deterioro es documentado en términos de tipo, ubicación, severidad (baja, media o alta) y extensión (área afectada o longitud). Esta información puede ser registrada manualmente o mediante aplicaciones digitales específicas que agilizan el proceso. En esta etapa, se suelen tomar fotografías georreferenciadas para complementar los registros. (Leguía & Pacheco, 2016).

Una vez recopilados los datos, se realiza un análisis para interpretar los resultados. Esto puede incluir la calificación del estado del pavimento mediante el PCI, que combina la severidad y la extensión de los deterioros para asignar una puntuación al pavimento. Este índice es ampliamente utilizado porque permite categorizar el estado general de la superficie en rangos que van desde "muy bueno" hasta "fallido".

La metodología de inspección visual es especialmente útil por su rapidez, bajo costo y capacidad de detectar problemas superficiales de manera efectiva. Sin embargo, su precisión depende de la experiencia del equipo evaluador y no reemplaza métodos más avanzados, como ensayos no destructivos, cuando se requiere un análisis más profundo de la estructura del pavimento. A pesar de ello, sigue siendo una herramienta esencial en la gestión de infraestructuras viales, facilitando decisiones fundamentadas para la optimización de recursos y la prolongación de la vida útil del pavimento.

2.3. Marco conceptual

a. Condición superficial.

Es el estado físico y funcional de la capa superior del pavimento, incluyendo aspectos como textura, rugosidad, fisuras, baches, deformaciones, y desgaste. Es un indicador clave para evaluar su seguridad, comodidad, y capacidad de servicio, ya que afecta la fricción, drenaje, resistencia al deslizamiento, y la experiencia del usuario. Esta condición puede deteriorarse por factores como el tráfico, el clima, y la calidad de los materiales, requiriendo inspección y mantenimiento regular para garantizar su desempeño óptimo.

b. Fallas del pavimento.

Las fallas son defectos estructurales o funcionales que afectan la integridad y el desempeño de la superficie vial, producidos por factores como el tráfico, las cargas repetitivas, las condiciones climáticas, y problemas de diseño o construcción. Estas fallas incluyen grietas, baches, deformaciones, desprendimientos, y falta de adherencia, las cuales pueden comprometer la seguridad, y la durabilidad del



pavimento, requiriendo evaluación y reparación oportuna para mantener su funcionalidad y prolongar su vida útil.

c. Manual de inspección visual.

Un Manual de Inspección Vial es un documento técnico que establece los lineamientos, procedimientos y criterios necesarios para evaluar y diagnosticar el estado físico y funcional de las vías, tanto en términos estructurales como superficiales. Este manual incluye metodologías para identificar y clasificar fallas, medir indicadores clave como la rugosidad, fricción y deflexión, y registrar las condiciones de seguridad y operatividad del pavimento.

d. Pavimento flexible.

Es la estructura vial conformada por capas superpuestas de materiales granulares y ligantes asfálticos que trabajan en conjunto para distribuir las cargas del tránsito hacia la subrasante. Su diseño se caracteriza por su capacidad para deformarse elásticamente bajo carga, adaptándose a pequeñas irregularidades del terreno y redistribuyendo tensiones. Las capas típicas incluyen la capa de rodadura, la base y la subbase, cada una diseñada para cumplir una función específica en términos de resistencia, durabilidad y soporte.

e. PCI.

Evalúa la condición de un pavimento mediante una escala numérica que va de 0 a 100, donde 0 representa un pavimento en estado crítico y 100 uno en condición excelente. Este índice se calcula en función de la severidad, tipo y cantidad de fallas presentes en el pavimento, tales como grietas, baches, deformaciones o desprendimientos. Es una herramienta ampliamente utilizada en la gestión de infraestructura vial, ya que permite priorizar intervenciones de mantenimiento o rehabilitación, optimizar recursos y garantizar un desempeño adecuado de las vías para los usuarios.



f. Propuesta de solución técnica.

Una propuesta de solución técnica es un documento o plan detallado que plantea medidas específicas y fundamentadas para resolver un problema técnico identificado. Este tipo de propuesta incluye un análisis de las causas del problema, una descripción clara de las acciones correctivas o preventivas a implementar, los recursos necesarios (humanos, materiales, financieros), cronogramas de ejecución, y los beneficios esperados. También se consideran los criterios técnicos, normativos y de sostenibilidad aplicables.

g. Grado de severidad.

El grado de severidad es una medida que indica la magnitud o impacto de un problema, defecto o condición, considerando su extensión, intensidad y consecuencias potenciales. En el contexto técnico, como en el análisis de pavimentos, el grado de severidad se clasifica en niveles (bajo, medio y alto) y se utiliza para evaluar la importancia de una falla, como grietas, deformaciones o baches, en función de su tamaño, profundidad o afectación. Esta clasificación es fundamental para priorizar acciones correctivas o preventivas, asignar recursos de manera eficiente y garantizar la funcionalidad y seguridad del sistema evaluado.

h. Vía.

Una vía es una infraestructura destinada al tránsito de personas, vehículos y mercancías, diseñada para facilitar la comunicación y el transporte entre diferentes puntos. Puede ser terrestre, como carreteras, calles o caminos; fluvial, como ríos navegables; marítima, como rutas oceánicas; o aérea, como corredores aéreos. Las vías terrestres, en particular, suelen clasificarse según su funcionalidad (urbanas, rurales, principales o secundarias) y su estructura (pavimentadas o no pavimentadas).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque es una perspectiva metodológica que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos mediante instrumentos estandarizados para cuantificar variables, probar hipótesis y establecer relaciones causales o correlacionales entre ellas. (Hernandez et al., 2014).

El enfoque de este estudio es **cuantitativo**, ya que se fundamenta en la recolección de datos numéricos obtenidos a partir de la observación directa de las fallas del pavimento, su clasificación según tipo y nivel de severidad, y su posterior análisis estadístico.

3.2. Tipo de la investigación

Se refiere a los diversos enfoques que pueden utilizar los estudios en función de una serie de factores, entre los que se incluyen la temporalidad, la profundidad, la objetividad y la manipulación de variables. (Kerlinger, 2002).

El tipo de investigación es **aplicada**, ya que se centrará en la resolución práctica de un problema específico relacionado con la infraestructura vial. A través de la evaluación y el diagnóstico de los daños en el pavimento, se buscará implementar soluciones concretas para el mantenimiento y la rehabilitación de la vía en cuestión.



3.3. Nivel de la investigación

El nivel indica el grado de profundidad y alcance con que se aborda un problema o fenómeno en un estudio. Este nivel define si la investigación se centra en familiarizarse con el tema, describir sus características, analizar relaciones entre variables o identificar causas y efectos. (Kerlinger, 2002).

El nivel de investigación es **descriptivo**, dado que se orienta a detallar y caracterizar el estado superficial del pavimento flexible de la vía Huancané – Vilque Chico. A través de este nivel se identifican los tipos de fallas, su frecuencia y severidad, permitiendo construir un diagnóstico técnico preciso de las condiciones actuales de la vía.

3.4. Diseño de la investigación

Según Creswell (2014), el diseño de la investigación es el plan estructurado que guía el desarrollo de un estudio, definiendo los métodos, procedimientos y estrategias necesarias para responder a las preguntas de investigación o alcanzar los objetivos planteados.

El diseño empleado es de tipo **no experimental**, porque se manipulan voluntariamente las variables del estudio, sino que se observa y analiza la condición actual del pavimento tal como se presenta en el tramo de la vía Huancané – Vilque Chico.

3.5. Método de la investigación

El conjunto de pasos y enfoques metódicos utilizados para recopilar y evaluar datos, se conoce como proceso de investigación o comprobar hipótesis. (Hernandez et al., 2014).

El método utilizado es **científico**, ya que se empleará un enfoque sistemático y objetivo para la recolección, análisis e interpretación de los datos. Se aplicará el método científico para formular hipótesis sobre el estado del pavimento, llevar a cabo las



observaciones necesarias en el campo, y luego analizar los resultados con el fin de proponer soluciones basadas en la evidencia obtenida.

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

Es el conjunto total de elementos, individuos, objetos o eventos que comparten características comunes relevantes para el estudio y sobre los cuales se pretende generalizar los resultados. Puede ser finita o infinita, dependiendo de su tamaño, y debe estar claramente delimitada en términos de ubicación, tiempo y criterios específicos. (Hernandez et al., 2014).

La población está conformada por toda la longitud de la vía Huancané - Vilque Chico, abarcando el pavimento flexible de este tramo vial. Esta población incluye la totalidad de las secciones del pavimento que presentan características homogéneas en términos de diseño, tráfico y condiciones ambientales.

3.6.2. Muestra

Es un subconjunto representativo de la población objetivo, seleccionado para participar en el estudio, con el propósito de facilitar la recolección y análisis de datos cuando trabajar con toda la población no es viable. (Hernandez et al., 2014).

La muestra para este estudio está conformada por los diferentes segmentos homogéneos de la vía en términos de tráfico y nivel de deterioro observable. Se identificaron y analizaron secciones representativas del pavimento, con una longitud definida (177 metros lineales por tramo) según los estándares del Manual de Inspección Visual. Estas secciones serán seleccionadas para garantizar que la muestra refleje adecuadamente las condiciones generales de la vía y permita realizar un diagnóstico preciso.

Tabla 3

Progresiva de los tramos

UM	Progresivas	
	Inicio	Final
1	Km - 3+500	Km - 3+535
2	Km - 3+677	Km - 3+712
3	Km - 3+854	Km - 3+889
4	Km - 4+031	Km - 4+066
5	Km - 4+208	Km - 4+243
6	Km - 4+385	Km - 4+420
7	Km - 4+562	Km - 4+597
8	Km - 4+739	Km - 4+774
9	Km - 4+916	Km - 4+951
10	Km - 5+093	Km - 5+128
11	Km - 5+270	Km - 5+305
12	Km - 5+477	Km - 5+482

3.7. Técnicas e instrumentos

3.7.1. Técnicas

Según Creswell (2014), los métodos prácticos y específicos utilizados para recopilar y analizar datos en un estudio con el fin de abordar cuestiones de investigación o alcanzar objetivos predeterminados se conocen como técnicas de investigación.

- **Observación directa:**

Se utilizó para identificar, registrar y clasificar visualmente los tipos de deterioro presentes en el pavimento de la vía Huancané - Vilque Chico. Esta técnica permitió evaluar las características visibles del pavimento, como fisuras, baches, deformaciones, desprendimientos, entre otros.

- **Inspección visual:**

Basada en el Manual de Inspección Visual, esta técnica se aplicó para categorizar y cuantificar los daños según su tipo y severidad. Se llevará a cabo recorriendo físicamente los segmentos seleccionados de la vía.



- **Recolección de datos secundarios:**

Se complementó con información previa, como estudios técnicos, registros históricos y normativas aplicables que permitan contextualizar y comparar los resultados obtenidos

3.7.2. Instrumentos

Según Hernández (2014), los instrumentos son equipos especializados que se utilizan para recopilar datos de forma precisa y metódica, adaptándose al tipo de estudio y las técnicas seleccionadas.

Las siguientes son las herramientas utilizadas en este estudio:

- **Ficha de observación:**

Diseñada con base en los criterios del Manual de Inspección Visual, nos permitió registrar sistemáticamente los tipos y severidades de los daños observados en el pavimento.

- **Registro fotográfico:**

Se utilizó una cámara fotográfica y un dispositivo móvil para documentar visualmente el estado actual del pavimento en las secciones seleccionadas, proporcionando evidencia gráfica de los daños.

- **Herramientas de medición:**

Instrumentos como cintas métricas, reglas y niveles para medir dimensiones de fisuras, baches o deformaciones, asegurando una cuantificación precisa de los daños.

- **Software de procesamiento de datos:**

Se utilizaron aplicaciones como Excel y software especializado para analizar el PCI y organizar los datos obtenidos.

3.8. Plan de recolección y procesamiento de datos

3.8.1. Desarrollo del plan de recolección de datos

Esta investigación se dividió en varias fases para cumplir los objetivos establecidos y lograr el máximo desarrollo. Las secciones siguientes describen cada uno de los pasos.

Fase I: Recopilación de la información.

Este paso consiste en recopilar y analizar el material pertinente que servirá de base para la investigación. Se lleva a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos académicos, incluyendo tesis, publicaciones científicas, libros especializados y legislación pertinente al tema de estudio. La revisión bibliográfica tiene como objetivo descubrir los fundamentos teóricos y empíricos relacionados con temas similares, reconocer las técnicas metodológicas empleadas en estudios anteriores y comprender los resultados y límites que pueden ofrecer información pertinente.

Fase II: Localización de la vía.

Figura 3

Localización de la vía Huancané – Vilquechico



Nota. Cantera Huancané - Vilquechico, tomado de Google Maps.



Fase III: Procedimiento de la metodología PCI.

En esta etapa del estudio, se realizó el cálculo del PCI, un método reconocida que permite evaluar el estado de pavimentos, tanto flexibles como rígidos, mediante un enfoque estandarizado.

Procedimiento:

1. Selección de las unidades de muestreo.

División del área total del pavimento:

- Dividir el área total en unidades de muestreo (bloques de evaluación).
- Cada unidad de muestreo debe tener un área aproximada de entre 250 m².

Determinación de las unidades de inspección:

- Inspeccionar al menos el 10% del área total del pavimento, seleccionando las UM de forma aleatoria, pero representativa.

2. Inspección visual del pavimento.

Identificación de deterioros:

- Se realiza una inspección visual para identificar los tipos de deterioro presentes en cada unidad de muestreo.
- Los tipos de deterioro comunes incluyen:

Fisuras (transversales, longitudinales, en bloque, etc.)

Baches

Hundimientos

Ahuellamiento

Medición del deterioro:

- Registrar la extensión (área, longitud o porcentaje) y la gravedad (baja, media o alta) de cada tipo de deterioro.

3. Clasificación de los deterioros según ASTM D6433.

Lista de deterioros clasificados:

- Consultar la norma ASTM D6433 para determinar cómo afecta cada tipo de deterioro al PCI.



- Asignar una categoría según el tipo, extensión y gravedad.

4. Cálculo del valor de deducción (Deduct Value, DV).

Uso de las tablas ASTM D6433:

- Para cada tipo de deterioro, consultar las tablas que relacionan la extensión y la gravedad con un valor de deducción (DV).

Sumar los valores de deducción:

- Si hay más de un tipo de deterioro en la unidad de muestreo, calcular el DV combinado usando el método de corrección de superposición.

5. Cálculo del PCI.

PCI Inicial:

- El PCI inicial es de 100 (pavimento perfecto).

Restar el valor de deducción:

- Restar el DV combinado del PCI inicial.
- Fórmula:

$$PCI = 100 - DV \text{ (combinado)}$$

Ajuste final:

- Si el PCI calculado es menor a 0, se ajusta a 0.

(Esto implica que el pavimento está en condición crítica).

6. Clasificación del pavimento.

Con base en el PCI calculado, clasificar el pavimento según la escala estándar:

- 100 - 85: Excelente.
- 85 - 70: Muy bueno.
- 70 - 55: Bueno.
- 55 - 40: Regular.
- 40 - 25: Malo.
- 25 - 10: Muy malo.
- 10 - 0: Fallado.

Figura 4*Medición del deterioro***Fase IV: Evaluación de los resultados**

Los resultados se mostrarán en tablas comparativas para mejorar la visualización y la interpretación de la información obtenida. Estas tablas presentarán de forma metódica y clara los datos recopilados en el manual de inspección visual, haciendo hincapié en los resultados principales y permitiendo la comparación entre las numerosas áreas evaluadas.

3.8.2. Procesamiento y análisis de datos

En el proceso de datos utilizarán numerosos instrumentos tecnológicos, entre ellos tablas, gráficos y cálculos exhaustivos. Estos enfoques permitirán una interpretación más precisa de los datos, lo que ayudará a descubrir patrones y tendencias pertinentes que respalden las conclusiones y sugerencias del estudio.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos

Optimizamos los datos para que se ajustaran a los objetivos de nuestro estudio tras crear nuestras técnicas de investigación. A continuación se detallan los objetivos que guiaron nuestro estudio.

- ✚ Se evaluaron los tipos de daños y el grado de severidad que presenta las vías a nivel de pavimento.
- ✚ Se determinaron el nivel de condición superficial de las vías a nivel del pavimento flexible.
- ✚ Se propusieron alternativas de intervención de vías a nivel del pavimento flexible examinado.

4.1.1. Resultados sobre los tipos de daños y el grado de severidad que presentan las vías a nivel del pavimento flexible

Unidad de muestra 01.

Tabla 4

Daños y grado de severidad en el Km 3+500 – 3+535

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de cocodrilo	PDC	m2	19.05	H
7	Grieta de borde	GBO	m	12.31	M
13	Huecos	HUC	und	3.00	L
11	Parcheo	PAR	m2	15.70	M
10	Grieta transversales	GTR	m	5.20	M

En el tramo comprendido entre el Km 3+500 y el Km 3+535, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fueron la piel de cocodrilo, con una incidencia de 19.05, y el parcheo, con un valor de 15.70, Estos resultados reflejan la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 02.

Tabla 5

Daños y grado de severidad en el Km 3+677 – 3+712

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de cocodrilo	PDC	m2	11.95	M
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	5.04	L
7	Grietas de borde	GBO	m	17.70	M
10	Grietas transversales	GTR	m	15.70	M
11	Parcheo	PAR	m2	4.26	L

En el tramo comprendido entre el Km 3+677 – 3+712, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fueron la grietas de borde, con una incidencia de 17.70, y las grietas trasv., con un valor de 15.70, Estos resultados reflejan la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 03.**Tabla 6***Daños y grado de severidad en el Km 3+854 – 3+889*

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de cocodrilo	ABH	m2	9.56	L
5	Corrugación	COG	m2	4.26	M
7	Grieta de borde	GBO	m	14.80	H
10	Grieta transversales	GTR	m	8.90	M
13	Huecos	HUC	und	2.00	L

En el tramo comprendido entre el Km 3+854 – 3+889, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fue la grieta de borde, con una incidencia de 14.80, Este resultado refleja la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 04.**Tabla 7***Daños y grado de severidad en el Km 4+031 – 4+066*

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
7	Grieta de borde	GBO	m	8.00	M
11	Parqueo	PAR	m2	8.13	M
12	Pulimiento de agregado	PUL	m2	21.18	H
13	Huecos	HUC	und	4.00	L

En el tramo comprendido entre el Km 4+031 – 4+066, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fue el pulimiento, con una incidencia de 21.18, Este resultado refleja la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 05.**Tabla 8***Daños y grado de severidad en el Km 4+208 – 4+243*

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	7.90	L
7	Grieta de borde	GBO	m	14.00	M
10	Grieta transversales	GTR	m	14.30	M
11	Parqueo	PAR	m2	7.82	M
12	Pulimiento de agregado	PUL	m2	12.32	L

En el tramo comprendido entre el Km 4+208 – 4+243, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fueron la grieta de borde, con una incidencia de 14.00, y la grieta transv., con un valor de 14.30, Estos resultados reflejan la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 06.**Tabla 9***Daños y grado de severidad en el Km 4+385 – 4+420*

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de cocodrilo	PDC	m2	19.49	H
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	5.44	M
5	Corrugación	COG	m2	2.10	L
10	Grieta transversales	GTR	m	7.77	M
13	Huecos	HUC	und	5.00	H

En el tramo comprendido entre el Km 4+385 – 4+420, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fue la piel de cocodrilo, con una incidencia de 19.49, Este resultado refleja la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 07.

Tabla 10

Daños y grado de severidad en el Km 4+562 – 4+597

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de cocodrilo	PDC	m2	21.78	H
7	Grieta de borde	GBO	m	13.04	M
13	Huecos	HUC	und	2.00	L
11	Parqueo	PAR	m2	16.29	M
10	Grieta transversales	GTR	m	9.70	M

En el tramo comprendido entre el Km 4+562 – 4+597, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fueron la piel de cocodrilo, con una incidencia de 21.78, y el parqueo, con un valor de 16.29, Estos resultados reflejan la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 08.

Tabla 11

Daños y grado de severidad en el Km 4+739 – 4+774

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	23.02	H
5	Corrugación	COG	m2	19.43	M
11	Parqueo	PAR	m2	16.89	M
12	Pulimiento de agregado	PUL	m2	16.22	L

En el tramo comprendido entre el Km 4+739 – 4+774, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fueron el agrietamiento en bloque, con una incidencia de 23.02, y la corrugación, con un valor de 19.43, Estos resultados reflejan la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 09.**Tabla 12***Daños y grado de severidad en el Km 4+916 – 4+951*

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de cocodrilo	PDC	m2	10.93	M
5	Corrugación	COG	m2	5.11	L
7	Grieta de borde	GBO	m	17.35	H
10	Grieta transversales	GTR	m	4.85	M
13	Huecos	HUC	und	3.00	L

En el tramo comprendido entre el Km 4+916 – 4+951, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fueron la grieta de borde, con una incidencia de 17.35, y piel de cocodrilo, con un valor de 10.93, Estos resultados reflejan la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 10.**Tabla 13***Daños y grado de severidad en el Km 5+093 – 5+128*

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	18.68	L
11	Parqueo	PAR	m2	20.94	H
12	Pulimiento de agregado	PUL	m2	16.11	M
13	Huecos	HUC	und	5.00	M

En el tramo comprendido entre el Km 5+093 – 5+128, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fueron el parqueo, con una incidencia de 20.94, y agrietamiento en bloque, con un valor de 18.68, Estos resultados reflejan la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 11.**Tabla 14***Daños y grado de severidad en el Km 5+270 – 5+305*

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de cocodrilo	PDC	m2	25.55	H
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	5.11	M
10	Grieta transversales	GTR	m	13.16	H
11	Parcheo	PAR	m2	3.16	L
13	Huecos	HUC	und	3.00	M

En el tramo comprendido entre el Km 5+270 – 5+305, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fueron la piel de cocodrilo, con una incidencia de 25.55, y la grieta transv., con un valor de 13.16, Estos resultados reflejan la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.

Unidad de muestra 12.**Tabla 15***Daños y grado de severidad en el Km 5+477 – 5+500*

TIPOS DE DANOS Y GRADO DE SEVERIDAD					
Falla	Descripción	Cod.	Unidad	Cantidad	Grado de severidad
1	Piel de cocodrilo	PDC	m2	2.22	L
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	7.82	L
11	Parcheo	PAR	m2	11.50	M
12	Pulimiento de agregado	PUL	m2	7.44	M
13	Huecos	HUC	und	4.00	M

En el tramo comprendido entre el Km 5+477 – 5+500, se reconocieron y clasificaron diferentes tipos de daños en función de su gravedad. Los daños más frecuentes en este segmento fue el parcheo, con una incidencia de 11.50, Este resultado refleja la necesidad de priorizar intervenciones para mitigar los efectos de deterioro en el pavimento.



4.1.1.1. Comparativo de las fallas de mayor incidencia

Tabla 16

Fallas por subtramo con progresivas.

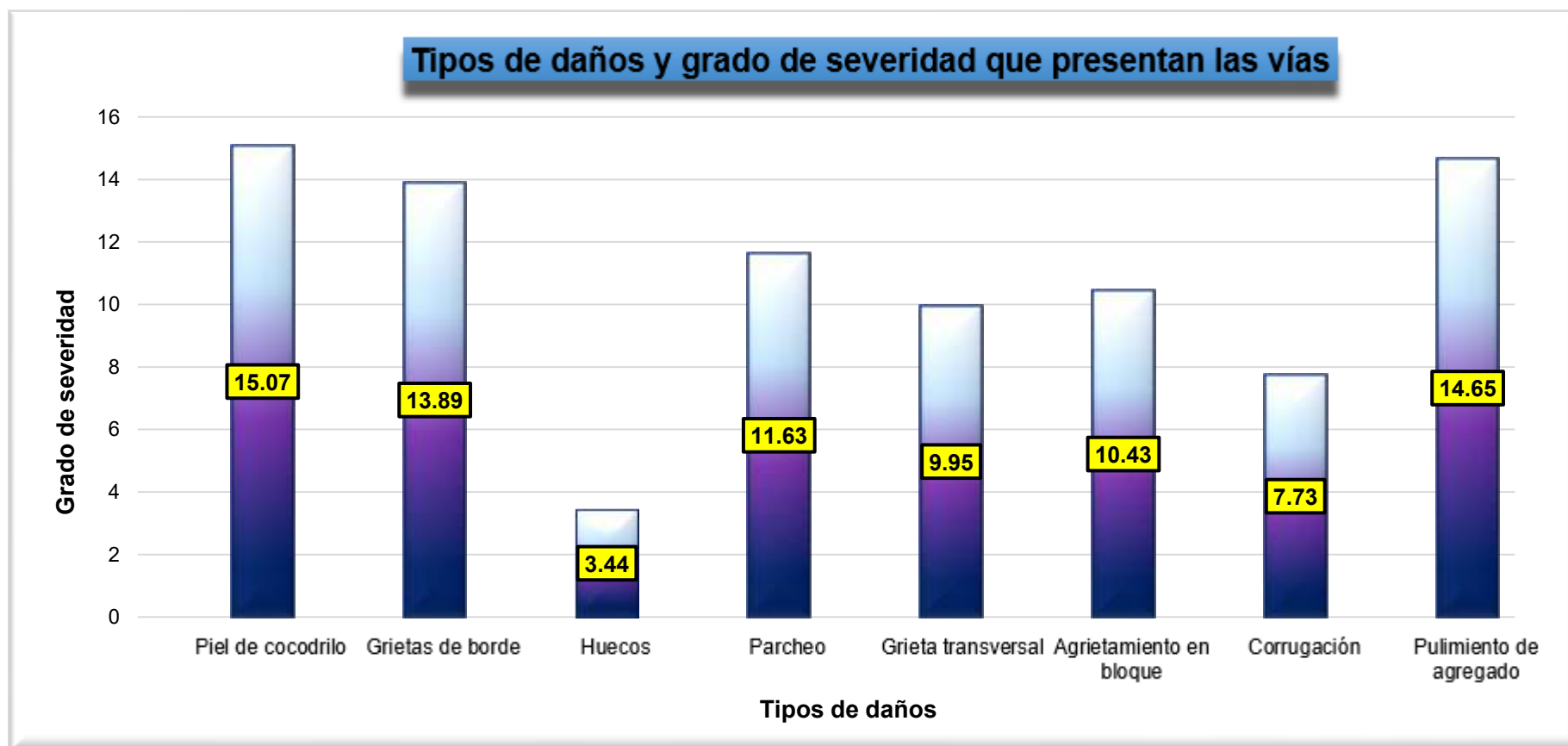
Tramo	Progresiva Inicio	Progresiva Final	Longitud (m)	Piel de cocodrilo	Grietas de borde	Huecos	Parcheo	Grieta transversal	Agrietamiento en bloque	Corrugación	Pulimiento de agregado
1	3+500	3+535	177	19.05	12.31	3.00	15.70	5.20			
2	3+677	3+712	177	11.95	17.70		4.26	15.70	5.04		
3	3+854	3+889	177	9.56	14.80	2.00		8.90		4.26	
4	4+031	4+066	177		8.00	4.00	8.13				21.18
5	4+208	4+243	177		14.00		7.82	14.30	7.90		12.32
6	4+385	4+420	177	19.49		5.00		7.77	5.44	2.10	
7	4+562	4+597	177	21.78	13.04	2.00	16.29	9.70			
8	4+739	4+774	177				16.89		23.02	19.43	16.22
9	4+916	4+951	177	10.93	17.35	3.00		4.85		5.11	
10	5+093	5+128	177			5.00	20.94		18.68		16.11
11	5+270	5+305	177	25.55		3.00	3.16	13.16	5.11		
12	5+477	5+500	177	2.22		4.00	11.50		7.82		7.44
Promedios				15.07	13.89	3.44	11.63	9.95	10.43	7.73	14.65

La Tabla muestra el porcentaje de fallas en los 12 tramos de 177 m cada uno, donde la PDC alcanzo un 15.07, las GBO alcanzo un 13.89, los HUC alcanzo un 3.44, el PAR alcanzo un 11.63, las GTR alcanzaron un 9.95, el AEB alcanzo un 10.43, la COG alcanzo un 7.73 y finalmente el PUL alcanzo un 14.65. Esto ayuda a determinar qué áreas necesitan reparación debido al mayor grado de deterioro.



Figura 5

Fallas de mayor incidencia.



4.1.2. Resultados sobre la condición superficial de las vías a nivel del pavimento flexible

Unidad de muestra 01.

Tabla 17

Proceso de fallas UM-01, Km 3+500 – 3+535.

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	H	6.25	4.10	3.65	5.05	19.05	8.28%	58.85
7	M	3.48	7.63	1.20		12.31	5.35%	10.68
13	L	1	2			3.00	1.30%	22.07
11	M	7.34	2.41	5.95		15.70	6.82%	26.16
10	M	5.20				5.20	2.26%	5.20

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 3+500 y 3+535, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 18

PCI y Clasificación UM-01, Km 3+500 – 3+535.

Falla	Severidad	Valor deducido					Va. De. Total	q	VDC
1	H	58.85	26.16	22.07	10.68	5.20	122.96	5	63.48
7	M	58.85	26.16	22.07	10.68	2	119.76	4	67.86
13	L	58.85	26.16	22.07	2	2	111.08	3	68.54
11	M	58.85	26.16	2	2	2	91.01	2	64.71
10	M	58.85	2	2	2	2	66.85	1	66.85
Máximo VDC									68.54
PCI									31%
Condición del pavimento									MALO

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 3+500 y 3+535, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 31% y el VDC máximo, de 68,54. El pavimento de esta parte se clasifica como MALO según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.

Unidad de muestra 02.**Tabla 19***Proceso de fallas UM-02, Km 3+677 – 3+712*

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	M	3.58	2.74	5.63		11.95	5.19%	38.36
3	L	1.26	0.94	2.84		5.04	2.19%	1.60
7	M	4.26	1.58	5.18	6.68	17.70	7.69%	12.38
10	M	7.34	2.41	5.95		15.70	6.82%	14.07
11	L	2.42	1.84			4.26	1.85%	4.09

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 3+677 y 3+712, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 20*PCI y Clasificación UM-02, 3+677 – 3+712*

Falla	Severidad	Valor deducido				Va. De. Total	q	VDC
1	M	38.36	14.07	12.38	4.09	68.9	4	38.34
3	L							
7	M	38.36	14.07	12.38	2	66.8	3	42.42
10	M	38.36	14.07	2	2	56.4	2	41.48
11	L	38.36	2	2	2	44.4	1	44.40
Máximo VDC								44.40
PCI								56%
Condición del pavimento								BUENO

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 3+677 y 3+712, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 56% y el VDC máximo, de 44,40. El pavimento de esta parte se clasifica como BUENO según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.

Unidad de muestra 03.**Tabla 21***Proceso de fallas UM-03, Km 3+854 – 3+889*

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	L	2.35	1.15	2.58	3.48	9.56	4.15%	23.93
5	M	1.26	0.85	2.15		4.26	1.85%	21.47
7	H	5.34	2.46	2.23	4.77	14.80	6.43%	18.16
10	M	2.85	1.64	4.41		8.90	3.87%	8.9
13	L	1	1			2.00	0.87%	17.76

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 3+854 y 3+889, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 22*PCI y Clasificación UM-03, Km 3+854 – 3+889*

Falla	Severidad	Valor deducido					Va. De. Total	q	VDC
1	L	23.93	21.47	18.16	17.76	8.9	90.2	5	46.12
5	M	23.93	21.47	18.16	17.76	2	83.3	4	46.98
7	H	23.93	21.47	18.16	2	2	67.6	3	42.94
10	M	23.93	21.47	2	2	2	51.4	2	37.98
13	L	23.93	2	2	2	2	31.9	1	31.9
Máximo VDC									46.98
PCI									53%
Condición del pavimento									REGULAR

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 3+854 y 3+889, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 53% y el VDC máximo, de 46,98. El pavimento de esta parte se clasifica como REGULAR según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.

Unidad de muestra 04.**Tabla 23***Proceso de fallas UM-04, Km 4+031 – 4+066*

Falla	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad	Valor deducido	
7	M	1.84	4.02	2.14	8.00	3.48%	8.93	
11	M	3.64	2.78	1.71	8.13	3.53%	18.83	
12	H	4.52	7.26	3.58	5.82	21.18	9.20%	3.18
13	L	2	1	1	4.00	1.74%	26.87	

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 4+031 y 4+066, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 24*PCI y Clasificación UM-04, Km 4+031 – 4+066*

Falla	Severidad	Valor deducido				Va. De. Total	q	VDC
7	M	26.87	18.83	8.93	3.18	57.8	4	31.46
11	M	26.87	18.83	8.93	2	56.6	3	35.62
12	H	26.87	18.83	2	2	49.7	2	36.79
13	L	26.87	2	2	2	32.9	1	32.9
Máximo VDC								36.79
PCI								63%
Condición del pavimento								BUENO

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 4+031 y 4+066, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 63% y el VDC máximo, de 36,79. El pavimento de esta parte se clasifica como BUENO según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.



Unidad de muestra 05.

Tabla 25

Proceso de fallas UM-05, Km 4+208 – 4+243

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
3	L	1.25	0.93	2.24	3.48	7.90	3.43%	3.42
7	M	4.36	2.88	6.76		14.00	6.08%	11.26
10	M	2.66	4.48	1.52	5.64	14.30	6.21%	13.27
11	M	3.57	4.25			7.82	3.40%	18.48
12	L	2.96	4.25	3.78	1.33	12.32	5.35%	1.41

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 4+208 y 4+243, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 26

PCI y Clasificación UM-05, Km 4+208 – 4+243

Falla	Severidad	Valor deducido				Va. De. Total	q	VDC
3	L	18.48	13.27	11.26	3.42	46.4	4	23.48
7	M	18.48	13.27	11.26	2	45.0	3	27.5
10	M	18.48	13.27	2	2	35.8	2	26.64
11	M	18.48	2	2	2	24.5	1	24.5
12	L							
Máximo VDC								27.50
PCI								73%
Condición del pavimento								MUY BUENO

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 4+208 y 4+243, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 56% y el VDC máximo, de 44,40. El pavimento de esta parte se clasifica como MUY BUENO según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.

Unidad de muestra 06.**Tabla 27***Proceso de fallas UM-06, Km 4+385 – 4+420*

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	H	2.48	5.81	3.08	8.12	19.49	8.47%	59.15
3	M	1.24	0.98	3.22		5.44	2.36%	6.66
5	L	1.28	0.82			2.10	0.91%	2.04
10	M	2.35	1.54	3.88		7.77	3.38%	7.77
13	H	1	1	2	1	5.00	2.17%	68.45

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 4+385 y 4+420, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 28*PCI y Clasificación UM-06, Km 4+385 – 4+420*

Falla	Severidad	Valor deducido					Va. De. Total	q	VDC
1	H	68.45	59.15	7.77	6.66	2.04	144.1	5	73.64
3	M	68.45	59.15	7.77	6.66	2	144.0	4	78.00
5	L	68.45	59.15	7.77	2	2	139.4	3	83.70
10	M	68.45	59.15	2	2	2	133.6	2	87.80
13	H	68.45	2	2	2	2	76.5	1	76.5
Máximo VDC									87.80
PCI									12%
Condición del pavimento									MUY MALO

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 4+385 y 4+420, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 12% y el VDC máximo, de 87.80. El pavimento de esta parte se clasifica como MUY MALO según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.



Unidad de muestra 07.

Tabla 29

Proceso de fallas UM-07, Km 4+562 – 4+597

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	H	5.45	6.12	2.58	7.63	21.78	9.47%	60.61
7	M	4.51	6.38	2.15		13.04	5.67%	10.94
13	L	1	1			2.00	0.87%	17.76
11	M	6.84	4.12	5.33		16.29	7.08%	26.64
10	M	4.62	5.08			9.70	4.22%	9.71

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 4+562 y 4+597, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 30

PCI y Clasificación UM-07, Km 4+562 – 4+597

Falla	Severidad	Valor deducido					Va. De. Total	q	VDC
1	H	60.61	26.64	17.76	10.94	9.71	125.7	5	64.85
7	M	60.61	26.64	17.76	10.94	2	118.0	4	66.80
13	L	60.61	26.64	17.76	2	2	109.0	3	67.50
11	M	60.61	26.64	2	2	2	93.3	2	66.31
10	M	60.61	2	2	2	2	68.6	1	68.60
Máximo VDC									68.60
PCI									31%
Condición del pavimento									MALO

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 4+562 y 4+597, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 31% y el VDC máximo, de 68,60. El pavimento de esta parte se clasifica como MALO según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.

Unidad de muestra 08.**Tabla 31***Proceso de fallas UM-08, Km 4+739 – 4+774*

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
3	H	2.36	1.84	8.42	10.4	23.02	10.00%	29.5
5	M	6.48	5.62	7.33		19.43	8.44%	37.43
11	M	4.72	3.58	2.15	6.44	16.89	7.34%	27.11
12	L	5.23	3.55	7.44		16.22	7.05%	2.33

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 4+739 y 4+774, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 32*PCI y Clasificación UM-08, Km 4+739 – 4+774*

Falla	Severidad	Valor deducido				Va. De. Total	q	VDC
3	H	37.43	29.50	27.11	2.33	96.37	4	54.82
5	M	37.43	29.50	27.11	2	96.04	3	60.62
11	M	37.43	29.50	2	2	70.93	2	51.65
12	L	37.43	2	2	2	43.43	1	43.43
Máximo VDC								60.62
PCI								39%
Condición del pavimento								MALO

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 4+739 y 4+774, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 39% y el VDC máximo, de 60,62. El pavimento de esta parte se clasifica como MALO según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.

Unidad de muestra 09.**Tabla 33***Proceso de fallas UM-09, Km 4+916 – 4+951*

Falla	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad	Valor deducido
1	M	2.24	3.56	5.13	10.93	4.75%	37.40
5	L	3.26	1.85		5.11	2.22%	4.51
7	H	4.56	1.57	4.38	6.84	7.54%	19.55
10	M	2.38	1.72	0.75	4.85	2.11%	4.85
13	L	2	1		3.00	1.30%	22.07

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 4+916 y 4+951, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 34*PCI y Clasificación UM-09, Km 4+916 – 4+951*

Falla	Severidad	Valor deducido					Va. De. Total	q	VDC
1	M	37.40	22.07	19.55	4.85	4.51	88.4	5	45.20
5	L	37.40	22.07	19.55	4.85	2	85.9	4	48.54
7	H	37.40	22.07	19.55	2	2	83.0	3	52.45
10	M	37.40	22.07	2	2	2	65.5	2	47.85
13	L	37.40	2	2	2	2	45.4	1	45.40
Máximo VDC									52.45
PCI									48%
Condición del pavimento									REGULAR

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 4+916 y 4+951, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 48% y el VDC máximo, de 52,45. El pavimento de esta parte se clasifica como REGULAR según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.



Unidad de muestra 10.

Tabla 35

Proceso de fallas UM-10, Km 5+093 – 5+128

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
3	L	3.58	6.12	8.98		18.68	8.12%	6.96
11	H	4.65	5.05	6.38	4.86	20.94	9.10%	49.21
12	M	3.46	3.02	5.34	4.29	16.11	7.00%	2.30
13	M	1	1	2	1	5.00	2.17%	47.53

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 5+093 y 5+128, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 36

PCI y Clasificación UM-10, Km 5+093 – 5+128

Falla	Severidad	Valor deducido				Va. De. Total	q	VDC
3	L	49.21	47.53	6.96	2.3	106.0	4	60
11	H	49.21	47.53	6.96	2	105.7	3	65.85
12	M	49.21	47.53	2	2	100.7	2	71.35
13	M	49.21	2	2	2	55.2	1	55.2
Máximo VDC								71.35
PCI								29%
Condición del pavimento								MALO

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 5+093 y 5+128, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 29% y el VDC máximo, de 71,35. El pavimento de esta parte se clasifica como MALO según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.

Unidad de muestra 11.

Tabla 37

Proceso de fallas UM-11, Km 5+270 – 5+305

Falla	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad	Valor deducido
1	H	9.84	10.25	5.46	25.55	11.10%	62.30
3	M	0.84	1.22	3.05	5.11	2.22%	6.33
10	H	1.78	4.21	2.55	4.62	5.72%	24.69
11	L	2.64	0.52		3.16	1.37%	3.08
13	M	1	1	1	3.00	1.30%	36.20

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 5+270 y 5+305, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 38

PCI y Clasificación UM-11, Km 5+270 – 5+305

Falla	Severidad	Valor deducido					Va. De. Total	q	VDC
1	H	62.30	36.20	24.69	6.33	3.08	132.6	5	68.3
3	M	62.30	36.20	24.69	6.33	2	131.5	4	73.75
10	H	62.30	36.20	24.69	2	2	127.2	3	76.96
11	L	62.30	36.20	2	2	2	104.5	2	73.25
13	M	62.30	2	2	2	2	70.3	1	70.3
Máximo VDC									76.96
PCI									23%
Condición del pavimento									MUY MALO

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 5+270 y 5+305, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 23% y el VDC máximo, de 76,96. El pavimento de esta parte se clasifica como MALO según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.

Unidad de muestra 12.**Tabla 39***Proceso de fallas UM-12, Km 5+477 – 5+500*

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad	Valor deducido
1	L	0.84	1.38			2.22	0.96%	9.58
3	L	2.4	1.84	3.58		7.82	3.40%	3.38
11	M	2.34	4.02	3.26	1.88	11.50	5.00%	22.40
12	M	1.74	2.5	3.2		7.44	3.23%	0.12
13	M	1	1			2.00	0.87%	29.34

Tras identificar los defectos del pavimento en el tramo comprendido entre los km 5+477 y 5+500, se llevó un examen exhaustivo que contiene el cálculo de la densidad y el valor deducido asociado. Para determinar su efecto en las condiciones del pavimento, estos cálculos se realizaron utilizando la información recopilada de los diferentes defectos encontrados.

Tabla 40*PCI y Clasificación UM-12, Km 5+477 – 5+500*

Falla	Severidad	Valor deducido				Va. De. Total	q	VDC
1	L	29.34	22.40	9.58	3.38	64.7	4	35.82
3	L	29.34	22.40	9.58	2	63.3	3	40.15
11	M	29.34	22.40	2	2	55.7	2	40.99
12								
13	M	29.34	2	2	2	35.3	1	35.3
Máximo VDC								40.99
PCI								59%
Condición del pavimento								BUENO

Se realizó una evaluación completa de los defectos del pavimento de la sección comprendido entre los km 5+477 y 5+500, analizando factores como la densidad, la gravedad y los valores obtenidos de las mediciones. El índice PCI resultante fue del 59% y el VDC máximo, de 44,99. El pavimento de esta parte se clasifica como BUENO según estos valores, lo que significa que es necesario actuar con rapidez a fin de asegurar su funcionamiento.



4.1.2.1. Resultados de la condición superficial de la vía según PCI en el pavimento flexible

Tabla 41

Condición del pavimento, según PCI

UM	Progresivas (inicio)	Progresivas (final)	PCI (%)	Condición
1	Km - 3+500	Km - 3+535	31	MALO
2	Km - 3+677	Km - 3+712	56	BUENO
3	Km - 3+854	Km - 3+889	53	REGULAR
4	Km - 4+031	Km - 4+066	63	BUENO
5	Km - 4+208	Km - 4+243	73	MUY BUENO
6	Km - 4+385	Km - 4+420	12	MUY MALO
7	Km - 4+562	Km - 4+597	31	MALO
8	Km - 4+739	Km - 4+774	39	MALO
9	Km - 4+916	Km - 4+951	48	REGULAR
10	Km - 5+093	Km - 5+128	29	MALO
11	Km - 5+270	Km - 5+305	23	MUY MALO
12	Km - 5+477	Km - 5+500	59	BUENO
Resultado general				MALO

Se presenta el análisis detallado del estado del pavimento en los diferentes tramos de la vía Huancané – Vilque Chico, utilizando el método PCI para su análisis. Los valores obtenidos muestran una clasificación, que abarca desde "Regular" hasta "Muy Malo", revelando diferencias notables en la calidad del firme a lo largo de los tramos evaluados. La evaluación final revela que el pavimento se encuentra en MAL estado.

4.1.3. Resultados de las alternativas de intervención de vías a nivel de pavimento flexible

Tras la clasificación de los tipos de defectos y los niveles de gravedad, se aplicaron los métodos descritos en el capítulo III. Tras estos procedimientos, se estableció el PCI, determinando así la calificación del estado del pavimento para cada muestra analizada.

Tabla 42

Resultado de los datos obtenidos por el método PCI

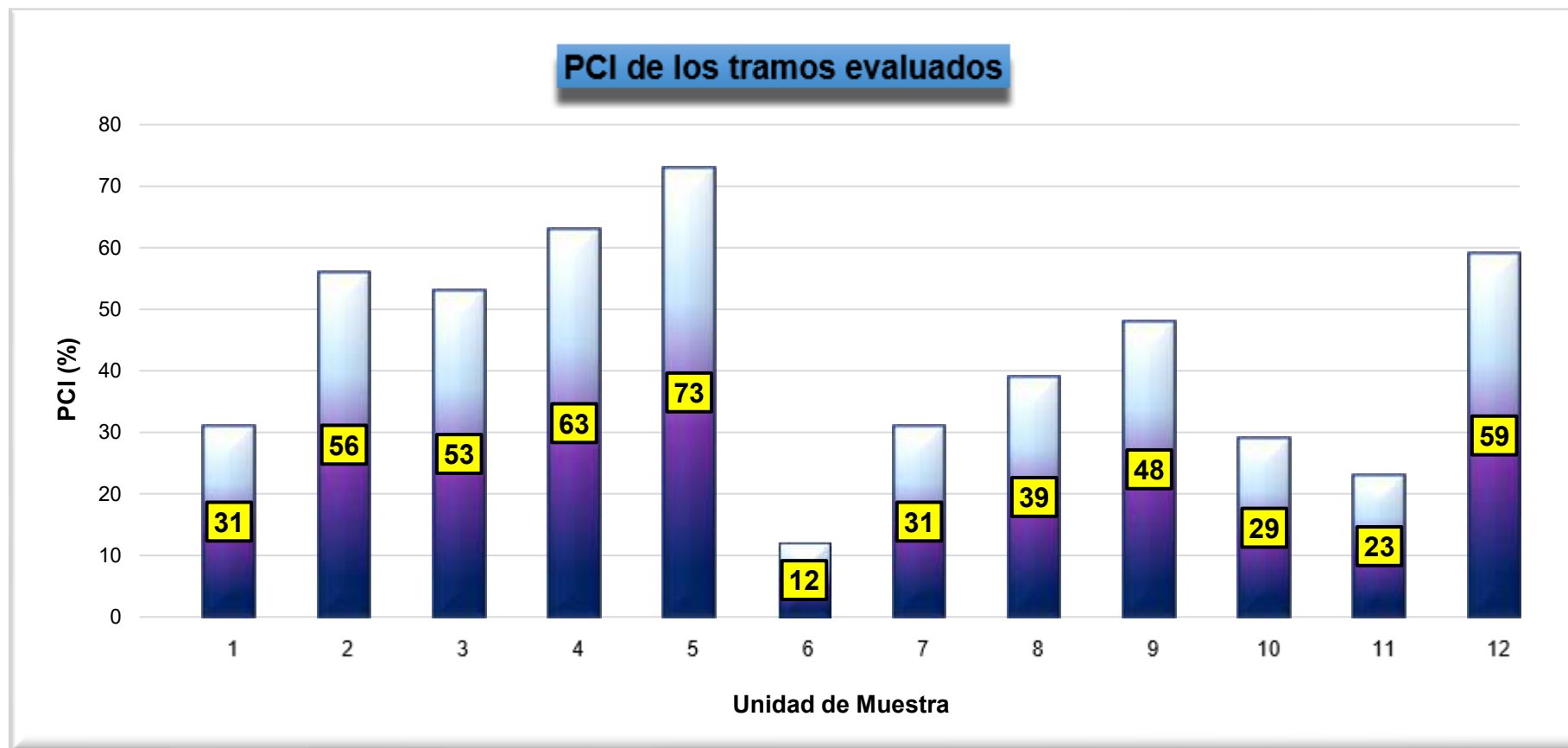
UM	Progresivas (inicio)	Progresivas (final)	PCI (%)	Condición	Nivel de intervención
1	Km - 3+500	Km - 3+535	31	MALO	Rehabilitación
2	Km - 3+677	Km - 3+712	56	BUENO	Mant. Menor
3	Km - 3+854	Km - 3+889	53	REGULAR	Mant. Periódico
4	Km - 4+031	Km - 4+066	63	BUENO	Mant. Menor
5	Km - 4+208	Km - 4+243	73	MUY BUENO	Mant. Rutinario
6	Km - 4+385	Km - 4+420	12	MUY MALO	Reconstrucción
7	Km - 4+562	Km - 4+597	31	MALO	Rehabilitación
8	Km - 4+739	Km - 4+774	39	MALO	Rehabilitación
9	Km - 4+916	Km - 4+951	48	REGULAR	Mant. Periódico
10	Km - 5+093	Km - 5+128	29	MALO	Rehabilitación
11	Km - 5+270	Km - 5+305	23	MUY MALO	Reconstrucción
12	Km - 5+477	Km - 5+500	59	BUENO	Mant. Menor
Resultado general				MALO	

La tabla presenta los resultados del análisis de doce segmentos del pavimento flexible correspondientes a la vía Huanacáné – Vilque Chico, aplicando el método del PCI. La evaluación permitió identificar el grado de deterioro acumulado en cada sección, considerando grietas, deformaciones y otros daños superficiales. En conjunto, los resultados reflejan que la condición global del pavimento se clasifica como MALA, lo cual indica un desgaste avanzado que compromete la funcionalidad de la vía. En consecuencia, se recomienda la ejecución de una intervención integral de tipo REHABILITACIÓN para restablecer adecuadamente las condiciones de servicio de la infraestructura.



Figura 6

Estados de condición del pavimento



La figura ilustra los valores del PCI correspondientes a cada uno de los tramos evaluados del pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico, permitiendo visualizar de manera comparativa el nivel de deterioro presente en cada sección analizada.



4.2. Discusión de resultados

Con base en los resultados alcanzados en el estudio del pavimento flexible de la vía Huancané – Vilque Chico, se llevó a cabo un análisis aplicando el método PCI, el cual permitió identificar las fallas superficiales más representativas y recurrentes en el tramo evaluado. Las patologías predominantes fueron piel de cocodrilo, grietas, ahuellamiento, presencia de huecos y grietas en los bordes. La concentración y severidad de estas fallas evidencian que el estado general del pavimento se clasifica como MALO, lo cual indica un deterioro considerable que compromete la funcionalidad estructural y la seguridad del tránsito vehicular.

En relación con el estudio desarrollado por (Linares, 2021), se observa una coincidencia en la aplicación del método PCI como herramienta clave para determinar alternativas óptimas de rehabilitación vial, permitiendo así reducir tanto los costos como el tiempo de intervención. En ambos casos, se empleó la técnica de inspección visual, registrando la información en formatos específicos de evaluación, lo que permitió calcular de manera precisa el índice PCI de cada tramo analizado. Asimismo, ambos estudios siguieron rigurosamente las etapas del procedimiento establecido por la metodología PCI para pavimentos flexibles, desde la recolección hasta el procesamiento y análisis de datos, considerando las condiciones particulares del tipo de pavimento evaluado.

En la tesis desarrollada por (Rojas, 2023), se planteó como objetivo principal la inspección y evaluación del estado de conservación del pavimento flexible de la carretera hacia Playa Lobos, haciendo uso del método PCI. Para ello, el autor aplicó técnicas de recolección y procesamiento de datos mediante inspección visual, guiándose del manual de fallas PCI y registrando la información en formatos específicos para cada tipo de deterioro identificado. Al contrastar dicho estudio con el presente trabajo, se identifica una diferencia importante en la metodología de procesamiento de datos: mientras Rojas empleó formatos manuales para el cálculo del PCI, esta investigación utilizó el software EvalPav, lo cual optimizó el tiempo de análisis y garantizó una mayor precisión y



confiabilidad en los resultados obtenidos. A pesar de esta diferencia, ambas investigaciones coinciden en reconocer que la aplicación de la metodología PCI representa una herramienta altamente eficiente y práctica para la evaluación técnica de pavimentos flexibles.

Aro y Pongo (2023) llevaron a cabo un estudio orientado al mejoramiento de la transitabilidad en la avenida Jorge Basadre Grohmann, donde recopilaron información de 76 muestras utilizando como base la norma ASTM D 5340 y aplicando los lineamientos del método PCI para pavimentos flexibles. Entre las principales fallas identificadas destacaron la desintegración y disgregación (33.6 %), baches (17.1 %), huecos (16.3 %), piel de cocodrilo (8.6 %) y grietas longitudinales y transversales (9.5 %). Estas fallas coinciden con las halladas en el presente estudio, lo que evidencia la recurrencia de deterioros como la piel de cocodrilo, los huecos y las grietas longitudinales en pavimentos flexibles. En contraste, (Cueva & Tume, 2021) obtuvieron resultados con índices PCI clasificados como "muy buenos", debido al monitoreo y mantenimiento constante de la red vial por parte de las autoridades de la ciudad de Piura. Esta diferencia resalta la importancia del mantenimiento periódico como factor determinante en el estado de conservación de una vía, aspecto que se evidencia claramente en la actual investigación, donde los tramos evaluados presentan una condición de conservación deficiente.



CONCLUSIONES

General, el estudio concluye que la vía Huancané – Vilque Chico presenta un estado superficial deteriorado con daños recurrentes y de severidad media predominante, lo que ha llevado a su clasificación general como "Malo" según el índice PCI. Esta situación compromete significativamente la calidad y seguridad del pavimento flexible. Ante ello, se plantearon medidas de intervención diferenciadas según el nivel de deterioro de cada tramo, priorizando la reconstrucción y rehabilitación en las zonas más afectadas, así como mantenimientos periódicos en aquellas con mejor condición, a fin de garantizar la sostenibilidad de la vía, optimizar los recursos disponibles y prolongar su vida útil.

Primera, los daños más recurrentes en la vía Huancané – Vilque Chico, fue la piel de cocodrilo que alcanzo un 15.07, las grietas de borde alcanzo un 13.89, los huecos alcanzo un 3.44, el parcheo alcanzo un 11.63, las grietas transversales alcanzaron un 9.95, el agrietamiento en bloque alcanzo un 10.43, la corrugación alcanzo un 7.73 y finalmente el pulimiento de agregado alcanzo un 14.65, respectivamente. Asimismo, se observó que el grado de severidad predominante fue de severidad Media, seguido por la severidad Baja y finalmente la severidad Alta.

Segunda, el estado superficial de la vía Huancané – Vilque Chico ha sido clasificado como "Malo" según el rango del índice PCI, ya que la evaluación de los tramos de la vía reveló daños considerables, que afectan significativamente la calidad y seguridad del pavimento.

Tercera, se propusieron alternativas de intervención acorde a las condiciones observadas: para los tramos con clasificación "Muy malo" y "Malo" se recomendó una reconstrucción y una rehabilitación en las secciones necesarias, mientras que para aquellos en condiciones "Bueno" y "Muy Bueno" se sugirió realizar mantenimiento menor y mantenimientos rutinarios, y finalmente los tramos que se clasificaron en "Regular" se recomienda hacer mantenimientos periódicos. Estas medidas garantizarán la sostenibilidad de la vía, optimizando los recursos y prolongando su vida útil.



RECOMENDACIONES

Primera, se sugiere considerar no solo la identificación y cuantificación de los tipos de daños, sino también analizar el grado de severidad y su impacto en la funcionalidad del pavimento, así como proponer estrategias de intervención diferenciadas según la condición observada. Además, se recomienda incluir evaluaciones técnicas que permitan priorizar acciones de mantenimiento o rehabilitación con base en criterios de sostenibilidad y eficiencia de recursos, de modo que los resultados obtenidos puedan orientar decisiones técnicas y contribuir a una planificación vial más efectiva en contextos similares.

Segunda, se recomienda la implementación de estrategias de mantenimiento correctivo y preventivo enfocado en mitigar estos daños para garantizar la funcionalidad de la vía y prevenir el aumento de la severidad hacia niveles altos, lo que implicaría costos de reparación significativamente mayores.

Tercera, se recomienda la adopción de sistemas de monitoreo periódico para prevenir un mayor deterioro y garantizar una gestión eficiente del pavimento a largo plazo.

Cuarta, se recomienda ejecutar reconstrucciones y rehabilitaciones prioritarias en las secciones con daños mayores, mientras que en los tramos clasificados como regular se deben implementar mantenimientos periódicos para evitar un mayor deterioro. Asimismo, para las secciones en buen estado, resulta esencial llevar a cabo mantenimientos menores y rutinarios que permitan preservar su condición actual.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Aro, P., & Pongo, G. (2023). *Evaluación del pavimento flexible por la metodología PCI y propuesta de mejoramiento de la transitabilidad en la avenida Jorge Basadre Grohmann este - Tacna*. Tacna - Perú: Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2696/Aro-Arocutipa-Pongo-Machaca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Campos, A. (2019). *Deterioro prematuro de los pavimentos flexibles de la zona urbana de la ciudad de Chota*. Universidad Nacional Autónoma de Chota. Obtenido de <file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Art%C3%ADculo+Original.pdf>
- Creswell, J. (2014). *Qualitative inquiry and research design*. Sage Publications. Obtenido de <https://academia.utp.edu.co/seminario-investigacion-II/files/2017/08/INVESTIGACION-CUALITATIVACreswell.pdf>
- Cueva, L., & Tume, L. (2021). *Evaluación del pavimento flexible aplicando la metodología PCI, en la avenida las casuarinas de la urbanización Santa María del Pinar de la ciudad de Piura*. Piura - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/8049/REP_INCI_LUIS.CUEVA_LUIS.TUME_EVALUACI%c3%93N.PAVIMENTO.FLEXIBLE.APLICANDO.METODOLOG%c3%8dA.PCI.AVENIDA.CASUARINAS.URBANIZACI%c3%93N.SANTA.MAR%c3%8dA.PINAR.PIURA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Flores, S., & Mogrovejo, D. (2023). *Evaluación funcional del pavimento flexible en la red vial rural de Portoviejo, Ecuador*. Ecuador: Universidad Técnica de manabí. Obtenido de <file:///C:/Users/INTEL/Downloads/ARTICULO+14+YACHASUN+2023-2.pdf>
- Giordani, C., & Leone, D. (2019). *Pavimentos*. Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de



https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf

Hernandez et al. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill. Obtenido de https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci%C3%83%C2%B3n_sampieri.pdf

Huanco, F. (2023). *Evaluación del pavimento flexible con la metodología Pavement Condition Index y fotogrametría con dron en la vía Juliaca Lampa Tramo 0+000 al 4+000 juliaca 2023*. Juliaca - Perú: Universida andima Néstor Cáceres Velásquez. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/T036_%2070364174_T_.pdf

Kerlinger, F. (2002). *Fundamentos de la investigación del comportamiento*. McGraw-Hill. Obtenido de <https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>

Leguía, P., & Pacheco, H. (2016). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Graú*. Lima: Universidad San Martín de Porres. Obtenido de [file:///C:/Users/INTEL/Downloads/leguia_pacheco%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/leguia_pacheco%20(1).pdf)

Linares, L. (2021). *Evaluación y diagnóstico del estado del pavimento flexible utilizando la metodología PCI y la Viga Benkelman en la Av. Confraternidad en el PP JJ Ricardo Palma en la ciudad de Chiclayo*. Lima - Perú: Universidad de San Martín de Porres. Obtenido de https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8534/linares_slv.pdf?sequence=1

Martinez, G. (2020). *Tipo de pavimento*. Obtenido de <https://www.ingenieriaconstruccioncolombia.com/tipos-de-pavimento/>

Morales, M. (2019). *Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca*. Juliaca: Universidad Peruana Unión. Obtenido de



<https://repositorio.upeu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/84425f86-1856-4225-a7a4-9bf2572c294d/content>

Nixon, A. (2019). *Evaluación de deterioro de un pavimento flexible, reporte de caso: desde la avenida Francisco Fernández de contreras, calle 7 hasta la carretera 10, Ocaña agua de la virgen*. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de

https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/9154/1001_e_4%20%281%29.pdf?sequence=1

Oruna, F. (2021). *Evaluación de la condición superficial del pavimento con metodología VIZIR y PCI del caserío de Huamán, Víctor Larco, Trujillo 2021*. Trujillo - Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/70086/Oruna_UFJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Paucar, E. (2019). *Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y Jr. Carabaya, Puno*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/12319/Paucar_Curo_Elvis_Franklin.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pérez, F. (2023). *Conoce que es el pavimento, su clasificación y características*. Obtenido de <https://cementostorices.com/blog/construccion/que-es-el-pavimento-tipos-y-caracteristicas/>

Quintana, L. (2018). *Aplicación del método índice de condición del pavimento para evaluar la superficie de rodadura de la carretera Reque - Puerto Eten*. Chiclayo: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25113/quintana_dl.pdf?sequence=1&isAllowed=y



- Rodríguez, M., Solórzano, E., & García, J. (2024). *Evaluación del pavimento flexible mediante método PCI y fotogrametría aérea en la vía San Antonio – Chone*. Ecuador: Universidad Técnica de Manabí. Obtenido de <file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Evaluaci%C3%B3n+del+pavimento+flexible+mediante+m%C3%A9todo+PCI+y+fotogrametr%C3%ADa+a%C3%A9rea.pdf>
- Rojas, A. (2023). *Evaluación superficial, estructural y propuesta técnica del pavimento flexible del kilómetro 1 al 5 de la carretera Playa Lobos*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/6436/1/TL_RojasSamameAdriana.pdf
- Vargas, C. (2021). *Identificación de fallas más frecuentes e índice de condición de los pavimentos flexibles, a partir de investigaciones realizadas en el Perú - Cajamarca 2021*. Cajamarca - Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30234/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI)*. IngPav. Obtenido de <https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/manual-pci1.pdf>



ANEXOS



Anexo A. Matriz de Consistencia

TITULO DE TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ – VILQUE CHICO 2024				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es el estado superficial de pavimentos flexibles a través del método de índice de condición del pavimento en la vía Huancané – Vilque Chico 2024?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar el estado superficial de pavimentos flexibles a través del método de índice de condición del pavimento en la vía Huancané – Vilque Chico 2024.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El estado superficial de pavimentos flexibles por medio del método de índice de condición de pavimento en la vía Huancané – Vilque Chico 2024, presentará algunos deterioros.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL</p> <p>Indicadores: <i>Inspección visual</i> <i>Identificación y clasificación de daños</i> <i>Severidad de los daños</i> <i>PCI</i></p>	<p>Fichas de inspección visual, PCI</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son los tipos de daños y el grado de severidad que presenta las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico?</p> <p>¿Cuál será el nivel de condición superficial de las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico?</p> <p>¿Cuáles son las alternativas de intervención de vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar los tipos de daños y el grado de severidad que presenta las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico.</p> <p>Estimar el nivel de condición superficial de las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico.</p> <p>Proponer alternativas de intervención de vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Los tipos de daños y el grado de severidad que presenta las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico 2024, serán los baches y piel de cocodrilo en severidades medias.</p> <p>El nivel de condición superficial de las vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico 2024, será malo.</p> <p>Las alternativas de intervención de vías a nivel de pavimento flexible en la vía Huancané – Vilque Chico 2024, serán de rehabilitación.</p>		

Anexo B. Panel fotográfico.

Fotografía N° 01. Final de la inspección visual



Fotografía N° 02: Verificación de existencia de tipo de falla hueco



Fotografía N° 03: Tipo de falla piel de cocodrilo en severidad alta



Fotografía N° 04: Tipo de falla piel de cocodrilo en severidad media



Fotografía N° 05: Tipo de falla piel de cocodrilo en severidad alta



Fotografía N° 06: Verificación de las unidades de muestra mediante la progresiva



Fotografía N° 07: Tipo de falla parcheo en severidad media



Fotografía N° 08: Tipo de falla hueco y fisuras transversales en severidad media



Fotografía N° 09: Tipo de falla desprendimiento de agregados



Fotografía N° 10: Tipo de grieta de borde en severidad alta, abultamiento y hundimiento en severidad alta



Fotografía N° 11: Tipo de grieta de borde en severidad alta, abultamiento y hundimiento en severidad alta



Fotografía N° 12: Tipo de falla fisuras longitudinales y transversales



Fotografía N° 13: Tipo de falla fisura transversal en severidad media



Fotografía N° 14: Tipo de falla ahuellamiento en severidad alta



Fotografía N° 15: Tipo de falla ahuellamiento con desprendimiento de agregados en severidad alta



Fotografía N° 16: Medición ahuellamiento con desprendimiento de agregados en severidad alta



Fotografía N° 17: Tipo de falla piel de cocodrilo en severidad media



Fotografía N° 18: Tipo de falla depresión en severidad baja



Fotografía N° 19: Tipo de falla parche y abultamiento en severidad alta



Fotografía N° 20: Tipo de falla parcheo en severidad alta



Fotografía N° 21: Medición de falla parcheo en severidad alta



Fotografía N° 22: Tipo de falla piel de cocodrilo y desplazamiento en severidad alta



Fotografía N° 23: Tipo de falla piel de cocodrilo y desplazamiento en severidad alta



Fotografía N° 24: medición de falla piel de cocodrilo y desplazamiento en severidad alta





PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)

PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS

Preparado por:
ING. ESP. LUIS RICARDO VÁSQUEZ VARELA

Manizales, Febrero de 2002.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Figura 1. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

3.1. Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o "unidades de muestreo", cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$. En el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Cuadro 2

LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

- Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas.



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO 2024
EVALUADOR:	Bach. BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO
FECHA:	04/11/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 01 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+035
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+035 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 230.1

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 Parabólica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HN	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	6.25	4.1	3.95	5.05		19.05	8.28%	58.85
7	M	3.48	7.83	1.2			12.31	5.35%	10.68
13	L	1	2				3.00	1.30%	22.07
11	M	7.34	2.41	5.95			15.70	6.82%	26.16
10	M	5.2					5.20	2.26%	5.2
TOTAL VD								122.96	

Valor deducido mas alto	58.85
valor deducido menor	5.2
Numero maximo de valores deducidos	5

n	4.78	$n = 1 + (996 / (100 - HDV)) = 10$
Parte decimal	0.78	
Valor mínimo	5.2	

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDI	g	VDC
1	58.85	26.16	22.07	10.68	5.20			
2	58.85	26.16	22.07	10.68	2			
3	58.85	26.16	22.07	2	2			
4	58.85	26.16	2	2	2			
5	58.85	2	2	2	2			
MAX VDC								68.54

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $100 - (MaxVDC \div Total VD)$
	PCI = 31 %

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 A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO 2024
EVALUADOR:	Bach. BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO
FECHA:	04/11/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 02 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+035
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+035 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 230.1

Nº	TIPO DE FALLA	COD	UNID	Nº	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 Bordo	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	3.58	2.74	5.83			11.95	5.19%	38.36
3	L	1.26	0.94	2.84			5.04	2.19%	1.60
7	M	4.26	1.58	5.18	6.68		17.70	7.69%	12.38
10	M	7.34	2.41	5.95			15.70	6.82%	14.07
11	L	2.42	1.84				4.26	1.85%	4.09
TOTAL VD									70.5

Valor deducción mas alto	38.36
valor deducción menor	1.6
Numero maximo de valores deducidos	5

n	6.06	(n = 1 + (999 / (100 + DV)) * 10)
Parte decimal	0.66	
Valor mínimo	1.6	

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	38.36	14.07	12.38	4.09		68.9	4	38.34
2	38.36	14.07	12.38	2		66.8	3	42.42
3	38.36	14.07	2	2		56.4	2	41.48
4	38.36	2	2	2		44.4	1	44.40
MAX VDC								44.40

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	100 / (MaxVDC o Total VD)
	PCI =	56 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **BUENO**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO 2024
EVALUADOR:	Ing. BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO
FECHA:	04/11/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 03 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 8.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+035
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+035 AREA DE LA UNIDAD (m²) : 230.1

Nº	TIPO DE FALLA	COD	UNID	Nº	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m ²	11	Parqueo	PAR	m ²
2	Exudación	EXU	m ²	12	Pulimiento de Agregado	PUL	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m ²	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía firme	CFE	m ²
5	Corrugación	COG	m ²	15	Ahusamiento	AHT	m ²
6	Depresión	DPS	m ²	16	Desplazamiento	DPT	m ²
7	Grieta de Borde	OBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m ²
8	Grieta de reflexión de junta	OJU	m	18	Hinchamiento	HN	m ²
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m ²
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	2.35	1.15	2.58	3.48		9.56	4.16%	23.93
5	M	1.26	0.85	2.15			4.26	1.85%	21.47
7	H	5.34	2.48	2.23	4.77		14.80	6.43%	18.16
10	M	2.85	1.64	4.41			8.90	3.87%	8.9
13	L	1	1				2.00	0.87%	17.76
TOTAL VD								90.22	

Valor deducción mas alto	23.93
valor deducción menor	8.9
Numero maximo de valores deducidos	5

m	7.99	$m = 1 + (9.99) / (100 - HDV) + 10$
Parte decimal	0.99	
Valor minimo	8.9	

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	23.93	21.47	18.16	17.76	8.9	90.2	5	46.12
2	23.93	21.47	18.16	17.76	2	83.3	4	48.98
3	23.93	21.47	18.16	2	2	67.6	3	42.94
4	23.93	21.47	2	2	2	51.4	2	37.98
5	23.93	2	2	2	2	31.9	1	31.9
MAX VDC								47

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	$100 - (\text{MaxVDC} \times \text{Total VD})$
	PCI =	53 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO 2024
EVALUADOR:	Bach. BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO
FECHA:	04/11/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 05 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+035
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+035 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 230.1

N°	TIPO DE FALLA	COD	UMD	N°	TIPO DE FALLA	COD	UMD
1	Piel de Cocodrilo	POC	m2	11	Parcheo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulverizado 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	Ahuillamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabólica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel Camil / 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	1.25	0.93	2.24	3.48		7.90	3.43%	3.42
7	M	4.36	2.88	6.76			14.00	6.08%	11.26
10	M	2.66	4.48	1.52	5.64		14.30	6.21%	13.27
11	M	3.57	4.25				7.82	3.40%	18.48
12	L	2.96	4.25	3.78	1.33		12.32	5.35%	1.41
								TOTAL VD	47.84

Valor deducido mas alto	18.48
valor deducido menor	1.41
Numero maximo de valores deducidos	5

m	8.49
Parte decimal	0.49
Valor minimo	1.41

$n = 1 / (0.001 (100 - HDV) + 10)$

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	18.48	13.27	11.26	3.42				
2	18.48	13.27	11.26	2				
3	18.48	13.27	2	2				
4	18.48	2	2	2				
							MAX VDC	27.50

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	$100 - (\text{MaxVDC} \times \text{Total VD})$
	PCI =	73 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MUY BUENO**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO 2024
EVALUADOR:	Bach. BLADIMIR CLINK SUCARI MAMAN
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO
FECHA:	04/11/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: LIM - 06 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+035
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+035 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 230.1

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	Pulverizado de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento 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	Ahuallamiento	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	2.48	5.81	3.08	8.12		19.49	8.47%	59.15
3	M	1.24	0.98	3.22			5.44	2.36%	6.66
5	L	1.28	0.82				2.10	0.91%	2.04
10	M	2.35	1.54	3.88			7.77	3.38%	7.77
13	H	1	1	2	1		5.00	2.17%	68.45
TOTAL VD									144.07

Valor deducido más alto	68.45
valor deducido menor	2.04
Numero máximo de valores deducidos	5

m	3.90	$(n + 1) / (250 / (100 - HVC)) + 10$
Parte decimal	0.00	
Valor mínimo	2.04	

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDI	g	VDC	
1	68.45	59.15	7.77	6.66	2.04		144.1	5	73.64
2	68.45	59.15	7.77	6.66	2		144.0	4	78.00
3	68.45	59.15	7.77	2	2		139.4	3	83.70
4	68.45	59.15	2	2	2		133.6	2	87.80
5	68.45	2	2	2	2		76.5	1	76.5
MAX VDC									88

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	$100 - (\text{MaxVDC} \div \text{Total VD})$
	PCI =	12 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MUY MALO**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO 2024
EVALUADOR:	Bach. BLADIMIR CLINK SUCAÑO MAMANI
MUESTRIA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO
FECHA:	04/11/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 07 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+035
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 60+035 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 230.1

Nº	TIPO DE FALLA	COD	UNID	Nº	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parcheo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulveriento 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 Parabólica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HN	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	5.45	6.12	2.58	7.63		21.78	9.47%	60.61	
7	M	4.51	6.38	2.15			13.04	5.67%	10.94	
13	L	1	1				2.00	0.87%	17.76	
11	M	6.84	4.12	5.33			16.29	7.08%	26.64	
10	M	4.62	5.08				9.70	4.22%	9.71	
								TOTAL VD		125.66

Valor deducido mas alto	60.61	m	4.62	n = 1 + (396 / (50 - HDV)) - 10
valor deducido menor	9.71	Parte decimal	0.62	
Numero máximo de valores deducidos	5	Valor mínimo	9.71	

Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	g	VDC	
1	60.61	26.64	17.76	10.94	9.71		125.7	5	64.65	
2	60.61	26.64	17.76	10.94	2		118.0	4	66.8	
3	60.61	26.64	17.76	2	2		108.0	3	67.5	
4	60.61	26.64	2	2	2		93.3	2	68.31	
5	60.61	2	2	2	2		68.6	1	68.6	
								MAX VDC		68

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 31 %

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 A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO 2024
EVALUADOR:	Bach. BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO
FECHA:	04/11/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 08
 ANCHO DE VIA (m): 6.5
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+035
 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 00+000
 FIN DE PROGRESIVA (KM): 00+035
 AREA DE LA UNIDAD (m2): 230.1

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
3	H	2.36	1.84	8.42	10.4	23.02	10.00%	29.5
5	M	6.48	5.62	7.33		19.43	8.44%	37.43
11	M	4.72	3.58	2.15	6.44	16.89	7.34%	27.11
12	L	5.23	3.55	7.44		16.22	7.05%	2.33
TOTAL VD								96.37

Valor deducido mas alto	37.43
Valor deducido menor	2.33
Número maximo de valores deducidos	4

q	6.75	q = 1 + (950 / (100 - HVC)) * 10
Parte decimal	0.75	
Valor mínimo	2.33	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDI	q	VDC
1	37.43	29.50	27.11	2.33	96.37	4	54.82
2	37.43	29.50	27.11	2	96.04	3	60.62
3	37.43	29.50	2	2	70.93	2	51.65
4	37.43	2	2	2	43.43	1	43.43
MAX VDC							61

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $100 - (\text{MaxVDC} \div \text{Total VD})$
	PCI = 39 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO 2024
EVALUADOR:	Bach. BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO
FECHA:	04/11/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 09 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+035
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+035 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 230.1

Nº	TIPO DE FALLA	COD	UNID	Nº	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	POC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulveriento 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	HN	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	2.24	3.66	5.13			10.03	4.75%	37.40
5	L	3.26	1.85				5.11	2.22%	4.51
7	H	4.56	1.57	4.38	6.94		17.35	7.54%	19.55
10	M	2.38	1.72	0.75			4.85	2.11%	4.85
13	L	2	1				3.00	1.30%	22.07
TOTAL VD								88.98	

Valor deducido mas alto	37.4
valor deducido menor	4.51
Numero maximo de valores deducidos	5

m	8.75	$m = 1 + (888 / (100 - HDV)) + 10$
Parte decimal	0.75	
Valor mínimo	4.51	

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDI	g	VDC
1	37.40	22.07	19.55	4.85	4.51			
2	37.40	22.07	19.55	4.85	2			
3	37.40	22.07	19.55	2	2			
4	37.40	22.07	2	2	2			
5	37.40	2	2	2	2			
MAX VDC								52

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI	=	$100 - (\text{MaxVDC} \cdot \text{Total VD})$
	PCI	=	48 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO 2024
EVALUADOR:	Bach. BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO
FECHA:	04/11/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 11 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 00+000
 ANCHO DE VIA (m): 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM): 00+035
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+035 AREA DE LA UNIDAD (m²): 230.1

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m ²	11	Parcheo	PAR	m ²
2	Exudación	EXU	m ²	12	Pulimento de Agregado	PUL	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m ²	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m ²
5	Corugación	COG	m ²	15	Ahuellamiento	AHT	m ²
6	Depresión	DPS	m ²	16	Desplazamiento	DPT	m ²
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabólica	GRP	m ²
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m ²
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m ²
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	9.84	10.25	5.46			25.55	11.10%	62.30
3	M	0.84	1.22	3.05			5.11	2.22%	6.33
10	H	1.78	4.21	2.55	4.62		13.16	5.72%	24.69
11	L	2.64	0.52				3.16	1.37%	3.08
13	M	1	1	1			3.00	1.30%	36.20
								TOTAL VD	132.6

Valor deducido mas alto	62.3	m	4.46	$m = 1 + (800 / (100 - HDV)) \times 10$
valor deducido menor	3.08	Parte decimal	0.46	
Numero maximo de valores deducidos	5	Valor mínimo	3.08	

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	g	VDC	
1	62.30	36.20	24.69	6.33	3.08			132.6	
2	62.30	36.20	24.69	6.33	2			131.5	
3	62.30	36.20	24.69	2	2			127.2	
4	62.30	36.20	2	2	2			104.5	
5	62.30	2	2	2	2			70.3	
								MAX VDC	77

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	100 / (MaxVDC ÷ Total VD)
	PCI =	23%

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MUY MALO**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO 2024
EVALUADOR:	Bach. BLADIMIR CLINK SUCAÑO MAMANI
MUESTRA:	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUE CHICO
FECHA:	04/11/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: LM - 12 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+035
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+035 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 230.1

Nº	TIPO DE FALLA	COD	UNID	Nº	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 Nrrra	CFE	m2
5	Corugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Degrésión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabólica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HN	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	0.84	1.38				2.22	0.96%	9.58
3	L	2.4	1.84	3.58			7.82	3.40%	3.38
11	M	2.34	4.02	3.26	1.88		11.50	5.00%	22.40
12	M	1.74	2.5	3.2			7.44	3.23%	0.12
13	M	1	1				2.00	0.87%	29.34
TOTAL VD									64.82

Valor deducido mas alto	29.34	m	7.46	n = 1 + (300 / (100 - HDV)) * 10
valor deducido menor	0.12	Parte decimal	0.49	
Numero máximo de valores deducidos	5	Valor mínimo	0.12	

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDI	q	VDC
1	29.34	22.40	9.58	3.38		64.7	4	35.82
2	29.34	22.40	9.58	2		63.3	3	40.15
3	29.34	22.40	2	2		55.7	2	40.99
4	29.34	2	2	2		35.3	1	35.3
MAX VDC								41

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 / (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 59 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **BUENO**



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: _____

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: BLADIMIR CLINK SUCARI MAMANI

Dirección: Urb. JUANA MARIA K2 - 10,11

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 47408677

Teléfono: 930 605 554 email: Bladi_clink@hotmail.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. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN A NIVEL SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON LA APLICACIÓN DEL MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA VÍA HUANCANÉ - VILQUECHICO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): PCI, PAVIMENTO FLEXIBLE, MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL, GRADO DE SEVERIDAD

¿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

04-08-2025

Fecha