



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE
PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE
LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA

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 DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE
PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE
LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA

**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

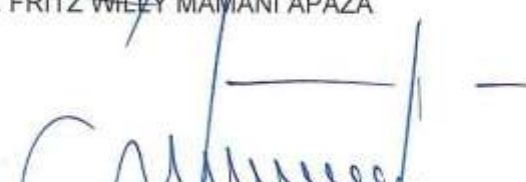
:



Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

:

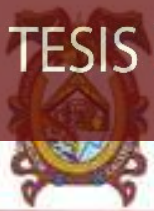


M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 628-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-7493 presentado por el (la) Bachiller: YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA 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. YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025**, 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, M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.**

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 10 de julio del 2025
- * **HORA** : 09:30 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.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR RAMÓNTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 277-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 1071 por el señor (a): YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 129 - 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 005- 2025 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): YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025**, 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. Cesar Guillermo Camargo Najara 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° 005- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025**, 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): YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025** 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), M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

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. OSCAR Y. VASCONTE CALLA
DECANO (e)
C.P. 32730



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

Dr. Fritz Billy Muroqui Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 096-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 192, presentado el señor (a) YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO – N° 046 -2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 424 -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): YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025**, 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° 424 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025**.

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): YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025** 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 M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

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
[Signature]
Dr. ILLITHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
[Signature]
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



14% 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

- 9% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 12% 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.

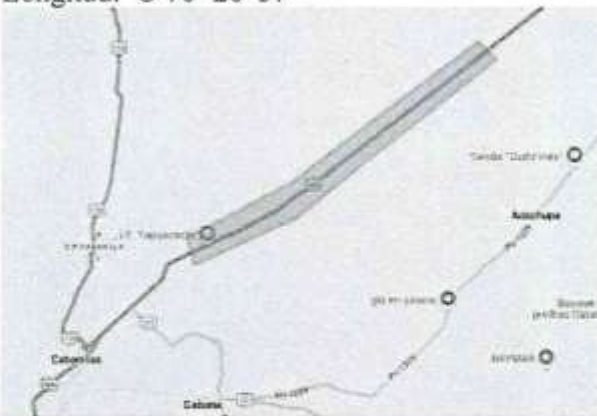
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	77341140
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-4916-9295
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
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: San Román Distrito: Cabanillas Latitud: S 15° 38' 28" Longitud: O 70° 20' 57"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/7wvhGFpv6jYWucg9</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2024 - Julio 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	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



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
 BOLETÍN DE INVESTIGACIÓN Y OPINIONES PÚBLICAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
 DIRECTOR
 OFICINA DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA, identificado con DNI
Nro. 77341140, 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 DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL
MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA
DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

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

Dedico este trabajo a mi familia, por su apoyo incondicional y confianza en mí. A mis amigos, por estar siempre presentes. Y a todos quienes creyeron en este proyecto.



AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi familia por su constante apoyo y motivación durante todo este proceso. A mis profesores, por compartir sus conocimientos y guiarme. Y a mis amigos, por su paciencia y ánimo en los momentos difíciles. Gracias a todos por ser parte de este logro.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO..... ii

ÍNDICE GENERAL..... iii

ÍNDICE DE TABLAS vi

ÍNDICE DE FIGURAS vii

RESUMENviii

ABSTRACT ix

INTRODUCCIÓN x

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática.1

1.2 Planteamiento del problema.2

 1.2.1 Problema General. 2

 1.2.2 Problemas Específicos..... 2

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.....3

 1.4.1 Justificación técnica. 3

 1.4.2 Justificación social. 3

 1.4.3 Justificación económica. 4

1.5 Hipótesis de la Investigación.....4

 1.5.1 Hipótesis General..... 4

 1.5.2 Hipótesis Específicas. 4

1.6 Variables e indicadores.....5

 1.6.1 Variable independiente. 5

 1.6.2 Variable dependiente 5

1.7 Operacionalización de Variables.....5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.6

 2.1.1 Antecedentes internacionales..... 6

 2.1.2 Antecedentes nacionales..... 8

 2.1.3 Antecedentes locales. 10



2.2 Bases teóricas..... 13

2.2.1 Pavimento 13

 2.2.1.1 Características y Composición 14

 2.2.1.2 Ventajas del Pavimento Flexible 14

 2.2.1.3 Limitaciones y Consideraciones 14

 2.2.1.4 Mantenimiento 15

2.2.2 Fallas en Pavimentos Flexibles..... 15

2.2.3 Índice de Condición del Pavimento (PCI) 17

 2.2.3.1 Tipos de daños considerados..... 19

 2.2.3.2 Aplicaciones y beneficios 19

 2.2.3.3 Limitaciones y consideraciones 20

2.2.4 Evaluación del Estado Superficial del Pavimento 20

 2.2.4.1 Importancia de la evaluación superficial..... 20

 2.2.4.2 Metodología de inspección visual..... 21

 2.2.4.3 Herramientas para la cuantificación y análisis 21

 2.2.4.4 Aplicación en la gestión del mantenimiento vial 22

2.2.5 Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos 22

 2.2.5.1 Mantenimiento de pavimentos..... 22

 2.2.5.2 Rehabilitación de pavimentos..... 23

 2.2.5.3 Importancia de la evaluación para definir estrategias 23

 2.2.5.4 Beneficios y objetivos integrales 23

 2.2.5.5 Retos y consideraciones 24

2.3 Marco conceptual 24

2.3.1 Pavimento flexible 24

2.3.2 Índice de Condición de Pavimento (PCI) 24

2.3.3 Evaluación del pavimento 25

2.3.4 Fallas en pavimentos 25

2.3.5 Mantenimiento de pavimentos 25

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación 26

3.2 Tipo de la investigación 26

3.3 Nivel de la Investigación 27

3.4 Diseño de la Investigación..... 27

3.5 Método de la Investigación 27

3.6 Población y Muestra 28

 3.6.1 Población 28

 3.6.2 Muestra 28

3.7 Técnicas e Instrumentos 28

 3.7.1 Técnicas..... 28



3.7.2 Instrumentos 30

3.8 Plan de recolección y procesamiento de datos..... 32

3.8.1 Desarrollo del plan de investigación 32

3.8.2 Procesamiento de datos 38

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados..... 39

4.1.1 Tipos de fallas y su grado de severidad en pavimentos flexibles mediante inspección visual.
39

4.1.2 Resultados sobre la condición superficial de las vías según los resultados obtenidos
mediante el índice PCI..... 54

4.1.3 Resultados sobre propuesta de soluciones técnicas viables para el mantenimiento y mejora
del pavimento, basadas en resultados del PCI. 68

4.2 Discusión de resultados. 70

CONCLUSIONES 73

RECOMENDACIONES 74

REFERENCIAS 75

ANEXOS..... 79



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operación de variables..... 5

Tabla 2 Progresiva de los tramos analizados..... 32

Tabla 3 Tipos de falla y severidad en tramo 1, Progresiva 0+177.00 - 0+212.40. 39

Tabla 4 Tipos de falla y severidad en tramo 2, Progresiva 0+389.40 - 0+424.80. 40

Tabla 5 Tipos de falla y severidad en tramo 3, Progresiva 0+601.80 - 0+637.20. 41

Tabla 6 Tipos de falla y severidad en tramo 4, Progresiva 0+814.20 - 0+849.60. 42

Tabla 7 Tipos de falla y severidad en tramo 5, Progresiva 1+026.60 - 1+062.00. 43

Tabla 8 Tipos de falla y severidad en tramo 6, Progresiva 1+239.00 - 1+274.40. 44

Tabla 9 Tipos de falla y severidad en tramo 7, Progresiva 1+451.40 - 1+486.80. 45

Tabla 10 Tipos de falla y severidad en tramo 8, Progresiva 1+663.80 - 1+699.20. 46

Tabla 11 Tipos de falla y severidad en tramo 9, Progresiva 1+876.20 - 1+911.60. 47

Tabla 12 Tipos de falla y severidad en tramo 10, Progresiva 2+088.60 - 2+124.00. 48

Tabla 13 Tipos de falla y severidad en tramo 11, Progresiva 2+301.00 - 2+336.40. 49

Tabla 14 Tipos de falla y severidad en tramo 12, Progresiva 2+513.40 - 2+548.80. 50

Tabla 15 Tipos de falla y severidad en tramo 13, Progresiva 2+725.80 - 2+761.20. 51

Tabla 16 Conteo total de cada tipo de falla identificada en los 13 tramos evaluados. 52

Tabla 17 Nivel de condición en tramo 1, Progresiva 0+177.00 - 0+212.40..... 54

Tabla 18 Nivel de condición en tramo 2, Progresiva 0+389.40 - 0+424.80..... 55

Tabla 19 Nivel de condición en tramo 3, Progresiva 0+601.80 - 0+637.20..... 56

Tabla 20 Nivel de condición en tramo 4, Progresiva 0+814.20 - 0+849.60..... 57

Tabla 21 Nivel de condición en tramo 5, Progresiva 1+026.60 - 1+062.00..... 58

Tabla 22 Nivel de condición en tramo 6, Progresiva 1+239.00 - 1+274.40..... 59

Tabla 23 Nivel de condición en tramo 7, Progresiva 1+451.40 - 1+486.80..... 60

Tabla 24 Nivel de condición en tramo 8, Progresiva 1+663.80 - 1+699.20..... 61

Tabla 25 Nivel de condición en tramo 9, Progresiva 1+876.20 - 1+911.60..... 62

Tabla 26 Nivel de condición en tramo 10, Progresiva 2+088.60 - 2+124.00..... 63

Tabla 27 Nivel de condición en tramo 11, Progresiva 2+301.00 - 2+336.40..... 64

Tabla 28 Nivel de condición en tramo 12, Progresiva 2+513.40 - 2+548.80..... 65

Tabla 29 Nivel de condición en tramo 13, Progresiva 2+725.80 - 2+761.20..... 66

Tabla 30 Resumen del PCI para los 13 tramos analizados. 67

Tabla 31 Mantenimiento Preventivo. 68

Tabla 32 Intervenciones Puntuales. 69

Tabla 33 Rehabilitación Inmediata. 69

Tabla 34 Rehabilitación Urgente. 69

Tabla 35 Mantenimiento Correctivo..... 70



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Escala de medición PCI.	18
Figura 2	Carretera analizada en el estudio.	32
Figura 3	Densidad de fallas en el tramo 1.	40
Figura 4	Densidad de los daños en el tramo 2.	41
Figura 5	Densidad de los daños en el tramo 3.	42
Figura 6	Densidad de los daños en el tramo 4.	43
Figura 7	Densidad de los daños en el tramo 5.	44
Figura 8	Densidad de los daños en el tramo 6.	45
Figura 9	Densidad de los daños en el tramo 7.	46
Figura 10	Densidad de los daños en el tramo 8.	47
Figura 11	Densidad de los daños en el tramo 9.	48
Figura 12	Densidad de los daños en el tramo 10.	49
Figura 13	Densidad de los daños en el tramo 11.	50
Figura 14	Densidad de los daños en el tramo 12.	51
Figura 15	Densidad de los daños en el tramo 13.	52
Figura 16	Numero de total de fallas encontradas en la vía analizada.	53
Figura 17	Valor deducido en el tramo 1.	54
Figura 18	Valor deducido en el tramo 2.	55
Figura 19	Valor deducido en el tramo 3.	56
Figura 20	Valor deducido en el tramo 4.	57
Figura 21	Valor deducido en el tramo 5.	58
Figura 22	Valor deducido en el tramo 6.	59
Figura 23	Valor deducido en el tramo 7.	60
Figura 24	Valor deducido en el tramo 8.	61
Figura 25	Valor deducido en el tramo 9.	62
Figura 26	Valor deducido en el tramo 10.	63
Figura 27	Valor deducido en el tramo 11.	64
Figura 28	Valor deducido en el tramo 12.	65
Figura 29	Valor deducido en el tramo 13.	66
Figura 30	Resumen de la evaluación del PCI para los 13 tramos inspeccionados.	67



RESUMEN

La Tesis: "Evaluación del estado superficial del pavimento flexible por medio del método de índice de condición de pavimento para la propuesta de mejora de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025", tiene como propósito principal diagnosticar el estado del pavimento flexible en dicha carretera y alternativas de intervención adecuadas. Para ello, se empleó un enfoque de investigación descriptivo, con un diseño no experimental y de tipo aplicado, orientado a generar soluciones prácticas para el mantenimiento vial. El estudio consistió en una inspección visual detallada realizada en 13 tramos representativos de la vía, donde se identificaron y clasificaron las diferentes fallas superficiales siguiendo los lineamientos del método PCI. A partir de estos datos, se calcularon los valores del índice para cada segmento, permitiendo determinar el grado de deterioro y priorizar las intervenciones. Los resultados revelaron que la mayoría de los tramos evaluados presentan una condición superficial catalogada como regular, con valores de PCI comprendidos entre 40 y 54, indicando la necesidad de aplicar mantenimiento preventivo y correctivo para evitar un mayor deterioro. Asimismo, tres tramos fueron calificados con un estado bueno ($PCI \geq 60$), recomendándose acciones de mantenimiento correctivo, mientras que un tramo específico presentó un índice crítico ($PCI = 39$), que requiere una rehabilitación estructural urgente. Con base en estos hallazgos, se diseñaron estrategias de mantenimiento diferenciadas que incluyen sellado de fisuras, reparaciones localizadas, recapeo y rehabilitación profunda en los sectores más afectados.

Palabras clave: Índice de Condición del Pavimento (PCI), pavimento flexible, mantenimiento vial, carreteras, rehabilitación.



ABSTRACT

The thesis, "Evaluation of the surface condition of flexible pavement using the pavement condition index method for the proposed improvement of the Juliaca-Cabanillas 2025 highway," aims to diagnose the condition of the flexible pavement on said highway and identify appropriate intervention alternatives. To this end, a descriptive research approach was used, with a non-experimental, applied design, aimed at generating practical solutions for road maintenance. The study consisted of a detailed visual inspection carried out on 13 representative sections of the road, where the different surface defects were identified and classified following the guidelines of the PCI method. From these data, index values were calculated for each segment, allowing the degree of deterioration to be determined and interventions to be prioritized. The results revealed that most of the evaluated sections have a surface condition classified as regular, with PCI values between 40 and 54, indicating the need for preventive and corrective maintenance to prevent further deterioration. Likewise, three sections were rated in good condition ($PCI \geq 60$), recommending corrective maintenance actions, while one specific section presented a critical index ($PCI = 39$), requiring urgent structural rehabilitation. Based on these findings, differentiated maintenance strategies were designed, including crack sealing, localized repairs, resurfacing, and deep rehabilitation in the most affected sectors.

Keywords: Pavement Condition Index (PCI), flexible pavement, road maintenance, roads, rehabilitation.



INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial es fundamental para el desarrollo económico y social de cualquier región. Sus principales funciones incluyen facilitar la circulación de personas y mercancías, mejorar la accesibilidad y contribuir al crecimiento de las zonas urbanas y rurales. En definitiva, la carretera Juliaca-Cabanillas constituye un importante corredor comercial y productivo en los alrededores de Puno. Por otro lado, el pavimento flexible de la carretera se ha deteriorado con el paso de los años, presentando diversas fallas superficiales que afectan tanto la seguridad vial como la comodidad de los pasajeros.

La reparación y el mantenimiento oportunos de los pavimentos flexibles son fundamentales para optimizar los recursos destinados al mantenimiento de la vía y prolongar su vida útil. Para lograr este objetivo, es fundamental obtener evaluaciones precisas del estado de la superficie del pavimento mediante la aplicación de procesos técnicos que identifiquen y cuantifiquen la magnitud de las fallas existentes.

Este tipo de examen se realiza frecuentemente con la ayuda del Índice de Estado del Pavimento (ICP), que brinda una calificación numérica del estado del pavimento y facilita la toma de decisiones sobre mejoras. La técnica ICP es el instrumento principal utilizado en esta investigación para evaluar la calidad superficial del pavimento flexible ubicado en la carretera Juliaca-Cabanillas en el año 2025. Los resultados de la investigación se utilizarán para fundamentar el desarrollo de alternativas de mejora específicas que contribuyan a optimizar la gestión del mantenimiento vial en esta importante ruta.

El estudio está estructurado en cinco capítulos:

Capítulo 1: Este capítulo introduce el tema central del estudio, formulando claramente el problema de investigación que motiva el trabajo. Se expone la situación actual relacionada con el estado del pavimento flexible y se destacan las razones por las cuales es relevante



abordar dicha problemática. Asimismo, se argumenta la importancia de la investigación desde una perspectiva técnica, social y académica.

Capítulo 2: En este apartado se desarrolla el marco referencial que sustenta la investigación. Se abordan los conceptos clave relacionados con la evaluación del pavimento flexible, incluyendo teorías previas, modelos existentes y enfoques técnicos pertinentes.

Capítulo 3: Se describe el tipo de investigación, el diseño seleccionado, y se identifican la población y la muestra utilizadas. También se explican los instrumentos empleados para la recolección de datos, así como los procedimientos seguidos para su validación y aplicación.

Capítulo 4: Aquí se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir de análisis del pavimento mediante el índice PCI. Se identifican los tramos viales que presentan condiciones críticas, y se interpretan los datos recopilados de forma sistemática.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática.

Estudios realizados por la Universitat Politècnica de València indican que el (PCI) disminuye aproximadamente 5 unidades por año a partir del primer año y medio de vida útil del pavimento, siendo la edad del pavimento un factor determinante en su deterioro Dallocas, (2020). En España, un informe de la Dirección General de Tráfico reveló que el estado del pavimento en las carreteras ha empeorado un 7% respecto a 2017, alcanzando una calificación media de "deficiente", lo que evidencia la necesidad urgente de mantenimiento y rehabilitación (DGT, 2020).

En el Perú, la situación de las carreteras no es ajena a esta problemática. Según un informe del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la red nacional está compuesta por 160 carreteras que unen las capitales de los 24 departamentos del país. Aunque el 95% de estas vías están pavimentadas, esto no garantiza su buen estado, ya que muchas presentan deterioro debido a la falta de mantenimiento adecuado (RPP Noticias, 2024). Investigaciones locales han evidenciado el deterioro del pavimento flexible en diversas regiones. Por ejemplo, un estudio realizado en la autopista Chiclayo–Pimentel aplicando el método PCI determinó que el pavimento se encuentra en un estado de conservación regular, afectando la transitabilidad y seguridad de los usuarios (Torres

Tocas, 2021). La carretera Juliaca - Cabanillas, ubicada en la región Puno, es una vía de vital importancia para la conectividad y el desarrollo económico local. Sin embargo, se ha observado un deterioro progresivo en su pavimento flexible, manifestado en la presencia de grietas, baches y deformaciones, lo que afecta la seguridad y comodidad de los usuarios. A pesar de su relevancia, no se cuenta con estudios técnicos actualizados que evalúen su estado actual mediante metodologías estandarizadas como el PCI.

La falta de mantenimiento adecuado y la ausencia de evaluaciones técnicas sistemáticas han contribuido al deterioro de esta vía. Es imperativo realizar una evaluación detallada del estado superficial del pavimento para identificar las áreas críticas y proponer intervenciones que mejoren su funcionalidad y prolonguen su vida útil.

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cuál es el estado superficial del pavimento flexible por medio del método de índice de condición de pavimento para la propuesta de mejora de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025?

1.2.2 Problemas Específicos.

1. ¿Cuáles son los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta la carretera Juliaca - Cabanillas 2025?
2. ¿Cuál será el nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025?
3. ¿Cuáles son las alternativas de mejoramiento del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025?



1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el estado superficial del pavimento flexible por medio del método de índice de condición de pavimento para la propuesta de mejora de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Identificar los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta la carretera Juliaca - Cabanillas 2025.
2. Determinar el nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025.
3. Proponer alternativas de mejoramiento del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación técnica.

La evaluación del estado superficial del pavimento flexible mediante el índice de condición de pavimento (PCI) es una herramienta técnica fundamental para diagnosticar el deterioro de la infraestructura vial. La aplicación de este método permite identificar con precisión los tipos y severidad de fallas, facilitando la planificación eficiente de las acciones de mantenimiento y rehabilitación.

1.4.2 Justificación social.

La carretera conecta comunidades y centros productivos que dependen directamente de una infraestructura vial en buen estado para acceder a servicios básicos, educación, salud y mercados. Mejorar el pavimento flexible asegura una mayor seguridad para los usuarios, reduce el riesgo de accidentes y mejora la calidad de vida de las

poblaciones locales. Además, una vía en óptimas condiciones favorece la integración social y el desarrollo regional al facilitar la movilidad y el acceso oportuno a oportunidades laborales y comerciales.

1.4.3 Justificación económica.

El deterioro avanzado del pavimento genera costos elevados asociados a reparaciones mayores, accidentes vehiculares, y aumento del consumo de combustible por condiciones inadecuadas de la vía. La evaluación y el diagnóstico oportuno mediante el método PCI permiten priorizar intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo que resultan más económicas y eficientes a largo plazo. De este modo, la propuesta de mejora de la carretera Juliaca - Cabanillas contribuye a la reducción de costos operativos para los usuarios y la administración pública.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

El estado superficial del pavimento flexible por medio del método de índice de condición de pavimento para la propuesta de mejora de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025, es de orden regular requiriendo un mantenimiento rutinario.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

1. Los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta la carretera Juliaca - Cabanillas 2025, son los parcheos en severidad moderada.
2. El nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025, es de 30 con un estado regular.
3. Las alternativas de mejoramiento del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025, es un mantenimiento rutinario.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 Variable independiente.

Estado superficial del pavimento flexible.

Indicadores:

- Tipo de daño (fisuras, baches, desprendimientos, deformaciones).
- Severidad del daño (baja, media, alta).
- Extensión del daño (área afectada en m²).

1.6.2 Variable dependiente

Propuesta de mejora del pavimento.

Indicadores:

- Índice de Condición del Pavimento (PCI).
- Tramos prioritarios de intervención.
- Estrategias de mantenimiento recomendadas.

1.7 Operacionalización de Variables.

Tabla 1

Operación de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Variable Independiente	Estado superficial del pavimento flexible	Condición actual de la superficie del pavimento flexible de la carretera Juliaca	- Deterioro del pavimento - Clasificación del daño	- Tipo de daño. - Severidad del daño (baja, media, alta). - Extensión del daño (área afectada en m ²).	Inspección visual	Fichas de inspección
Variable Dependiente	Propuesta de mejora del pavimento	Mantenimiento y rehabilitación del pavimento basadas en los resultados del PCI para garantizar su funcionalidad y seguridad.	- Condición del pavimento - Intervenciones de mejora	- (PCI). - Tramos prioritarios de intervención. - Estrategias de mantenimiento	Cálculo del PCI	Tablas de cálculo del PCI

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Antecedentes internacionales.

Según Kumar (2021), Un sistema de evaluación que utiliza el Índice de Estado Optimizado del Pavimento (OPCI) fue el principal énfasis de la propuesta metodológica. Este índice se deriva de un enfoque de cálculo multiplicativo que busca combinar múltiples variables relacionadas con el comportamiento estructural y funcional del pavimento en un único valor. La resistencia al deslizamiento recibió una ponderación de 0,15, la rugosidad de 0,5 y la capacidad portante de 0,6, todas basadas en su relevancia técnica. Los datos obtenidos de cuestionarios técnicos entregados a expertos en infraestructura vial se analizaron empíricamente para determinar estas ponderaciones. A pesar de una disminución del 21% en los valores totales en comparación con el antiguo Índice de Estado del Pavimento (PCI), el nuevo indicador OPCI captó más aspectos del rendimiento del pavimento, lo que lo convierte en un reflejo más preciso de su estado. La investigación concluyó que un índice compuesto, que considera todos los aspectos técnicos del pavimento, es la mejor manera de determinar su estado real e identificar las mejores maneras de solucionar o prevenir problemas. Al considerar simultáneamente la seguridad vial y la durabilidad estructural de las carreteras, este tipo de tecnología facilita



la priorización de las tareas de reparación. Por lo tanto, el estudio revela que un método más exhaustivo de evaluación del pavimento contribuye tanto a la precisión del diagnóstico como a optimizar los recursos para la gestión de la infraestructura vial.

Según Gómez et al. (2020) La tesis "Construcción de Pavimento Flexible en la Carretera "Camino Ganadero". Esta investigación se llevó a cabo utilizando la técnica sugerida por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), reconocido por su implementación sistemática en proyectos de evaluación vial en Colombia. Se incorporó al procedimiento el Índice de Estado del Pavimento (ICP), una herramienta para evaluar el nivel de degradación del pavimento flexible mediante una combinación de factores objetivos y subjetivos. Con este método se pudo observar el deterioro superficial y las enfermedades estructurales que afectan el rendimiento y la seguridad de la infraestructura vial. Para obtener una evaluación correcta y exhaustiva, el inspector utilizó múltiples capas de análisis durante la inspección. El agrietamiento tipo "piel de cocodrilo", que es reticulado y muestra una disminución gradual de la capacidad estructural del pavimento, es uno de los problemas más comunes observados en el pavimento asfáltico. La continua ocurrencia de este tipo de daño en el tramo evaluado subrayó la necesidad vital de soluciones tecnológicas. Es común en lugares con alta carga vehicular o mantenimiento inadecuado y representa un grave riesgo para la vida útil de la vía. Además de considerar el estado actual del pavimento, el diagnóstico también sentó las bases para futuras predicciones sobre la planificación de operaciones de conservación o reparación para frenar la degradación. Por último, la investigación proporcionó suficiente información para evaluar críticamente la metodología de INVIAS, destacando tanto sus características compartidas con otros estándares mundiales como el (ICP) como sus aspectos únicos adaptados al contexto colombiano. Los hallazgos obtenidos son más creíbles y proporcionan evidencia sólida a escala nacional e internacional gracias a esta compatibilidad metodológica. Esto demuestra además que el análisis técnico-visual es una herramienta esencial para la gestión vial basada en datos, ya que ayuda a identificar



las acciones más urgentes y de mayor impacto. Por lo tanto, el estudio es un recurso crucial para la toma de decisiones éticas sobre la viabilidad a largo plazo de la infraestructura urbana y las vías.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Según Santos et al. (2020), su tesis "Evaluación del Pavimento Flexible desde la Superficie". Centrada en las manzanas 1, 2, 3 y 4 del desarrollo Las Brisas, esta investigación tuvo como objetivo realizar un análisis técnico de la calidad del pavimento de la calle El Carmen. Esta vía, que conecta los cinco sectores principales del barrio y admite un intenso tráfico peatonal y vehicular, desempeña una función estructural esencial dentro del entorno construido. Su deterioro representa una amenaza para la seguridad de los usuarios y reduce la calidad de vida de los residentes. Por lo tanto, los objetivos del estudio fueron dos: primero, determinar el grado de desgaste del pavimento; y segundo, sugerir medidas prácticas de mejora que atendieran las demandas reales de la comunidad, garantizando al mismo tiempo la continuidad funcional de la infraestructura vial. Los métodos para la inspección visual de las superficies de asfalto y la clasificación del tipo y grado de daño se describen en la norma técnica ASTM D6433-07, en la que se basa este índice. Grietas, baches y pérdida de textura se encontraban entre las numerosas fallas viales identificadas en la evaluación, lo que permitió una cuantificación precisa de los problemas en toda el área considerada. El diagnóstico comprometió gravemente la transitabilidad y la seguridad del entorno urbano, que indicó una degradación sustancial y evidencia de un desgaste extenso. Los resultados mostraron que el pavimento necesita reparación inmediata debido a su mal estado. La magnitud del daño detectado determina las soluciones recomendadas, que van desde reparaciones puntuales en los tramos más afectados hasta la restauración total del segmento. Esta investigación enfatiza la importancia de utilizar enfoques técnicos estandarizados para evaluar la infraestructura vial urbana. Esto permitirá planificar estratégicamente las medidas de mantenimiento con base en las prioridades reales. El uso de este diagnóstico



tecnológico refuerza la toma de decisiones de planificación urbana sostenible y optimiza los recursos disponibles.

Según Salazar (2019), su tesis "Evaluación de Patologías de Pavimentos Flexibles Basada en PCI para Mejorar la Transitabilidad de la Carretera Pomalca-Tumán". El Índice de Estado del Pavimento (ICP) se utilizó ampliamente en este estudio para evaluar el estado de la carretera examinada, ubicada entre el km 0 y el 10 000. Una evaluación visual exhaustiva es la base de este procedimiento, que posteriormente se utiliza para cuantificar los daños según las normas técnicas establecidas. Los datos se recopilaron en situaciones operativas reales, sin interferir directamente con la infraestructura, mediante la aplicación de una metodología descriptiva y no experimental. Este método permitió una evaluación objetiva del comportamiento operativo del pavimento a la luz de las características únicas del sitio. Iniciado en 2018, el objetivo del proyecto era mejorar la transitabilidad y el funcionamiento de esta ruta vital que conecta regiones rurales y urbanas. La evaluación se llevó a cabo como parte de ese esfuerzo. Con base en los hallazgos, es evidente que la capa asfáltica se ha ido desgastando de forma gradual pero constante con el tiempo. Entre las afecciones identificadas, destacan la formación de surcos (23,39% de incidencia), la alopecia del pavimento (2,91% de prevalencia) y otras anomalías combinadas (23,84% de frecuencia). Los valores del PCI (Índice de Estado del Pavimento), que variaron entre 65,91 y 72,59, se clasificaron entre "aceptables" y "buenos". Estos daños afectan principalmente a la superficie, sin dañar gravemente la estructura del pavimento. Esta medida indica que se pueden realizar reparaciones menores antes de que la carretera necesite una reparación sustancial, a pesar de su evidente deterioro. El estudio concluye que el sellado de grietas, la restauración superficial localizada y el tratamiento de las zonas con indicios de humedad o infiltración deben priorizarse entre las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo. La adopción de estas medidas mantendrá la carretera en buen estado de funcionamiento y prolongará la vida útil del pavimento, evitando costosos procedimientos de restauración



integral. Al prevenir mayores daños y reducir la frecuencia de futuros procedimientos, la estrategia preventiva es técnicamente viable y económicamente eficiente. Finalmente, la evaluación demuestra que esta ruta puede mantenerse en buen estado de funcionamiento y que las localidades que dependen de ella pueden conectarse mediante un programa bien organizado de mantenimiento de carreteras.

2.1.3 Antecedentes locales.

Según Naidier (2021) su tesis "Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método ICP para el mejoramiento de la Avenida Circunvalación Noroeste, Juliaca - 2021", Comprender el grado de deterioro es crucial para garantizar el funcionamiento de esta ruta, que desempeña un papel esencial en la fluidez y la conectividad del tráfico. El objetivo de la investigación fue catalogar las fallas en la superficie de la carretera y determinar su tipo, tamaño y grado de gravedad. Esto se logró mediante una estrategia metodológica mixta que empleó métodos cuantitativos y cualitativos para proporcionar un diagnóstico exhaustivo. El primer paso fueron las pruebas destructivas, que consistieron en la excavación de pozos de muestra para recopilar datos físicos indicativos de las capas del subsuelo y del pavimento. Estos datos se evaluaron posteriormente en un laboratorio según los protocolos técnicos establecidos. El segundo paso consistió en utilizar la técnica del Índice de Condición del Pavimento (ICP), que permitió un examen visual exhaustivo de la superficie y una evaluación imparcial del estado operativo del pavimento. Según los hallazgos, el principal factor que contribuye al deterioro del pavimento es su construcción básica. El Pozo 3 obtuvo los peores resultados de CBR (Índice de Carga de California), con un 70%, lo que indica una capacidad portante muy baja, según las pruebas de laboratorio. Todos los pozos presentaron lecturas de CBR por debajo del mínimo obligatorio del 100%. Además, la existencia de suelos de grano fino con baja estabilidad durante las cargas cíclicas fue sugerida por los altos índices de plasticidad, como el 4,64% en el Pozo 1. La inadecuación del suelo subyacente para las necesidades de infraestructura vial se



confirmó cuando ninguna de las muestras examinadas cumplió con los parámetros granulométricos necesarios. En este caso, las reparaciones que solo aborden la superficie o que se apliquen en zonas aisladas no serán suficientes. En cambio, la mejor medida técnica sería reconstruir la capa asfáltica de arriba a abajo, a la vez que se estabiliza el subsuelo para aumentar su integridad estructural. Esta investigación enfatiza la importancia de realizar evaluaciones superficiales exhaustivas e investigaciones geotécnicas antes del diseño de proyectos de rehabilitación o mantenimiento de carreteras. Para garantizar la operación segura y eficaz de vías de alto tráfico como la Avenida Circunvalación Noroeste, es necesario realizar un diagnóstico técnico exhaustivo para desarrollar medidas de intervención duraderas.

Según Vilca et al. (2020) su tesis "Evaluación superficial en pavimentos flexibles aplicando la metodología PCI, IRI y deflectometría en las Avs. Floral y El Sol de la ciudad de Puno 2019". Uno de los factores más importantes para garantizar una conexión eficiente entre diversos sectores, tanto dentro como entre las áreas metropolitanas, es la presencia de vías de comunicación terrestres. Su eficiencia, la comodidad de los usuarios y la seguridad vial se ven fuertemente afectadas por la calidad de la superficie del pavimento, lo que a su vez afecta el buen funcionamiento de estos sistemas. En este sentido, Puno enfrenta graves problemas relacionados con el deterioro de sus vías principales, principalmente causado por la falta de mantenimiento regular o su ejecución deficiente. Este estudio se propuso evaluar el estado de las superficies de pavimento flexible de las principales avenidas de la ciudad, específicamente la Avenida Floral y la Avenida El Sol. Para desarrollar planes de intervención técnica exitosos de manera oportuna, es crucial determinar el estado actual de estas vías debido a su importante rol en el transporte urbano. El uso de metodologías cuantitativas para medir diversas métricas que describen el estado de funcionamiento del pavimento fue parte de la metodología implementada. El primer paso fue utilizar el sistema del (ICP), que clasifica las superficies según el tipo, grado y ubicación del daño. Otro indicador que mide la



comodidad de rodadura basándose en la suavidad de la superficie fue el (IRI), calculado simultáneamente con el Rugosímetro Merlin. Los experimentos se centraron en tramos de ambas avenidas con tráfico intenso en la región metropolitana de Puno. Ambas vías mostraron un alto grado de degradación en los resultados. El estado del pavimento se clasificó como "malo" o "muy malo" según la escala ASTM D6433-03, ya que el índice PCI fue inferior a 40. De igual manera, las lecturas del IRI superaron el nivel máximo sugerido de 3,5 m/km, necesario para una circulación segura y cómoda. La construcción del pavimento ha perdido su capacidad de carga, ya que los valores obtenidos para la deflexión característica superaron los límites establecidos por el (MTC, 2013). Estos resultados indican que el pavimento se encuentra en mal estado y no mejorará con reparaciones periódicas. Las vías vitales para la dinámica urbana de Puno requieren una restauración exhaustiva para revitalizarlas y volver a funcionar.

Actualmente, Morales (2019) 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". La infraestructura vial de Juliaca se encuentra en un estado lamentable; muchas calles carecen de pavimento y las que han sido reemplazadas con pavimento flexible presentan un grave deterioro. El transporte urbano se ve afectado negativamente por el mal estado de las vías, especialmente porque los automóviles suelen sufrir daños por las irregularidades del pavimento. Por consiguiente, este estudio se propuso evaluar el estado del pavimento flexible en la principal vía de Juliaca, Avenida Aviación, y proponer soluciones tecnológicas. Es posible identificar defectos tanto estructurales como superficiales en las carreteras, como se indica en el Manual de Inspección Visual del MIV (2013). Este estudio optó por analizar únicamente las fallas funcionales, es decir, aquellas que dañan la superficie del pavimento, pero no comprometen su integridad estructural. Ambos métodos se aplicaron de forma complementaria a 45 unidades de muestra, subdivididas según la región de investigación. También se añadió la prueba de lavado de asfalto para una mejor identificación de los problemas superficiales. Los



resultados fueron consistentes en ambas metodologías, lo que validó las observaciones. Con una puntuación del 76 % en el PCI, el pavimento de Avenida Aviación se considera en muy buen estado. Por el contrario, la carretera se calificó como "buena" con un 91 % de precisión utilizando el método VIZIR, un resultado ligeramente mejor. A pesar de estos prometedores hallazgos, el estudio detectó fallas repetidas, la más notable de las cuales fue el pulido de los áridos. Este problema puede reducir la seguridad vial, especialmente en condiciones de lluvia, ya que altera el coeficiente de fricción superficial. De estos resultados se desprende que la carretera no muestra signos de degradación grave, pero sí requiere medidas preventivas inmediatas para mantenerla en buen estado de uso. Esto llevó a la recomendación de un tratamiento de lechada asfáltica para la superficie. La superficie del pavimento se puede sellar, se pueden corregir pequeñas imperfecciones y se puede prolongar su vida útil con esta ligera combinación de aditivos, partículas finas y emulsión asfáltica. Este asesoramiento estuvo respaldado por un exhaustivo análisis de costos unitarios, que condujo a la creación de una intervención técnica y financieramente sólida para detener una mayor degradación.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Pavimento.

El pavimento flexible es un tipo de estructura vial conformada por múltiples capas de materiales que trabajan de forma conjunta para distribuir y soportar las cargas vehiculares, transfiriéndolas gradualmente hacia el suelo natural o subrasante (Huang, 2020). Su diseño está basado en la capacidad de las capas superiores para absorber tensiones y deformaciones, lo que permite que las cargas se reduzcan progresivamente a medida que se transmiten hacia las capas inferiores. Estas capas típicamente incluyen una capa superficial o de rodadura (generalmente asfalto modificado), una base granular y una subbase que contribuyen a la resistencia estructural y al control de la humedad (Gómez, Martínez, & Pérez, 2022).

2.2.1.1 Características y Composición

La característica principal que define a los pavimentos flexibles es su capacidad para adaptarse a deformaciones sin fracturarse, gracias al uso de materiales bituminosos con propiedades viscoelásticas, que permiten una deformación controlada y recuperación parcial bajo cargas dinámicas (Kassem, Hassan, & Soliman, 2021). Esta flexibilidad es esencial para soportar diferentes tipos de cargas vehiculares, movimientos del suelo y efectos térmicos, como dilataciones y contracciones causadas por cambios de temperatura.

2.2.1.2 Ventajas del Pavimento Flexible

Su costo inicial relativamente bajo comparado con los pavimentos rígidos (de concreto), lo que lo hace ideal para proyectos con limitaciones presupuestarias o con alta demanda de mantenimiento rápido y reparaciones frecuentes (Shafabakhsh, Kim, & Tighe, 2019). Además, la facilidad para reparar áreas específicas mediante técnicas como el bacheo o el recarpeteo permite una gestión eficiente de la infraestructura vial, prolongando su vida útil sin necesidad de reconstrucciones completas.

El pavimento flexible distribuye las cargas concentradas, reduciendo el riesgo de fallas estructurales graves. Esto es especialmente beneficioso en zonas con suelos de baja capacidad portante, ya que minimiza hundimientos y deformaciones permanentes. (Huang, 2020).

2.2.1.3 Limitaciones y Consideraciones

A pesar de sus beneficios, los pavimentos flexibles presentan algunas limitaciones. Su vida útil tiende a ser menor que la de los pavimentos rígidos si no se realiza un mantenimiento adecuado y oportuno. La exposición constante a factores climáticos adversos como la humedad, el calor extremo o las heladas puede acelerar el envejecimiento de los materiales bituminosos, provocando fisuras, abultamientos y deformaciones permanentes (Gómez et al., 2022). Asimismo, el agua es uno de los principales enemigos del pavimento flexible, ya que puede infiltrarse a través de grietas y



deteriorar las capas inferiores, disminuyendo la capacidad estructural y acelerando su deterioro.

El diseño del pavimento flexible también debe considerar cuidadosamente las condiciones locales, incluyendo el tipo de suelo, las cargas esperadas, el clima y la intensidad del tráfico, para seleccionar los materiales y espesores adecuados. Un diseño inadecuado puede resultar en fallas prematuras, aumentando costos de reparación y afectando la seguridad vial (Kassem et al., 2021).

2.2.1.4 Mantenimiento

El mantenimiento es un aspecto crucial para asegurar la durabilidad y el desempeño funcional del pavimento flexible. Los programas de mantenimiento deben incluir acciones preventivas y correctivas, tales como el sellado de grietas para evitar la infiltración de agua, la reposición o el recarpeteo de la capa asfáltica para restaurar la superficie de rodadura, y la rehabilitación estructural cuando se detectan daños más profundos (Shafabakhsh et al., 2019).

2.2.2 Fallas en Pavimentos Flexibles

Las fallas en pavimentos flexibles constituyen un problema común que afecta la funcionalidad, seguridad y durabilidad de las vías de comunicación. Estas fallas se manifiestan principalmente en la superficie del pavimento, aunque pueden tener repercusiones en las capas subyacentes, y afectan directamente la comodidad y seguridad del tránsito vehicular (Huang, 2020). La identificación oportuna y precisa de estas fallas es esencial para planificar las intervenciones necesarias que aseguren el mantenimiento adecuado y prolonguen la vida útil de la infraestructura vial.

Entre las fallas superficiales más frecuentes se encuentran las fisuras, que son fracturas o grietas que se desarrollan en la capa asfáltica debido a diversas causas, tales como la fatiga estructural, el envejecimiento del material, la variabilidad térmica y las cargas repetidas del tráfico (Kassem, Hassan, & Soliman, 2021). Las fisuras pueden

clasificarse en varios tipos, cada uno con implicaciones distintas para el diagnóstico y mantenimiento:

- **Fisura por bloque:** Se caracteriza por un patrón de grietas en forma de bloques que generalmente se presentan en áreas con envejecimiento avanzado del pavimento. Estas fisuras indican pérdida de elasticidad del material asfáltico y suelen ser precursoras de fallas más severas.
- **Fisura longitudinal:** Se presentan paralelas a la dirección del tránsito y pueden deberse a deficiencias en la construcción, juntas mal selladas o esfuerzos concentrados por cargas.
- **Fisura transversal:** Se orientan perpendicularmente al flujo vehicular y suelen estar relacionadas con movimientos térmicos del pavimento, tales como contracciones causadas por bajas temperaturas.

Además de las fisuras, los baches son una forma crítica de falla que afecta directamente la seguridad vial. Estos se producen cuando la superficie se colapsa o hunde debido a la pérdida de soporte en las capas inferiores, generalmente ocasionada por la infiltración de agua, saturación del suelo base o fatiga del material (Gómez, Martínez, & Pérez, 2022). Los baches generan discontinuidades peligrosas para los vehículos, provocando daños mecánicos y aumentando el riesgo de accidentes.

Otra manifestación común de fallas en pavimentos flexibles son las deformaciones plásticas, que incluyen huellas de rodadura, ondulaciones y hundimientos. Estas deformaciones son el resultado de la acumulación progresiva de deformaciones permanentes bajo cargas repetidas, reflejando la pérdida de rigidez y resistencia en las capas de base y subbase. Las huellas de rodadura, en particular, son depresiones longitudinales en los carriles de mayor circulación que afectan la seguridad y el confort de los usuarios (Shafabakhsh, Kim, & Tighe, 2019).

El análisis y clasificación adecuados de estas fallas es indispensable para diagnosticar el estado real del pavimento y decidir las acciones de mantenimiento más

apropiadas. Para ello, se emplean técnicas de inspección visual, monitoreo con equipos especializados y evaluaciones no destructivas, que permiten determinar la extensión, profundidad y severidad de las fallas (Kassem et al., 2021). Esta información es vital para diseñar intervenciones efectivas que pueden ir desde reparaciones superficiales como sellado de grietas hasta rehabilitaciones estructurales que impliquen la reconstrucción parcial o total del pavimento.

El mantenimiento oportuno basado en un diagnóstico preciso no solo evita el agravamiento de las fallas y reduce los costos a largo plazo, sino que también mejora la seguridad vial y prolonga la vida útil del pavimento flexible. Por lo tanto, es fundamental que las autoridades y responsables de la infraestructura vial implementen programas sistemáticos de monitoreo y mantenimiento, adaptados a las condiciones específicas del pavimento y el entorno operativo (Gómez et al., 2022).

2.2.3 Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El Índice de Condición de Pavimento (PCI, Pavement Condition Index) es una metodología rigurosa y estandarizada desarrollada para evaluar y clasificar la condición superficial y estructural de pavimentos, tanto flexibles como rígidos. Fue creada por el Instituto de Investigación de Pavimentos (Pavement Research Institute) y se ha consolidado como el método más completo y reconocido a nivel mundial dentro de los modelos de Gestión Vial modernos, gracias a su objetividad, reproducibilidad y facilidad de aplicación (Vásquez Varela, 2002).

Importancia y propósito

El PCI cumple un rol esencial en la gestión de redes viales, ya que permite cuantificar de manera objetiva el estado del pavimento a partir de la evaluación visual de sus daños, ofreciendo una medida única que integra la severidad, cantidad y tipo de deterioro. (Vásquez Varela, 2002).

Escala y clasificación

- 100 indica un pavimento en estado perfecto, sin daños visibles.

- 0 representa un pavimento totalmente fallado, con daños severos que comprometen su funcionalidad y seguridad.

Figura 1

Escala de medición PCI.

Rango PCI	Clasificación	Descripción general
100 - 85	Excelente	Pavimento en óptimas condiciones
85 - 70	Muy Bueno	Mínimos signos de deterioro
70 - 55	Bueno	Deterioro leve
55 - 40	Regular	Deterioro moderado
40 - 25	Malo	Deterioro considerable
25 - 10	Muy Malo	Estado crítico, requiere atención
10 - 0	Fallado	Pavimento en mal estado, urgente reparación

Nota. Manual de PCI.

Esta clasificación permite una comunicación clara y eficaz entre ingenieros, gestores y responsables de infraestructura vial, facilitando decisiones estratégicas basadas en datos objetivos (Vásquez Varela, 2002).

Procedimiento de evaluación

La evaluación mediante PCI se realiza en varias etapas estructuradas que aseguran la exhaustividad y precisión del diagnóstico:

- ✚ **División en unidades de muestreo:** La vía se segmenta en unidades de muestreo, que son áreas homogéneas en cuanto a tipo y estado de pavimento, cuya superficie varía según el tipo de vía y la capa de rodadura. Por ejemplo, para carreteras con capa asfáltica y ancho menor a 7.3 metros, el área típica de la unidad de muestreo es aproximadamente $230 \pm 93 \text{ m}^2$ (Vásquez Varela, 2002).
- ✚ **Inventario visual de daños:** Evaluando la clase, severidad y cantidad o densidad de cada uno. Se utilizan formatos específicos para registrar esta información, que incluye desde fisuras y baches hasta deformaciones, desprendimientos y otros defectos (Vásquez Varela, 2002).

- ✚ **Determinación de valores deducidos:** Para cada daño registrado, se calcula un “valor deducido” que refleja su impacto en la condición global del pavimento. Este valor depende del tipo de daño, su severidad y extensión relativa dentro de la unidad de muestreo. Estos valores se obtienen de curvas y tablas estandarizadas diseñadas para cuantificar la afectación (Vásquez Varela, 2002).
- ✚ **Cálculo iterativo del PCI:** Para evitar que daños severos en áreas pequeñas distorsionen el resultado global, se aplica un proceso iterativo para ajustar los valores deducidos. El PCI se obtiene restando de 100 el mayor “Valor Deducido Corregido” (CDV), reflejando así el nivel real de deterioro del pavimento en la unidad inspeccionada (Vásquez Varela, 2002).
- ✚ **Cálculo del PCI para secciones mayores:** Para una sección que comprende varias unidades de muestreo, el PCI total se obtiene promediando los PCI individuales. En casos de muestreo aleatorio o inclusión de unidades adicionales, se utilizan métodos ponderados para reflejar adecuadamente las condiciones generales del tramo (Vásquez Varela, 2002).

2.2.3.1 Tipos de daños considerados

El manual PCI incluye una extensa lista de patologías que afectan la superficie del pavimento, tales como:

- ✚ Fisuras longitudinales, transversales y en bloque
- ✚ Baches y huecos
- ✚ Desprendimiento y meteorización de agregados
- ✚ Deformaciones como ahuellamiento, corrugación, hundimientos y abultamientos
- ✚ Daños específicos en pavimentos rígidos, como punzonamiento, grietas de esquina, blowups, entre otros

Cada daño tiene criterios definidos para su medición, niveles de severidad y recomendaciones para reparación o mantenimiento (Vásquez Varela, 2002).

2.2.3.2 Aplicaciones y beneficios

El PCI permite:

- ✚ Realizar una evaluación objetiva y cuantitativa del estado de la red vial
- ✚ Facilitar la comparación y priorización de tramos que requieren intervención
- ✚ Planificar programas de mantenimiento preventivo y correctivo eficientes
- ✚ Monitorear la evolución del deterioro a lo largo del tiempo
- ✚ Apoyar la toma de decisiones técnicas y administrativas con base en evidencia cuantificable

Esto contribuye a optimizar la inversión en infraestructura, reducir costos a largo plazo y mejorar la seguridad y confort para los usuarios (Vásquez Varela, 2002).

2.2.3.3 Limitaciones y consideraciones

Si bien el PCI es una herramienta robusta, su foco principal es la condición superficial, por lo que debe complementarse con análisis estructurales y estudios geotécnicos para un diagnóstico integral del pavimento. Además, la calidad de la evaluación depende de la capacitación y experiencia del personal encargado, así como de la consistencia en la aplicación de los protocolos (Vásquez Varela, 2002).

2.2.4 Evaluación del Estado Superficial del Pavimento

Constituye una actividad esencial dentro del proceso de gestión y mantenimiento vial, cuyo propósito principal es identificar de manera sistemática y objetiva las fallas que afectan la integridad funcional y estructural de la capa de rodadura (Vásquez Varela, 2002). Esta evaluación se realiza mediante inspecciones visuales detalladas y organizadas que permiten detectar, cuantificar y clasificar los diferentes tipos, cantidades y severidades de daños presentes en la superficie del pavimento, facilitando así un diagnóstico preciso del nivel de deterioro.

2.2.4.1 Importancia de la evaluación superficial

Conocer el estado superficial del pavimento es indispensable para determinar el grado de desgaste causado por factores tales como el tránsito vehicular, las condiciones climáticas, la calidad de los materiales y la antigüedad del pavimento. Además, esta evaluación sirve para prever el comportamiento futuro del pavimento, permitiendo

anticipar y planificar acciones correctivas o preventivas que eviten daños mayores y prolonguen la vida útil de la infraestructura (Vásquez Varela, 2002).

La evaluación también cumple una función clave en la seguridad vial, ya que la detección oportuna de defectos superficiales como fisuras, baches y deformaciones permite mitigar riesgos asociados a accidentes causados por irregularidades en la superficie de rodadura.

2.2.4.2 Metodología de inspección visual

El método principal para evaluar el estado superficial es la inspección visual sistemática, que puede ser realizada manualmente por técnicos especializados o mediante tecnologías avanzadas como cámaras digitales, sensores y escáneres láser que automatizan y aumentan la precisión del proceso (Vásquez Varela, 2002). Durante esta inspección, se registran con detalle:

- ✓ Tipos de fallas: fisuras (longitudinales, transversales, en bloque), baches, deformaciones plásticas, desprendimientos, entre otros.
- ✓ Cantidad: medida a través de la extensión superficial o el número de incidencias por unidad de muestreo.
- ✓ Severidad: nivel de daño que puede clasificarse como leve, moderado o severo, basado en criterios técnicos estandarizados.

2.2.4.3 Herramientas para la cuantificación y análisis

Entre los métodos más reconocidos para cuantificar el estado superficial destaca el (PCI), que proporciona una medida numérica integrada del deterioro que resulta de la combinación de los tipos y severidades de daños observados (Vásquez Varela, 2002). El PCI facilita no solo la evaluación puntual, sino también el monitoreo de la evolución del pavimento a lo largo del tiempo, sirviendo como base para la planificación de programas de mantenimiento.

Otras técnicas complementarias incluyen el uso de imágenes satelitales, sistemas de información geográfica (SIG) y software especializado para el análisis y la gestión de

la información recolectada, lo cual permite optimizar recursos y mejorar la toma de decisiones (Vásquez Varela, 2002).

2.2.4.4 Aplicación en la gestión del mantenimiento vial

La evaluación del estado superficial no solo tiene un valor diagnóstico, sino que también es fundamental para la gestión eficiente del mantenimiento vial. Los datos obtenidos permiten priorizar tramos de carretera que requieren atención inmediata y determinar el tipo de intervención más adecuado, ya sea mantenimiento preventivo, correctivo o rehabilitación estructural (Vásquez Varela, 2002).

Asimismo, la evaluación constante permite detectar tendencias de deterioro, evaluar el impacto de las condiciones ambientales y operativas, y validar la eficacia de las acciones de mantenimiento implementadas, contribuyendo a la sostenibilidad y optimización del sistema vial.

2.2.5 Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos

Son componentes esenciales dentro de la gestión integral de la infraestructura vial, orientados a preservar, restaurar y optimizar las condiciones funcionales y estructurales de las vías de tránsito. Estas acciones buscan garantizar la seguridad, comodidad y eficiencia del sistema vial, así como prolongar la vida útil de los pavimentos, que son sometidos constantemente a cargas dinámicas y a condiciones ambientales variables (Vásquez Varela, 2002).

2.2.5.1 Mantenimiento de pavimentos

Su objetivo principal es prevenir el deterioro acelerado y evitar el avance de daños menores hacia fallas severas que comprometan la seguridad y funcionalidad del pavimento (Vásquez Varela, 2002). Estas acciones incluyen:

- ✓ **Mantenimiento preventivo:** Intervenciones de bajo costo y bajo impacto, aplicadas cuando el pavimento presenta signos mínimos de deterioro. Incluye sellado de fisuras, tratamientos superficiales, limpieza y control de drenaje, que buscan preservar la integridad del pavimento y retardar el envejecimiento.

- ✓ **Mantenimiento correctivo:** Reparaciones localizadas que atienden daños incipientes o moderados, como bacheo, parcheo, nivelación y rehabilitación de pequeñas áreas deterioradas. Su objetivo es restaurar la funcionalidad y evitar que el daño se propague.

2.2.5.2 Rehabilitación de pavimentos

La rehabilitación involucra intervenciones más profundas y complejas, que se requieren cuando el pavimento presenta daños significativos o fallas estructurales que limitan su desempeño (Vásquez Varela, 2002). A diferencia del mantenimiento, la rehabilitación busca restaurar la capacidad portante y funcional del pavimento, aplicando técnicas como:

- ✓ **Recarpeteo:** Colocación de una nueva capa asfáltica sobre la superficie deteriorada para restaurar la calidad superficial y mejorar la resistencia al desgaste.
- ✓ **Rehabilitación estructural:** Remoción y reemplazo parcial o total de capas deterioradas, reconstrucción de la base o subbase, y aplicación de materiales reforzados para recuperar la capacidad estructural.
- ✓ **Mejoras de diseño:** Incorporación de nuevas tecnologías o materiales modificados para aumentar la durabilidad y desempeño del pavimento rehabilitado.

2.2.5.3 Importancia de la evaluación para definir estrategias

La planificación y ejecución efectiva de mantenimiento y rehabilitación dependen de una correcta evaluación del pavimento, en la que métodos estandarizados como el (PCI) juegan un papel central (Vásquez Varela, 2002). Este índice permite conocer el tipo, extensión y severidad de las fallas, proporcionando una base objetiva para seleccionar la estrategia más adecuada y programar las intervenciones en el momento oportuno.

2.2.5.4 Beneficios y objetivos integrales

La implementación de programas bien estructurados de mantenimiento y rehabilitación contribuye a:



- ✓ **Optimizar recursos económicos:** Al evitar reparaciones mayores y costosas derivadas del deterioro avanzado.
- ✓ **Garantizar seguridad y confort:** Asegurando superficies adecuadas que minimicen riesgos y mejoren la experiencia de los usuarios.
- ✓ **Preservar la funcionalidad vial:** Manteniendo la capacidad portante y resistencia del pavimento frente a las cargas vehiculares y condiciones ambientales.
- ✓ **Prolongar la vida útil:** Incrementando la durabilidad y eficiencia del sistema vial.

2.2.5.5 Retos y consideraciones

El desarrollo de programas eficientes enfrenta desafíos como la variabilidad de condiciones climáticas, la intensidad y tipo de tráfico, la heterogeneidad de materiales y técnicas constructivas, y la necesidad de integrar tecnologías modernas para monitoreo y evaluación continua (Vásquez Varela, 2002). Por ello, es fundamental que las decisiones se basen en información precisa, análisis técnico riguroso y un enfoque integral de gestión vial.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 *Pavimento flexible.*

Permiten cierta deformación sin fracturarse, principalmente asfalto. Está diseñado para distribuir las cargas del tráfico hacia la base del suelo de manera progresiva. Es comúnmente usado en carreteras por su capacidad de adaptación y facilidad de mantenimiento. Sin embargo, requiere monitoreo constante para evitar el deterioro prematuro.

2.3.2 *Índice de Condición de Pavimento (PCI)*

Asigna un valor numérico entre 0 y 100 que representa la calidad y severidad de las fallas observadas. Es una herramienta útil para priorizar mantenimiento y



rehabilitación vial. El PCI facilita la gestión eficiente de los recursos destinados a la conservación del pavimento.

2.3.3 Evaluación del pavimento

La evaluación del pavimento consiste en inspeccionar y medir las condiciones físicas y estructurales del pavimento para hallar su estado actual. Incluye la identificación de fallas, tipo, extensión y severidad, mediante métodos visuales o tecnológicos. Esta evaluación es esencial para planificar acciones de mantenimiento o rehabilitación. Permite prolongar la vida útil del pavimento y mejorar la seguridad vial.

2.3.4 Fallas en pavimentos

Las fallas en pavimentos son manifestaciones visibles de deterioro que afectan la funcionalidad y seguridad de la vía. Incluyen fisuras, baches, deformaciones y otras patologías que comprometen la integridad del pavimento. La correcta identificación y clasificación de estas fallas es clave para definir las intervenciones necesarias. Su monitoreo constante ayuda a prevenir daños mayores y costos elevados.

2.3.5 Mantenimiento de pavimentos

El mantenimiento de pavimentos comprende un conjunto de actividades preventivas y correctivas destinadas a conservar o restaurar las condiciones óptimas del pavimento. Incluye reparaciones superficiales, sellado de fisuras y tratamiento de baches para evitar un deterioro acelerado. Un mantenimiento oportuno reduce costos a largo plazo y mejora la seguridad vial.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2019) El enfoque mixto de investigación implica recoger, analizar y vincular datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o en una serie de estudios, para responder a un planteamiento del problema de investigación.

- Cuantitativo, porque se utilizan instrumentos técnicos para recopilar datos numéricos (dimensiones de fallas, severidades, frecuencia, y valores PCI), que luego se procesan estadísticamente.
- Cualitativo, porque se hace un análisis interpretativo de los tipos de deterioro, causas, contexto vial y condiciones locales que explican el estado del pavimento.

3.2 Tipo de la investigación

Según Gómez y Pérez (2022), La investigación aplicada se caracteriza por su propósito de resolver problemas específicos y prácticos, mediante la utilización del conocimiento teórico.

Es una investigación aplicada, debido a que los resultados obtenidos se orientan a resolver un problema práctico y real, proponiendo medidas de mantenimiento y mejora

de la carretera evaluada. Se busca generar conocimiento útil para la toma de decisiones técnicas por parte de entidades responsables de la infraestructura vial.

3.3 Nivel de la Investigación

Según Morales y Baca (2021), La investigación descriptiva busca especificar las propiedades, características y perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a análisis.

El nivel de esta investigación es descriptivo, ya que tiene como propósito principal caracterizar el estado actual del pavimento mediante el uso del método del (PCI). A través del análisis de datos obtenidos mediante inspección visual y mediciones específicas, se describirá la magnitud y tipo de deterioro presente.

3.4 Diseño de la Investigación

Según Hernández y Fernández (2010). En la investigación no experimental, no se manipulan intencionalmente variables; más bien se observan fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

El diseño de esta investigación es no experimental, ya que no se manipulan intencionalmente las variables del estudio. Se observarán y analizarán los fenómenos tal como se presentan en la realidad, específicamente el deterioro superficial del pavimento flexible en carretera Juliaca – Cabanillas, sin intervención directa sobre la estructura vial.

3.5 Método de la Investigación

Según Sampieri, Fernández y Baptista (2022). El método científico es un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos que se aplican al estudio de un fenómeno.

Se emplea el método científico, que sigue un proceso sistemático de observación, medición, análisis e interpretación de datos para llegar a conclusiones objetivas. Se parte

de la identificación de un problema, se formulan objetivos claros, se recolectan datos empíricos en campo y, finalmente, se proponen soluciones técnicas fundamentadas.

3.6 Población y Muestra

3.6.1 Población

Hernández Sampieri et al. (2020) señalan que la población puede ser finita o infinita, dependiendo del número de elementos que la constituyan y de las posibilidades prácticas para su estudio.

En este estudio, la población está conformada por los pavimentos flexibles de la carretera Juliaca - Cabanillas, considerando tanto sus secciones en servicio como aquellas que presentan deterioro evidente.

3.6.2 Muestra

Según Sampieri, et. (2019), la muestra debe ser lo suficientemente representativa para que los resultados puedan generalizarse, y existen diversas técnicas de muestreo —probabilísticas y no probabilísticas— que permiten seleccionar elementos de manera sistemática y objetiva.

En este estudio, la muestra corresponde a un tramo de 2.85 km de la carretera Juliaca - Cabanillas, dividido en 13 segmentos homogéneos, definidos conforme a la metodología del índice PCI y los criterios de homogeneidad de superficie, estructura y tráfico vehicular.

3.7 Técnicas e Instrumentos

3.7.1 Técnicas.

Inspección Visual

La inspección visual es una técnica fundamental en la evaluación del estado de los pavimentos, ya que permite ver los tipos de daños existentes, determinar su severidad y analizar su distribución a lo largo del tramo de estudio. Esta técnica consiste



en un recorrido sistemático a lo largo del segmento de pavimento objeto de análisis, registrando y clasificando las distintas fallas observadas, tales como grietas, baches, deformaciones y desprendimientos, entre otras patologías.

Esta inspección puede realizarse in situ, mediante observación directa en el campo, o mediante el análisis de imágenes captadas previamente, dependiendo de los recursos disponibles y la metodología adoptada en el estudio.

La precisión y uniformidad de los datos recolectados, es indispensable el uso de formatos estandarizados de registro, tales como fichas de inspección basadas en normas técnicas reconocidas. Además, es recomendable que el personal a cargo de la inspección posea experiencia técnica en la identificación y clasificación de fallas en pavimentos, dado que la correcta categorización de los daños y su severidad influye directamente en la validez de los resultados obtenidos.

Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El cálculo del PCI se basa en la información recolectada durante la inspección visual, considerando tanto los tipos de daños presentes como su severidad y extensión. El procedimiento para su determinación comprende las siguientes etapas:

1. División del área de estudio en unidades o segmentos homogéneos

Se define la segmentación del pavimento en unidades de análisis con características similares, asegurando que los resultados sean representativos.

2. Identificación y clasificación de los daños

Se registran los daños observados en el pavimento, agrupándolos según su tipología, como fisuras longitudinales, agrietamiento en bloques, baches, deformaciones y desprendimientos.

3. Determinación del área o número de ocurrencias afectadas

Se mide o estima la extensión del daño en cada segmento, expresada en unidades como metros cuadrados o porcentaje de afectación.

4. Aplicación de tablas y fórmulas del PCI



Se emplean tablas normativas para calcular el índice, considerando la deducción de calificación asociada a cada daño y su impacto en la funcionalidad del pavimento.

3.7.2 Instrumentos

Fichas de Inspección

Las fichas de inspección constituyen un instrumento clave en recopilación sistemática de datos durante la inspección visual de los pavimentos. Su función principal es registrar de manera estructurada la información sobre los tipos de daños presentes, su severidad y su extensión, garantizando la consistencia, estandarización y comparabilidad de los resultados obtenidos.

Estas fichas están diseñadas con secciones claramente definidas que incluyen los siguientes elementos:

1. Identificación del segmento

Número del tramo evaluado, ubicación geográfica, dimensiones y características estructurales del pavimento.

2. Clasificación de los daños

Listado de los tipos de fallas más frecuentes, tales como fisuras longitudinales, desprendimientos, deformaciones y baches.

3. Severidad de los daños

Asignación de una categoría estándar de severidad (baja, media o alta) en función de la magnitud y progresión del daño.

4. Área o frecuencia afectada

Registro de la extensión del daño, expresada en metros cuadrados o cantidad de ocurrencias dentro del segmento analizado.

5. Observaciones adicionales

Espacio destinado a incluir anotaciones relevantes, como factores ambientales, condiciones de tráfico o cualquier característica especial del tramo.

Para maximizar la confiabilidad de los datos, se recomienda que los inspectores cuenten con capacitación técnica en la evaluación de pavimentos y el uso de fichas normalizadas, minimizando así errores de interpretación o registro.

1. Tablas de Cálculo del PCI

Las tablas de cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) son instrumentos normativos utilizados para convertir los datos recopilados en la inspección visual en un valor numérico objetivo, reflejando la condición del pavimento evaluado. Estas tablas han sido elaboradas con base en investigaciones y modelos empíricos, garantizando un método estandarizado y replicable.

El uso de las tablas de PCI sigue una metodología estructurada que incluye los siguientes pasos:

2. Determinación de los parámetros de entrada

Se identifican los tipos de daño presentes, su severidad y su extensión dentro del segmento analizado.

3. Asignación de deducciones individuales

Cada tipo de daño y su nivel de severidad tienen un valor de deducción predefinido, que representa su impacto en la funcionalidad del pavimento.

4. Cálculo de la deducción combinada

Cuando se presentan múltiples tipos de daños en un mismo segmento, las deducciones individuales se combinan mediante fórmulas preestablecidas, evitando una sobreestimación del deterioro.

5. Obtención del valor final del PCI

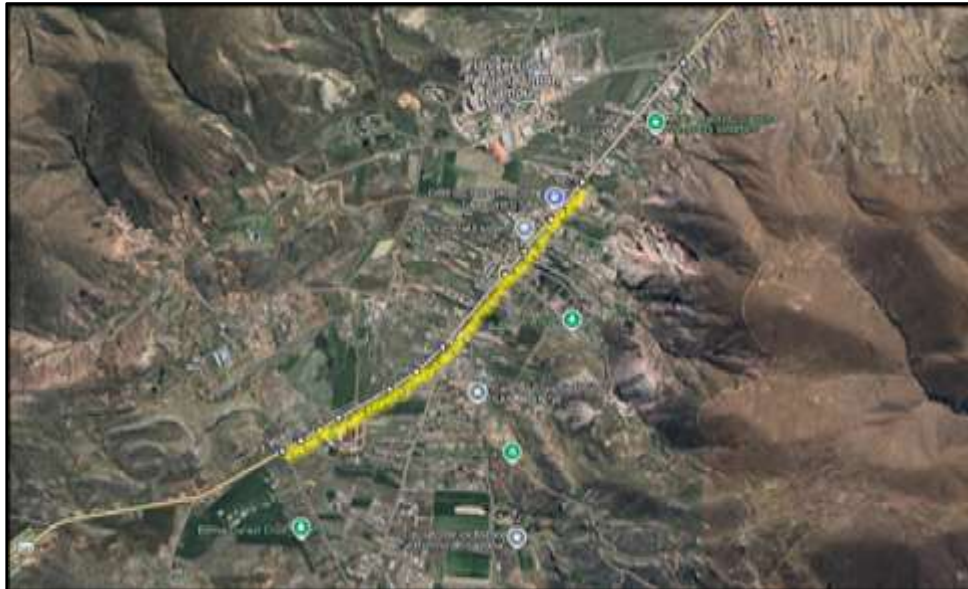
Se consulta la tabla correspondiente, donde se establece la relación entre las deducciones totales y el índice PCI, obteniendo el valor definitivo de la condición del pavimento.

3.8 Plan de recolección y procesamiento de datos

3.8.1 Desarrollo del plan de investigación

Figura 2

Carretera analizada en el estudio.



Se considero 2.85km, de la Carretera Juliaca – Cabanillas, donde se sacó unas unidades de muestreo de 13 tramos que serán analizados, mediante la metodología PCI.

Tabla 2

Progresiva de los tramos analizados.

N° DE UNIDAD DE INSPECCIÓN	ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	LONGITUD (m)	ANCHO(m)	ÁREA(m ²)
1	Prog, 0 + 000,00	Prog, 0 + 035,40	35,4	6,5	230,1
2	Prog, 0 + 035,40	Prog, 0 + 070,80	35,4	6,5	230,1
3	Prog, 0 + 070,80	Prog, 0 + 106,20	35,4	6,5	230,1
4	Prog, 0 + 106,20	Prog, 0 + 141,60	35,4	6,5	230,1
5	Prog, 0 + 141,60	Prog, 0 + 177,00	35,4	6,5	230,1
6	Prog, 0 + 177,00	Prog, 0 + 212,40	35,4	6,5	230,1
7	Prog, 0 + 212,40	Prog, 0 + 247,80	35,4	6,5	230,1
8	Prog, 0 + 247,80	Prog, 0 + 283,20	35,4	6,5	230,1
9	Prog, 0 + 283,20	Prog, 0 + 318,60	35,4	6,5	230,1
10	Prog, 0 + 318,60	Prog, 0 + 354,00	35,4	6,5	230,1
11	Prog, 0 + 354,00	Prog, 0 + 389,40	35,4	6,5	230,1
12	Prog, 0 + 389,40	Prog, 0 + 424,80	35,4	6,5	230,1
13	Prog, 0 + 424,80	Prog, 0 + 460,20	35,4	6,5	230,1
14	Prog, 0 + 460,20	Prog, 0 + 495,60	35,4	6,5	230,1
15	Prog, 0 + 495,60	Prog, 0 + 531,00	35,4	6,5	230,1
16	Prog, 0 + 531,00	Prog, 0 + 566,40	35,4	6,5	230,1



17	Prog, 0 + 566,40	Prog, 0 + 601,80	35,4	6,5	230,1
18	Prog, 0 + 601,80	Prog, 0 + 637,20	35,4	6,5	230,1
19	Prog, 0 + 637,20	Prog, 0 + 672,60	35,4	6,5	230,1
20	Prog, 0 + 672,60	Prog, 0 + 708,00	35,4	6,5	230,1
21	Prog, 0 + 708,00	Prog, 0 + 743,40	35,4	6,5	230,1
22	Prog, 0 + 743,40	Prog, 0 + 778,80	35,4	6,5	230,1
23	Prog, 0 + 778,80	Prog, 0 + 814,20	35,4	6,5	230,1
24	Prog, 0 + 814,20	Prog, 0 + 849,60	35,4	6,5	230,1
25	Prog, 0 + 849,60	Prog, 0 + 885,00	35,4	6,5	230,1
26	Prog, 0 + 885,00	Prog, 0 + 920,40	35,4	6,5	230,1
27	Prog, 0 + 920,40	Prog, 0 + 955,80	35,4	6,5	230,1
28	Prog, 0 + 955,80	Prog, 0 + 991,20	35,4	6,5	230,1
29	Prog, 0 + 991,20	Prog, 1 + 026,60	35,4	6,5	230,1
30	Prog, 1 + 026,60	Prog, 1 + 062,00	35,4	6,5	230,1
31	Prog, 1 + 062,00	Prog, 1 + 097,40	35,4	6,5	230,1
32	Prog, 1 + 097,40	Prog, 1 + 132,80	35,4	6,5	230,1
33	Prog, 1 + 132,80	Prog, 1 + 168,20	35,4	6,5	230,1
34	Prog, 1 + 168,20	Prog, 1 + 203,60	35,4	6,5	230,1
35	Prog, 1 + 203,60	Prog, 1 + 239,00	35,4	6,5	230,1
36	Prog, 1 + 239,00	Prog, 1 + 274,40	35,4	6,5	230,1
37	Prog, 1 + 274,40	Prog, 1 + 309,80	35,4	6,5	230,1
38	Prog, 1 + 309,80	Prog, 1 + 345,20	35,4	6,5	230,1
39	Prog, 1 + 345,20	Prog, 1 + 380,60	35,4	6,5	230,1
40	Prog, 1 + 380,60	Prog, 1 + 416,00	35,4	6,5	230,1
41	Prog, 1 + 416,00	Prog, 1 + 451,40	35,4	6,5	230,1
42	Prog, 1 + 451,40	Prog, 1 + 486,80	35,4	6,5	230,1
43	Prog, 1 + 486,80	Prog, 1 + 522,20	35,4	6,5	230,1
44	Prog, 1 + 522,20	Prog, 1 + 557,60	35,4	6,5	230,1
45	Prog, 1 + 557,60	Prog, 1 + 593,00	35,4	6,5	230,1
46	Prog, 1 + 593,00	Prog, 1 + 628,40	35,4	6,5	230,1
47	Prog, 1 + 628,40	Prog, 1 + 663,80	35,4	6,5	230,1
48	Prog, 1 + 663,80	Prog, 1 + 699,20	35,4	6,5	230,1
49	Prog, 1 + 699,20	Prog, 1 + 734,60	35,4	6,5	230,1
50	Prog, 1 + 734,60	Prog, 1 + 770,00	35,4	6,5	230,1
51	Prog, 1 + 770,00	Prog, 1 + 805,40	35,4	6,5	230,1
52	Prog, 1 + 805,40	Prog, 1 + 840,80	35,4	6,5	230,1
53	Prog, 1 + 840,80	Prog, 1 + 876,20	35,4	6,5	230,1
54	Prog, 1 + 876,20	Prog, 1 + 911,60	35,4	6,5	230,1
55	Prog, 1 + 911,60	Prog, 1 + 947,00	35,4	6,5	230,1
56	Prog, 1 + 947,00	Prog, 1 + 982,40	35,4	6,5	230,1
57	Prog, 1 + 982,40	Prog, 2 + 017,80	35,4	6,5	230,1
58	Prog, 2 + 017,80	Prog, 2 + 053,20	35,4	6,5	230,1
59	Prog, 2 + 053,20	Prog, 2 + 088,60	35,4	6,5	230,1
60	Prog, 2 + 088,60	Prog, 2 + 124,00	35,4	6,5	230,1
61	Prog, 2 + 124,00	Prog, 2 + 159,40	35,4	6,5	230,1
62	Prog, 2 + 159,40	Prog, 2 + 194,80	35,4	6,5	230,1
63	Prog, 2 + 194,80	Prog, 2 + 230,20	35,4	6,5	230,1
64	Prog, 2 + 230,20	Prog, 2 + 265,60	35,4	6,5	230,1
65	Prog, 2 + 265,60	Prog, 2 + 301,00	35,4	6,5	230,1
66	Prog, 2 + 301,00	Prog, 2 + 336,40	35,4	6,5	230,1
67	Prog, 2 + 336,40	Prog, 2 + 371,80	35,4	6,5	230,1
68	Prog, 2 + 371,80	Prog, 2 + 407,20	35,4	6,5	230,1
69	Prog, 2 + 407,20	Prog, 2 + 442,60	35,4	6,5	230,1
70	Prog, 2 + 442,60	Prog, 2 + 478,00	35,4	6,5	230,1
71	Prog, 2 + 478,00	Prog, 2 + 513,40	35,4	6,5	230,1
72	Prog, 2 + 513,40	Prog, 2 + 548,80	35,4	6,5	230,1



73	Prog, 2 + 548,80	Prog, 2 + 584,20	35,4	6,5	230,1
74	Prog, 2 + 584,20	Prog, 2 + 619,60	35,4	6,5	230,1
75	Prog, 2 + 619,60	Prog, 2 + 655,00	35,4	6,5	230,1
76	Prog, 2 + 655,00	Prog, 2 + 690,40	35,4	6,5	230,1
77	Prog, 2 + 690,40	Prog, 2 + 725,80	35,4	6,5	230,1
78	Prog, 2 + 725,80	Prog, 2 + 761,20	35,4	6,5	230,1
79	Prog, 2 + 761,20	Prog, 2 + 796,60	35,4	6,5	230,1
80	Prog, 2 + 796,60	Prog, 2 + 832,00	35,4	6,5	230,1
81	Prog, 2 + 832,00	Prog, 2 + 845,00	13,0	6,5	84,5

Procedimiento para la evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI

1. Identificación y Registro de Patologías en el Pavimento

Estas patologías o daños pueden incluir fisuras, baches, deformaciones, desprendimientos, entre otros. Para cada daño detectado, se registra información clave como su tipo, ubicación, tamaño (longitud, área afectada o profundidad) y gravedad.

Esta información se obtiene mediante una inspección visual sistemática y se documenta en guías o formatos de observación estandarizados que aseguran la uniformidad y precisión de los datos recolectados en campo. La correcta clasificación y registro de estas patologías son fundamentales para el análisis posterior.

2. Clasificación de la Severidad de los Daños

Una vez identificadas las patologías, se procede a su clasificación según su nivel de severidad, que puede ser baja, media o alta. Esta clasificación se basa en parámetros técnicos, como la profundidad del daño, la extensión o área afectada y el impacto que tiene sobre la funcionalidad y seguridad del pavimento.

El Manual del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) establece los umbrales para definir estos niveles de severidad, asegurando que la evaluación sea objetiva y comparable entre diferentes tramos o estudios.

3. Determinación del Tamaño de la Muestra para la Inspección

Para obtener una evaluación representativa del pavimento, es necesario inspeccionar una cantidad adecuada de tramos o unidades de muestra. El número de muestras se calcula utilizando una fórmula estadística que considera:

- ✓ El total de unidades (tramos) disponibles en la carretera.

- ✓ La desviación estándar estimada del PCI, que refleja la variabilidad esperada en las condiciones del pavimento.
- ✓ Un margen de error admisible (comúnmente $\pm 5\%$).
- ✓ Un nivel de confianza del 95%.

La fórmula utilizada es:

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

Donde:

n = número mínimo de muestras a inspeccionar.

N = número total de tramos del pavimento.

σ = desviación estándar del PCI.

e = error admisible, expresado como porcentaje.

Esta metodología garantiza que la muestra seleccionada sea suficiente para representar fielmente el estado general del pavimento sin necesidad de inspeccionar todos los tramos, optimizando recursos y tiempo.

4. Selección de Unidades de Muestreo

Para seleccionar los tramos específicos que serán inspeccionados, se aplica un método aleatorio sistemático. Primero, se calcula el intervalo de muestreo (i) con la fórmula:

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

Este intervalo indica cada cuántos tramos se debe seleccionar uno para la inspección. La primera unidad de muestreo se selecciona aleatoriamente entre los primeros i tramos, y luego se procede a seleccionar cada tramo siguiente sumando el intervalo i .

Este procedimiento asegura que todas las partes del pavimento tengan una representación equitativa en el estudio, evitando sesgos y garantizando la validez estadística de la evaluación.

5. Inspección Visual y Cálculo del PCI

Durante la inspección en campo, se examina cada unidad de muestra seleccionada para identificar y medir las patologías presentes. Se emplea un ábaco que relaciona la densidad y severidad de los daños con valores de deducción específicos para cada tipo de deterioro.

Cada daño detectado genera una deducción en el índice, y se limita un máximo de 10 deducciones por unidad de muestra para facilitar el cálculo. La fórmula para determinar el número máximo permitido de deducciones es:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \leq 10$$

Donde:

- ✓ m_i es el máximo número permitido de deducciones para la unidad i .
- ✓ HDV_i es la mayor deducción obtenida en dicha unidad.

Si el número total de deducciones es menor que m_i , se utilizan todas; de lo contrario, sólo se consideran las deducciones más significativas.

Luego, se calcula la Deducción Máxima Corregida (DMC), que es la suma ajustada de las deducciones, mediante un procedimiento iterativo que mejora la precisión del cálculo. Finalmente, el Índice de Condición del Pavimento (PCI) se calcula con la fórmula:

$$PCI = 100 - DMC$$

$$DMC = \text{Deducción máxima corregida.}$$

El PCI representa el estado general de la unidad de muestra, donde 100 indica un pavimento sin daños y valores menores reflejan mayor deterioro.

7. Análisis de Resultados

Con los valores obtenidos se realiza un análisis detallado que incluye:

- ✓ Comparación de los PCI entre tramos para identificar áreas críticas.
- ✓ Identificación de patrones frecuentes de deterioro para inferir causas (tráfico pesado, problemas en la subbase, condiciones climáticas).
- ✓ Clasificación de los tramos según su estado para priorizar intervenciones.

8. Propuestas de Intervención

Según el diagnóstico, se proponen acciones específicas para cada tramo:

- ✓ Mantenimiento preventivo: Realizar el sellado de fisuras junto con aplicaciones superficiales destinadas a detener el avance de daños menores y preservar la integridad del pavimento.
- ✓ Rehabilitación leve: Ejecutar trabajos de fresado y colocación de nuevas capas asfálticas en las áreas que presentan deterioro moderado para restaurar la superficie.
- ✓ Rehabilitación profunda: Sustituir completamente las capas dañadas del pavimento en los sectores donde el daño es grave, asegurando la recuperación estructural.
- ✓ Reconstrucción integral: Para tramos con un índice PCI crítico, se recomienda la renovación total del pavimento, incluyendo la base y las capas superiores, para garantizar su funcionalidad a largo plazo.

9. Elaboración del Informe Técnico

Se prepara un informe que incluye:

- ✓ Detalle de la metodología empleada.
- ✓ Resultados del análisis con gráficos, tablas y fotografías.
- ✓ Mapas georreferenciados que muestran las zonas evaluadas y su condición.
- ✓ Recomendaciones técnicas para el mantenimiento y rehabilitación.



3.8.2 Procesamiento de datos

Los datos recolectados se organizan en tablas que reflejan los diferentes tipos de deterioros. Luego, un software especializado realiza cálculos automáticos y crea representaciones gráficas, incluidos diagramas de barras. Se aplican métodos estadísticos rigurosos que aseguran la confiabilidad del análisis, presentando la información de manera clara y accesible para apoyar la toma de decisiones en el mantenimiento vial.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados.

4.1.1 Tipos de fallas y su grado de severidad en pavimentos flexibles mediante inspección visual.

Para la identificación de los daños y su nivel de severidad en el pavimento, se llevaron a cabo inspecciones visuales, permitiendo clasificar los deterioros según su tipo y grado de afectación. Los resultados de este análisis se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 3

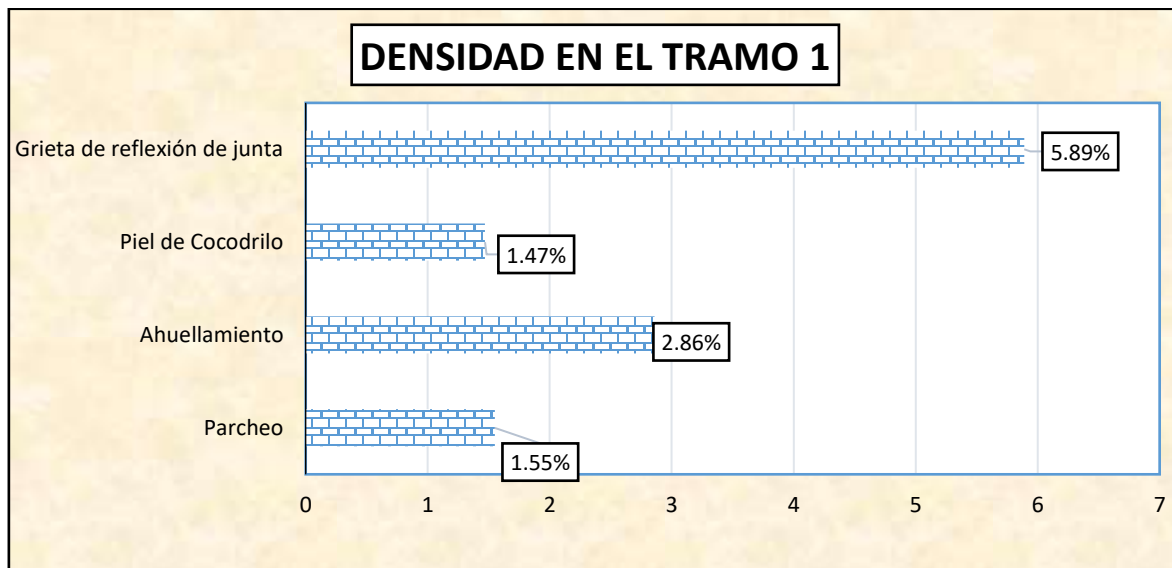
Tipos de falla y severidad en tramo 1, Progresiva 0+177.00 - 0+212.40.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Parcheo	Alta	1.55%
Ahuellamiento	Media	2.86%
Piel de Cocodrilo	Alta	1.47%
Grieta de reflexión de junta	Baja	5.89%

Se muestra los tipos de fallas en el tramo 1, indicando su severidad y densidad porcentual. La "Grieta de reflexión de junta" presenta la mayor densidad (5.89%) con severidad baja, mientras que las fallas con severidad alta, como "Parcheo" y "Piel de Cocodrilo", tienen densidades menores.

Figura 3

Densidad de fallas en el tramo 1.



Se muestra la densidad de fallas en el tramo 1, representando porcentualmente los tipos de deterioro del pavimento. Se observa que la "Grieta de reflexión de junta" presenta la mayor densidad (5.89%), seguida del "Ahuellamiento" (2.86%), mientras que las fallas menores corresponden a "Parcheo" (1.55%) y "Piel de Cocodrilo" (1.47%).

Tabla 4

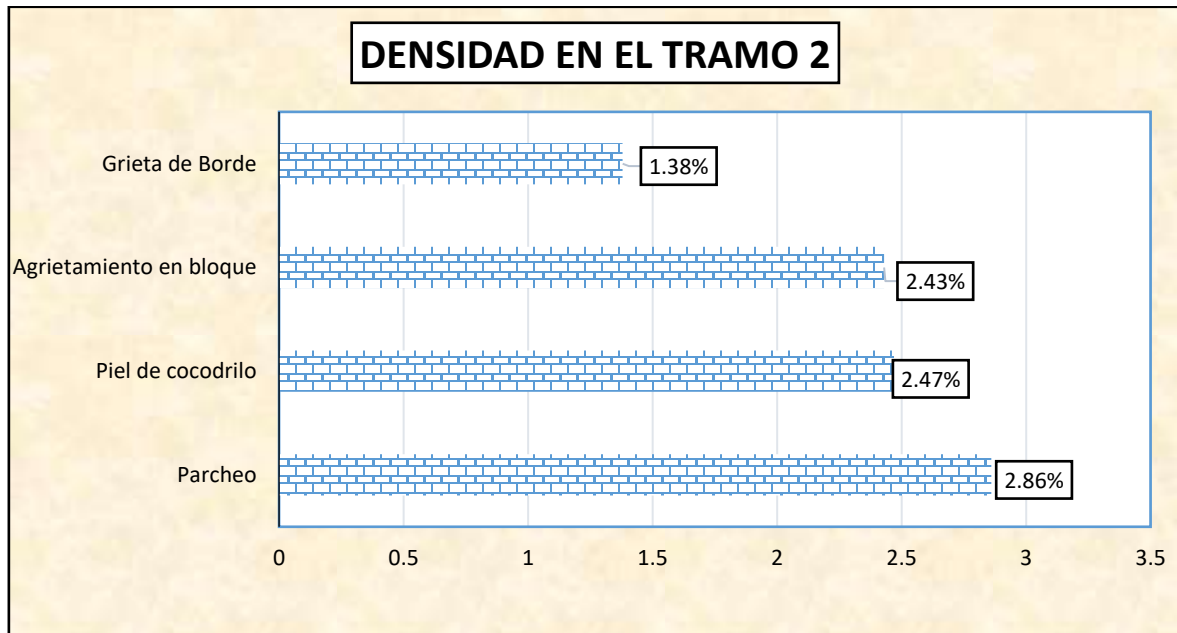
Tipos de falla y severidad en tramo 2, Progresiva 0+389.40 - 0+424.80.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Parcheo	Alta	2.86%
Piel de cocodrilo	Media	2.47%
Agrietamiento en bloque	Media	2.43%
Grieta de Borde	Alta	1.38%

Se presenta los tipos de fallas en el tramo 2, especificando su severidad y densidad porcentual. Se observa que el "Parcheo" tiene la mayor densidad (2.86%) con severidad alta, mientras que la "Grieta de Borde", también de alta severidad, muestra la menor densidad (1.38%). Estos datos permiten evaluar el deterioro del pavimento y definir estrategias de mantenimiento.

Figura 4

Densidad de los daños en el tramo 2.



Se presenta la densidad de daños en el tramo 2, donde el "Parcheo" muestra la mayor afectación (2.86%), seguido de la "Piel de cocodrilo" (2.47%) y el "Agrietamiento en bloque" (2.43%). La menor densidad corresponde a la "Grieta de Borde" con 1.38%.

Tabla 5

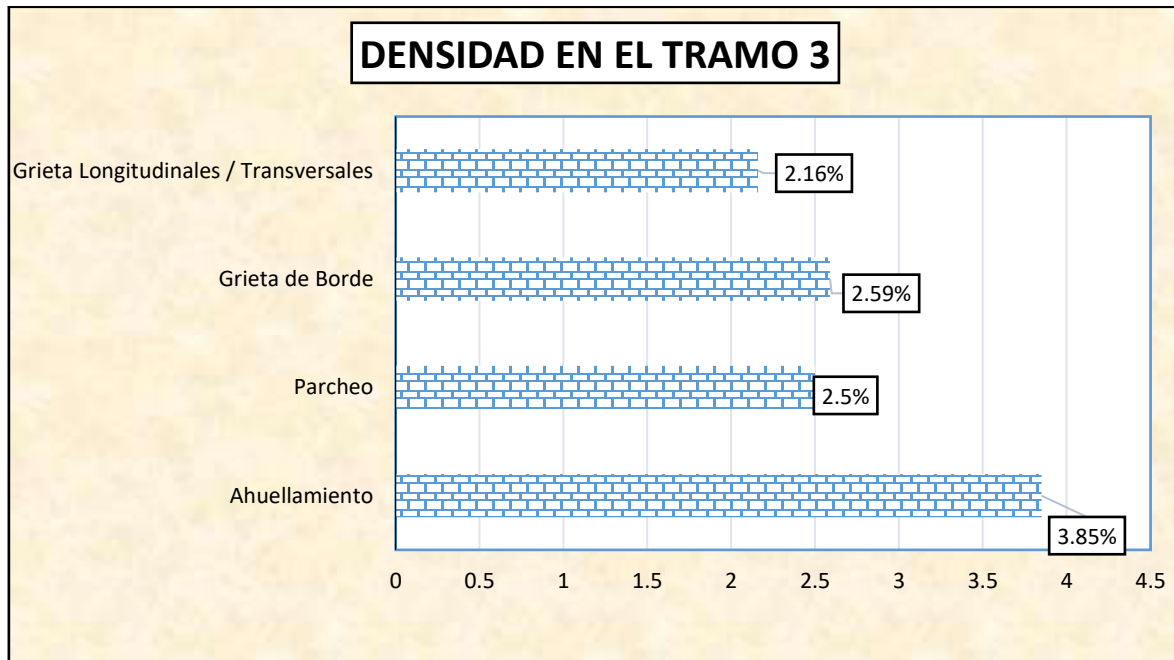
Tipos de falla y severidad en tramo 3, Progresiva 0+601.80 - 0+637.20.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Ahuellamiento	Alta	3.85%
Parcheo	Media	2.50%
Grieta de Borde	Baja	2.59%
Grieta Longitudinales / Transversales	Baja	2.16%

Se muestra los tipos de fallas en el tramo 3, indicando su severidad y densidad porcentual. Se observa que el "Ahuellamiento" presenta la mayor densidad (3.85%) con severidad alta, mientras que las "Grietas Longitudinales/Transversales" tienen menor densidad (2.16%) con severidad baja. Estos resultados permiten analizar el estado del pavimento y planificar acciones de mantenimiento adecuadas.

Figura 5

Densidad de los daños en el tramo 3.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 3, donde el "Ahuellamiento" presenta la mayor afectación (3.85%), seguido de la "Grieta de Borde" (2.59%) y el "Parcheo" (2.5%). La menor densidad corresponde a las "Grietas Longitudinales/Transversales" con 2.16%.

Tabla 6

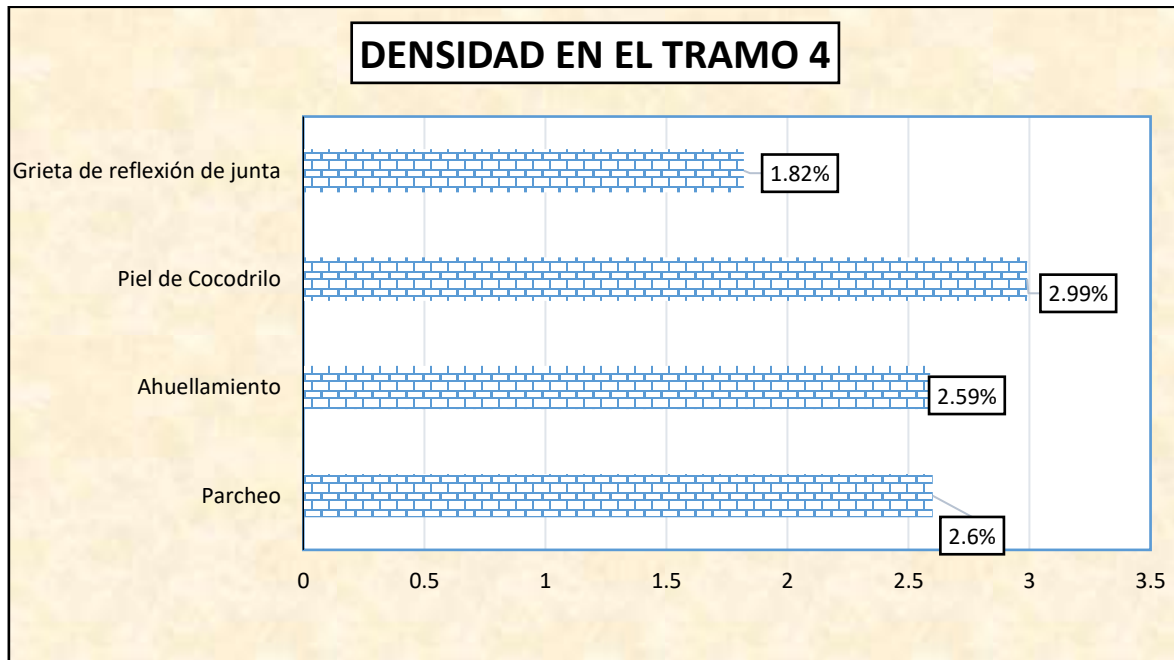
Tipos de falla y severidad en tramo 4, Progresiva 0+814.20 - 0+849.60.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Parcheo	Alta	2.60%
Ahuellamiento	Media	2.59%
Piel de Cocodrilo	Baja	2.99%
Grieta de reflexión de junta	Baja	1.82%

Se presenta los tipos de fallas en el tramo 4, detallando su severidad y densidad porcentual. La "Piel de Cocodrilo" muestra la mayor densidad (2.99%) con severidad baja, mientras que el "Parcheo", con severidad alta, tiene una densidad de 2.60%. Estos datos permiten evaluar el estado del pavimento y definir estrategias de mantenimiento adecuadas.

Figura 6

Densidad de los daños en el tramo 4.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 4, donde la "Piel de Cocodrilo" presenta la mayor afectación (2.99%), seguida del "Parcheo" (2.6%) y el "Ahuellamiento" (2.59%). La menor densidad corresponde a la "Grieta de reflexión de junta" con 1.82%.

Tabla 7

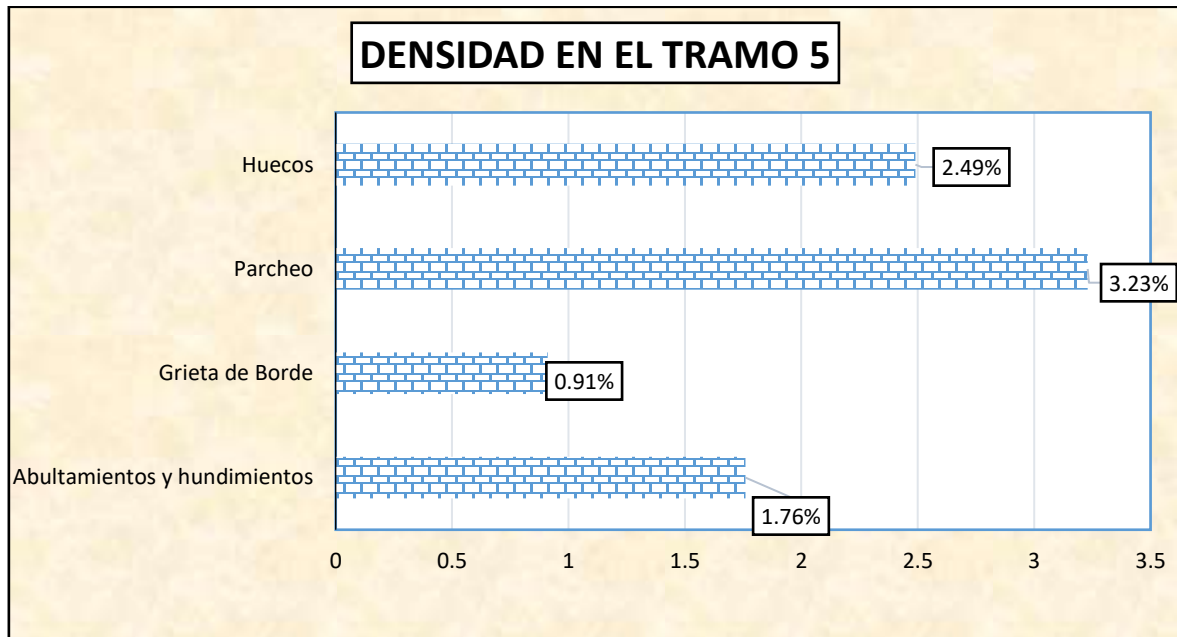
Tipos de falla y severidad en tramo 5, Progresiva 1+026.60 - 1+062.00.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Abultamientos y hundimientos	Media	1.76%
Grieta de Borde	Alta	0.91%
Parcheo	Alta	3.23%
Huecos	Media	2.49%

Se presenta los tipos de fallas en el tramo 5, indicando su severidad y densidad porcentual. Se observa que el "Parcheo" tiene la mayor densidad (3.23%) con severidad alta, mientras que la "Grieta de Borde", también de alta severidad, muestra la menor densidad (0.91%). Estos datos permiten evaluar el deterioro del pavimento y planificar intervenciones de mantenimiento.

Figura 7

Densidad de los daños en el tramo 5.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 5, donde el "Parcheo" presenta la mayor afectación (3.23%), seguido de los "Huecos" (2.49%) y los "Abultamientos y hundimientos" (1.76%). La menor densidad corresponde a la "Grieta de Borde" con 0.91%.

Tabla 8

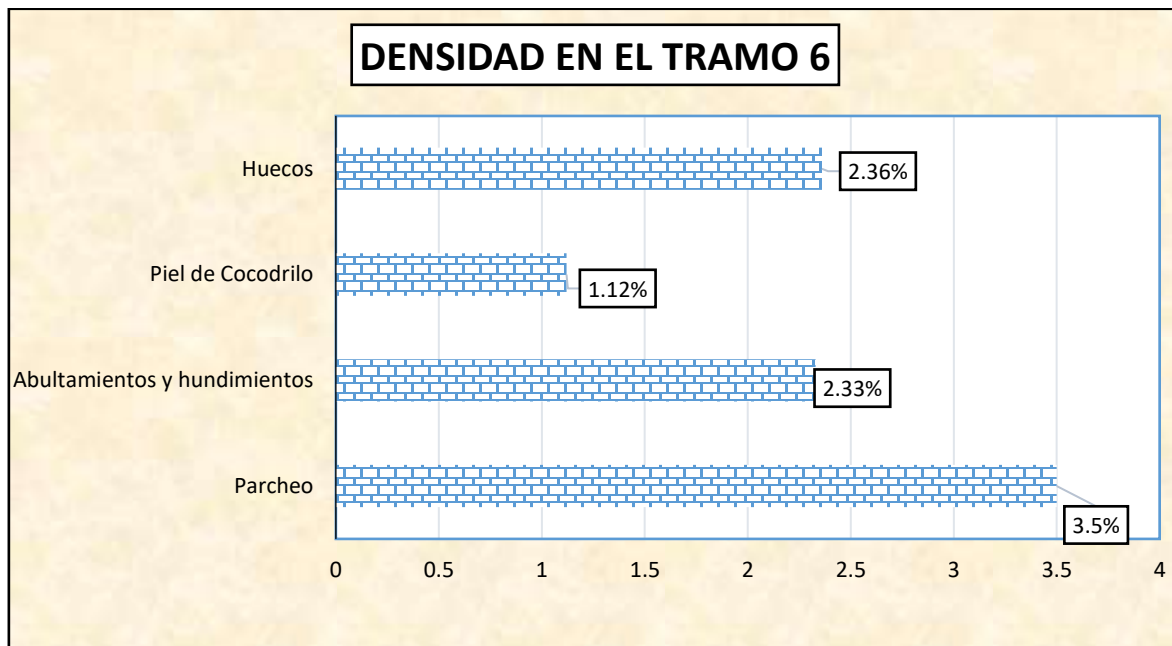
Tipos de falla y severidad en tramo 6, Progresiva 1+239.00 - 1+274.40.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Parcheo	Alta	3.50%
Abultamientos y hundimientos	Media	2.33%
Piel de Cocodrilo	Media	1.12%
Huecos	Baja	2.36%

Se presenta los tipos de fallas en el tramo 6, detallando su severidad y densidad porcentual. Se observa que el "Parcheo" tiene la mayor densidad (3.50%) con severidad alta, mientras que la "Piel de Cocodrilo" presenta la menor densidad (1.12%) con severidad media.

Figura 8

Densidad de los daños en el tramo 6.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 6, donde el "Parcheo" presenta la mayor afectación (3.5%), seguido de los "Huecos" (2.36%) y los "Abultamientos y hundimientos" (2.33%). La menor densidad corresponde a la "Piel de Cocodrilo" con 1.12%.

Tabla 9

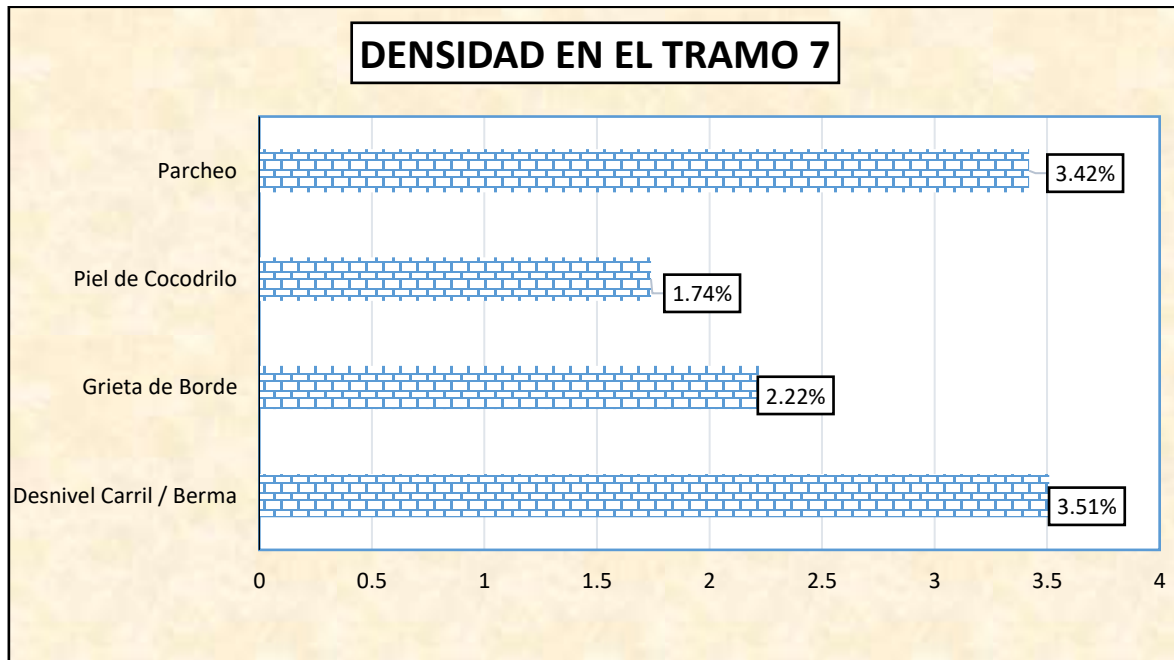
Tipos de falla y severidad en tramo 7, Progresiva 1+451.40 - 1+486.80.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Desnivel Carril / Berma	Alta	3.51%
Grieta de Borde	Media	2.22%
Piel de Cocodrilo	Media	1.74%
Parcheo	Alta	3.42%

Se muestra los tipos de daños en el tramo 7, especificando su severidad y densidad porcentual. Se observa que el "Desnivel Carril/Berma" presenta la mayor densidad (3.51%) con severidad alta, seguido del "Parcheo" con 3.42%, mientras que la "Piel de Cocodrilo" tiene la menor densidad (1.74%) con severidad media. Estos datos permiten evaluar el deterioro del pavimento y definir estrategias de mantenimiento.

Figura 9

Densidad de los daños en el tramo 7.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 7, donde el "Desnivel Carril/Berma" presenta la mayor afectación (3.51%), seguido del "Parcheo" (3.42%) y la "Grieta de Borde" (2.22%). La menor densidad corresponde a la "Piel de Cocodrilo" con 1.74%.

Tabla 10

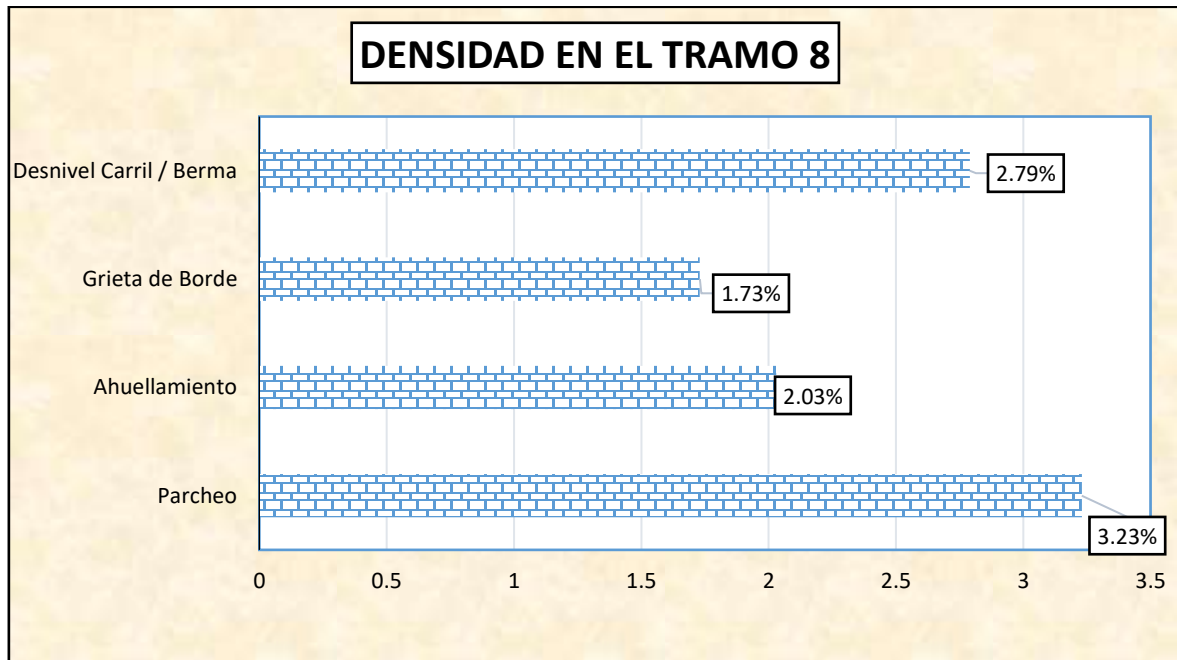
Tipos de falla y severidad en tramo 8, Progresiva 1+663.80 - 1+699.20.

Tipo de daños	Severidad	Densidad (%)
Parcheo	Alta	3.23%
Ahuellamiento	Media	2.03%
Grieta de Borde	Media	1.73%
Desnivel Carril / Berma	Alta	2.79%

Se presenta los tipos de daños en el tramo 8, detallando su severidad y densidad porcentual. Se observa que el "Parcheo" tiene la mayor densidad (3.23%) con severidad alta, seguido del "Desnivel Carril/Berma" con 2.79%, mientras que la "Grieta de Borde" muestra la menor densidad (1.73%) con severidad media. Estos datos permiten evaluar el estado del pavimento y planificar intervenciones de mantenimiento.

Figura 10

Densidad de los daños en el tramo 8.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 8, donde el "Parcheo" presenta la mayor afectación (3.23%), seguido del "Desnivel Carril/Berma" (2.79%) y el "Ahuellamiento" (2.03%). La menor densidad corresponde a la "Grieta de Borde" con 1.73%.

Tabla 11

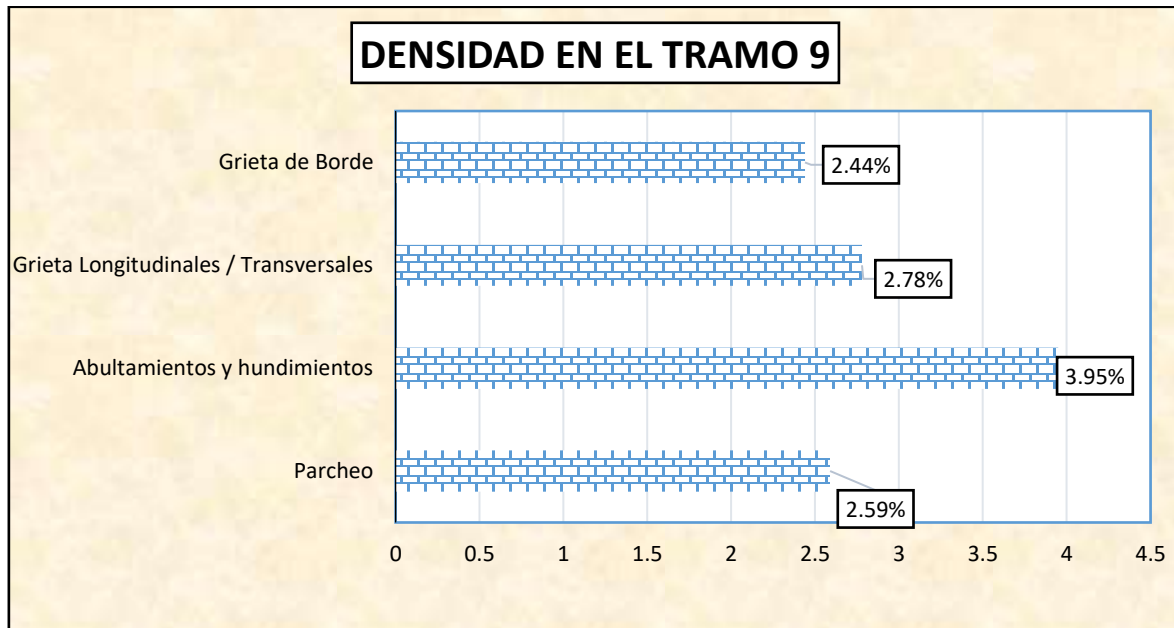
Tipos de falla y severidad en tramo 9, Progresiva 1+876.20 - 1+911.60.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Parcheo	Media	2.59%
Abultamientos y hundimientos	Alta	3.95%
Grieta Longitudinales / Transversales	Media	2.78%
Grieta de Borde	Baja	2.44%

Se muestra los tipos de daños en el tramo 9, especificando su severidad y densidad porcentual. Se observa que los "Abultamientos y hundimientos" presentan la mayor densidad (3.95%) con severidad alta, mientras que la "Grieta de Borde" tiene la menor densidad (2.44%) con severidad baja. Estos datos permiten evaluar el estado del pavimento y definir estrategias de mantenimiento adecuadas.

Figura 11

Densidad de los daños en el tramo 9.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 9, donde los "Abultamientos y hundimientos" presentan la mayor afectación (3.95%), seguidos de las "Grietas Longitudinales/Transversales" (2.78%) y el "Parcheo" (2.59%). La menor densidad corresponde a la "Grieta de Borde" con 2.44%.

Tabla 12

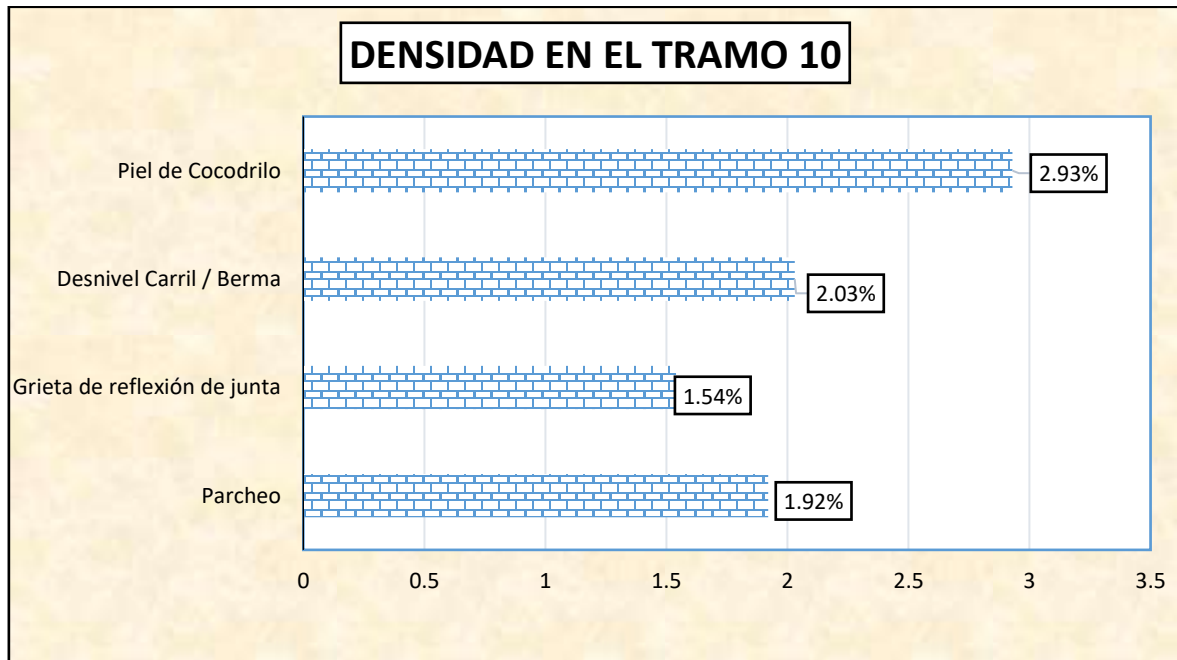
Tipos de falla y severidad en tramo 10, Progresiva 2+088.60 - 2+124.00.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Parcheo	Media	1.92%
Grieta de reflexión de junta	Media	1.54%
Desnivel Carril / Berma	Alta	2.03%
Piel de Cocodrilo	Media	2.93%

Se presenta los tipos de daños en el tramo 10, especificando su severidad y densidad porcentual. Se observa que la "Piel de Cocodrilo" tiene la mayor densidad (2.93%) con severidad media, mientras que la "Grieta de reflexión de junta" presenta la menor densidad (1.54%) con la misma severidad.

Figura 12

Densidad de los daños en el tramo 10.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 10, donde la "Piel de Cocodrilo" presenta la mayor afectación (2.93%), seguida del "Desnivel Carril/Berma" (2.03%) y el "Parcheo" (1.92%). La menor densidad corresponde a la "Grieta de reflexión de junta" con 1.54%.

Tabla 13

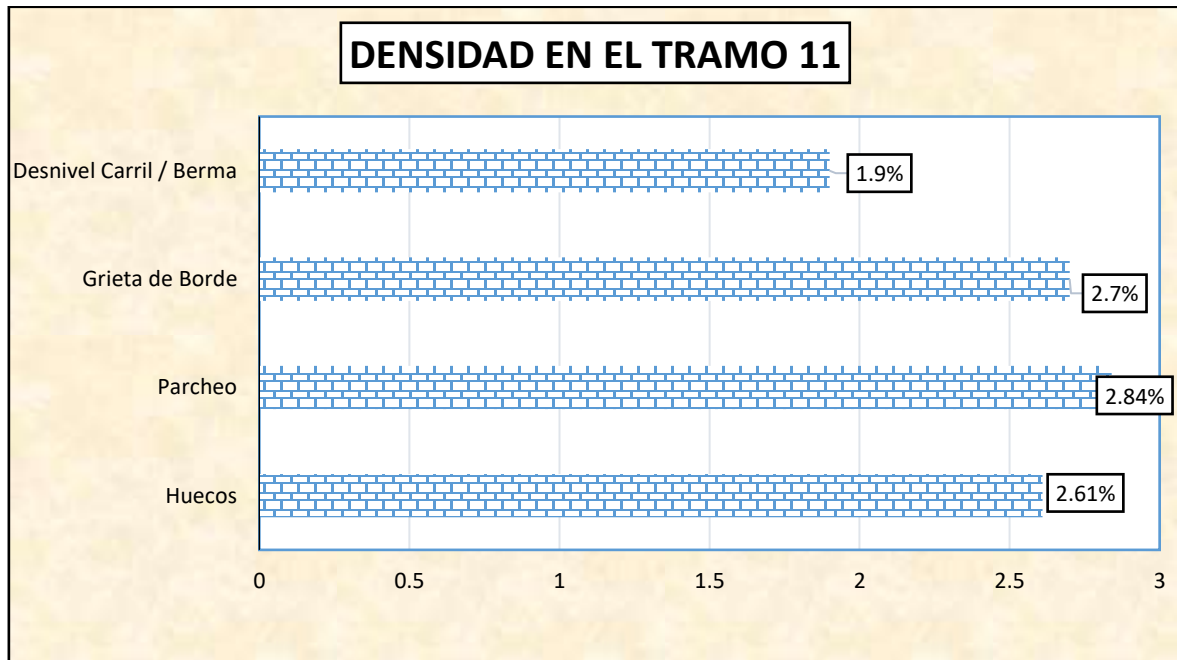
Tipos de falla y severidad en tramo 11, Progresiva 2+301.00 - 2+336.40.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Huecos	Baja	2.61%
Parcheo	Alta	2.84%
Grieta de Borde	Media	2.70%
Desnivel Carril / Berma	Media	1.90%

Se muestra los tipos de daños en el tramo 11, especificando su severidad y densidad porcentual. Se observa que el "Parcheo" tiene la mayor densidad (2.84%) con severidad alta, mientras que el "Desnivel Carril/Berma" presenta la menor densidad (1.90%) con severidad media. Estos datos permiten evaluar el deterioro del pavimento y definir estrategias de mantenimiento adecuadas.

Figura 13

Densidad de los daños en el tramo 11.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 11, donde el "Parcheo" presenta la mayor afectación (2.84%), seguido de la "Grieta de Borde" (2.7%) y los "Huecos" (2.61%). La menor densidad corresponde al "Desnivel Carril/Berma" con 1.9%.

Tabla 14

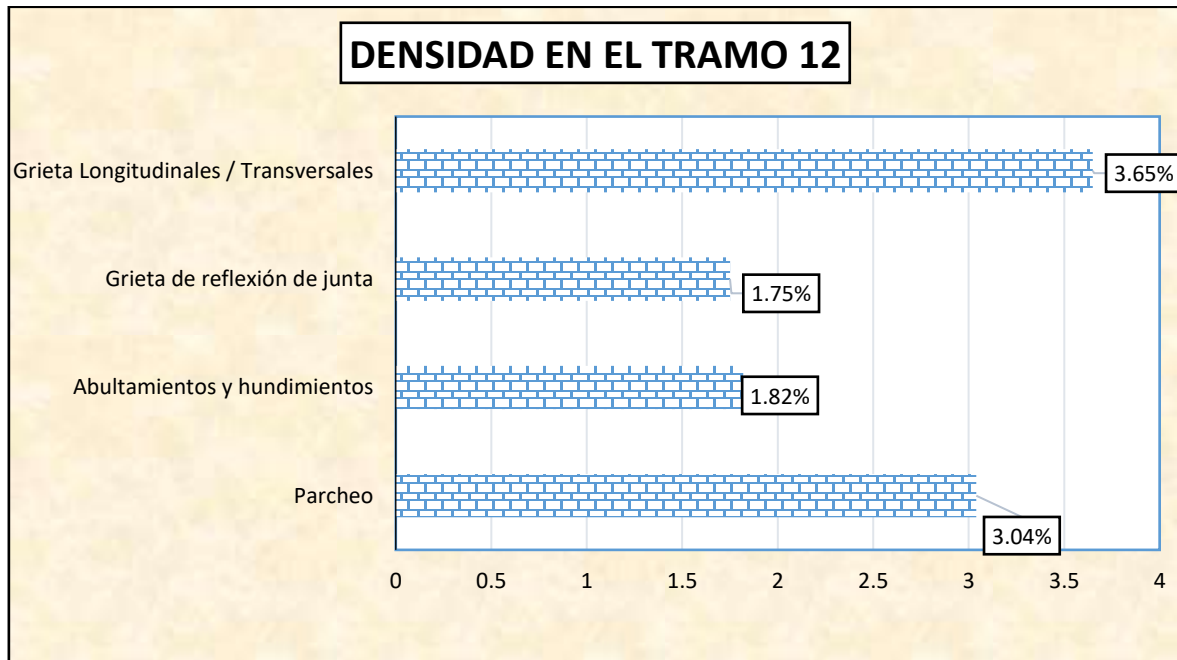
Tipos de falla y severidad en tramo 12, Progresiva 2+513.40 - 2+548.80.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Parcheo	Media	3.04%
Abultamientos y hundimientos	Alta	1.82%
Grieta de reflexión de junta	Baja	1.75%
Grieta Longitudinales / Transversales	Media	3.65%

Se presenta los tipos de daños en el tramo 12, especificando su severidad y densidad porcentual. Se observa que las "Grietas Longitudinales/Transversales" tienen la mayor densidad (3.65%) con severidad media, mientras que la "Grieta de reflexión de junta" presenta la menor densidad (1.75%) con severidad baja. Estos datos permiten evaluar el estado del pavimento y definir estrategias de mantenimiento adecuadas.

Figura 14

Densidad de los daños en el tramo 12.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 12, donde las "Grietas Longitudinales/Transversales" presentan la mayor afectación (3.65%), seguidas del "Parcheo" (3.04%). Las menores densidades corresponden a los "Abultamientos y hundimientos" (1.82%) y la "Grieta de reflexión de junta" (1.75%).

Tabla 15

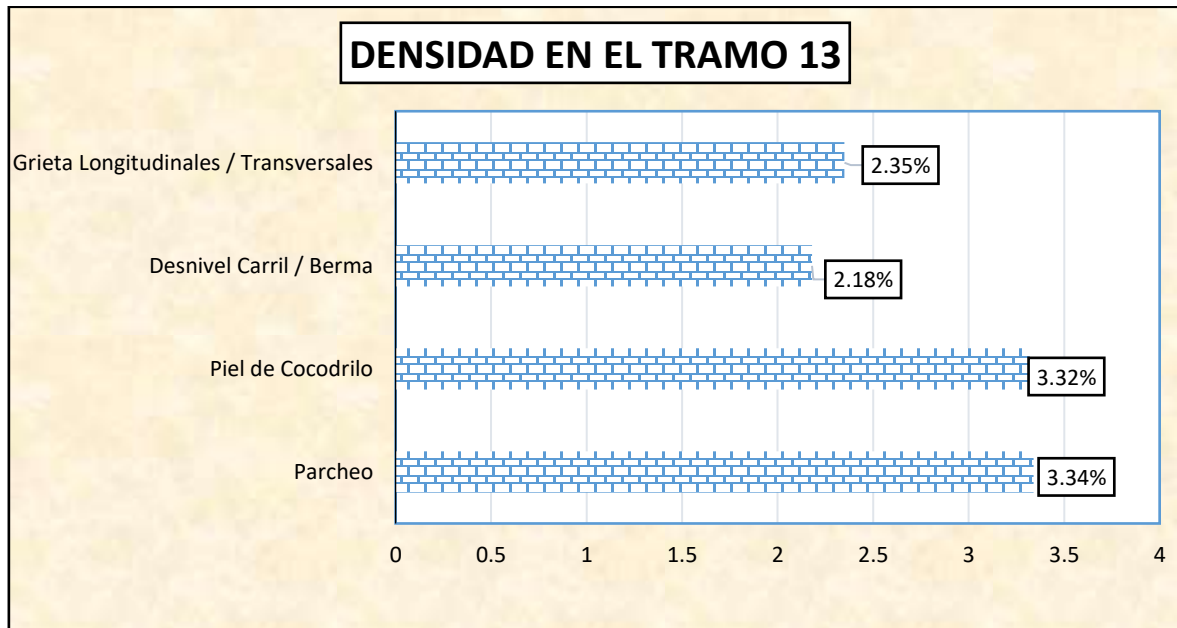
Tipos de falla y severidad en tramo 13, Progresiva 2+725.80 - 2+761.20.

Tipo de fallas	Severidad	Densidad (%)
Parcheo	Media	3.34%
Piel de Cocodrilo	Bajo	3.32%
Desnivel Carril / Berma	Alta	2.18%
Grieta Longitudinales / Transversales	Baja	2.35%

Se presenta los tipos de daños en el tramo 13, indicando su severidad y densidad porcentual. Se observa que el "Parcheo" tiene la mayor densidad (3.34%) con severidad media, seguido de la "Piel de Cocodrilo" con 3.32% y severidad baja, mientras que el "Desnivel Carril/Berma" presenta la menor densidad (2.18%) con severidad alta.

Figura 15

Densidad de los daños en el tramo 13.



Se muestra la densidad de daños en el tramo 13, donde el "Parcheo" presenta la mayor afectación (3.34%), seguido de la "Piel de Cocodrilo" (3.32%). Las menores densidades corresponden a las "Grietas Longitudinales/Transversales" (2.35%) y el "Desnivel Carril/Berma" (2.18%).

Tabla 16

Conteo total de cada tipo de falla identificada en los 13 tramos evaluados.

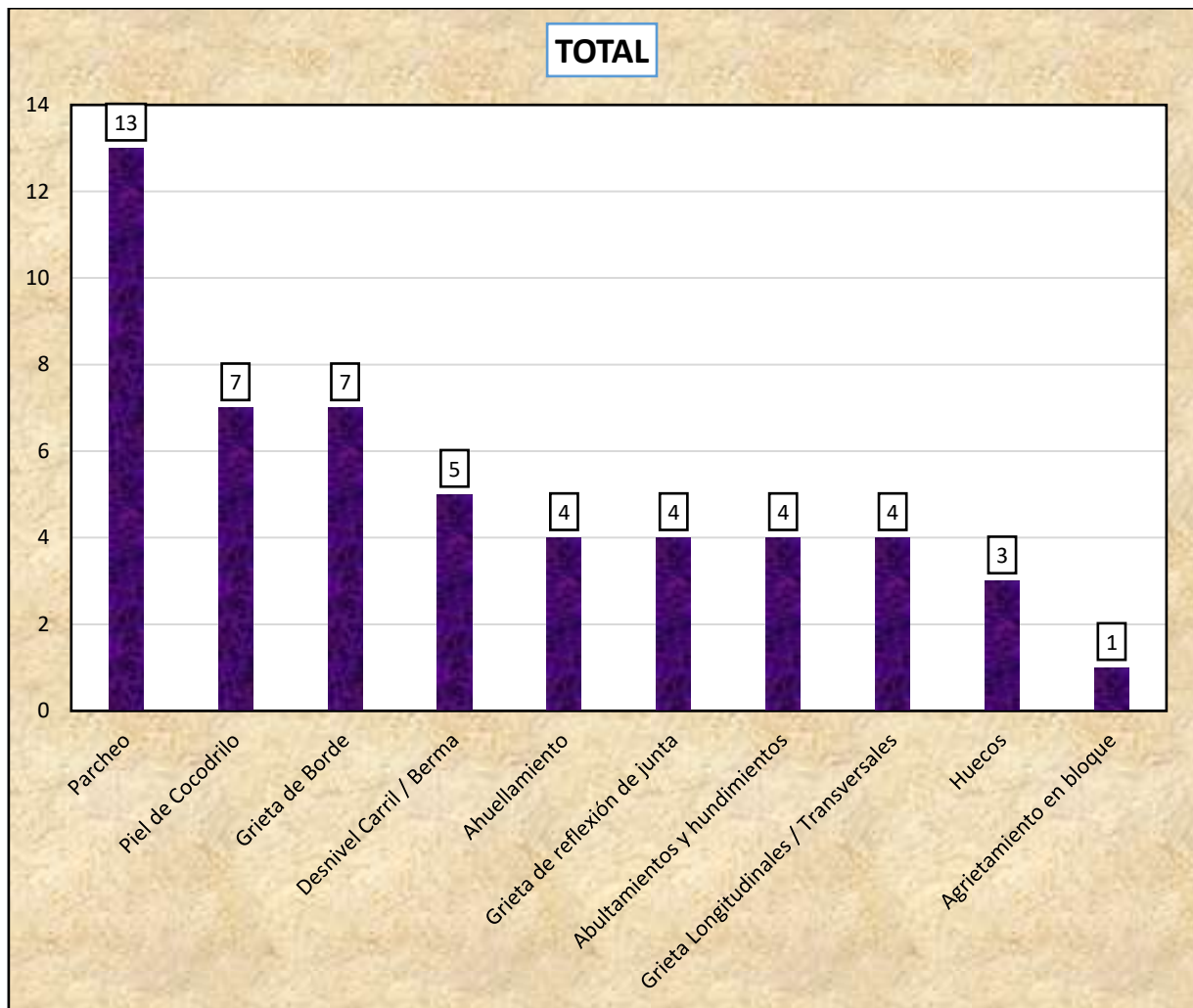
Tipo de Falla	Cantidad de Tramos donde Aparece
Parcheo	13
Piel de Cocodrilo	7
Grieta de Borde	7
Desnivel Carril / Berma	5
Ahuellamiento	4
Grieta de reflexión de junta	4
Abultamientos y hundimientos	4
Grieta Longitudinales / Transversales	4
Huecos	3
Agrietamiento en bloque	1

En la evaluación de los 13 tramos analizados, se identificaron diversas fallas superficiales en el pavimento, siendo el parcheo la más frecuente, presente en todos los tramos. Otras

fallas recurrentes incluyen piel de cocodrilo, grietas de borde y desnivel de carril o berma, lo que evidencia un deterioro generalizado de la estructura vial.

Figura 16

Numero de total de fallas encontradas en la vía analizada.



En la evaluación de los 13 tramos analizados, se observó que la falla con mayor número de ocurrencias es el parcheo, lo que indica que predomina en la vía estudiada. Esta alta frecuencia de parcheo evidencia un mantenimiento recurrente y la necesidad de intervenciones más profundas para garantizar la durabilidad del pavimento.

4.1.2 Resultados sobre la condición superficial de las vías según los resultados obtenidos mediante el índice PCI.

Tabla 17

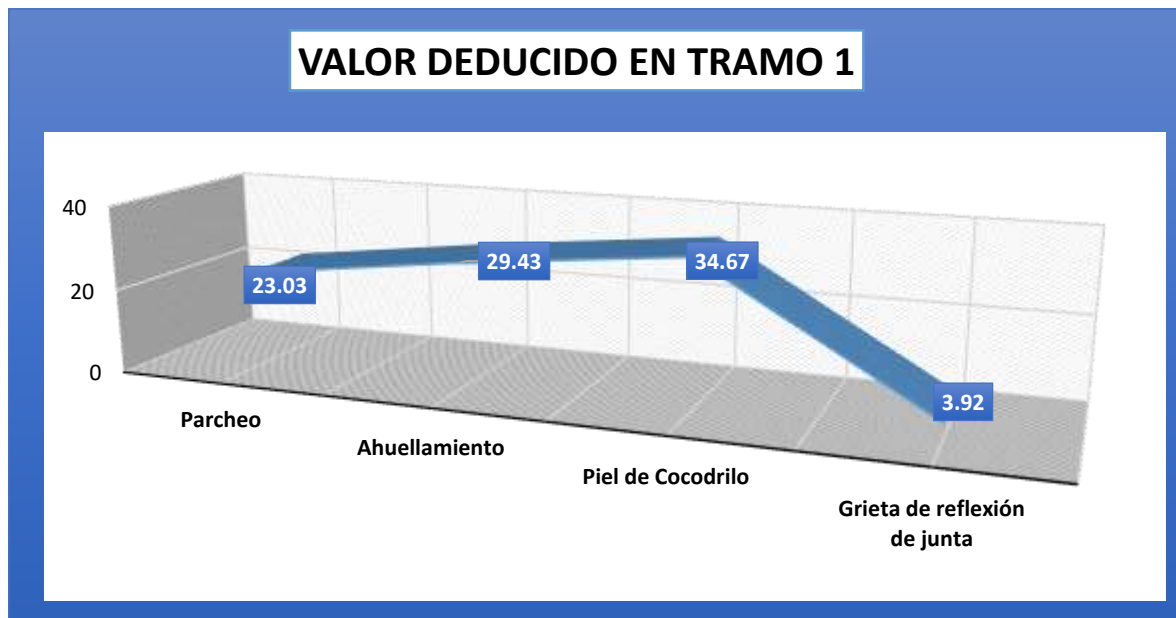
Nivel de condición en tramo 1, Progresiva 0+177.00 - 0+212.40.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Parcheo	23.03	44
Ahuellamiento	29.43	
Piel de Cocodrilo	34.67	
Grieta de reflexión de junta	3.92	

Se presenta (PCI) del tramo 1, destacando que la "Piel de Cocodrilo" tiene el mayor valor deducido (34.67) y la "Grieta de reflexión de junta" el menor (3.92). El PCI es 44, que es regular.

Figura 17

Valor deducido en el tramo 1.



Se muestra el valor deducido en el tramo 1, donde la "Piel de Cocodrilo" presenta el mayor valor (34.67), seguida del "Ahuellamiento" (29.43) y el "Parcheo" (23.03). El menor valor corresponde a la "Grieta de reflexión de junta" con 3.92.

Tabla 18

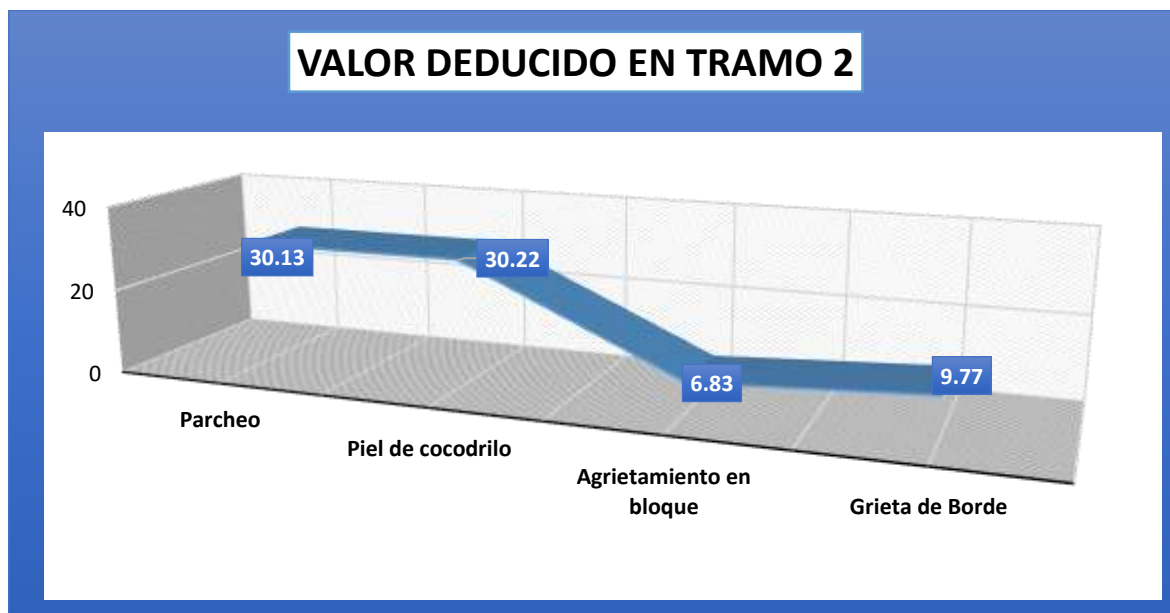
Nivel de condición en tramo 2, Progresiva 0+389.40 - 0+424.80.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Parqueo	30.13	53
Piel de cocodrilo	30.22	
Agrietamiento en bloque	6.83	
Grieta de Borde	9.77	

Se presenta el nivel de condición del tramo 2 mediante (PCI) y los valores deducidos para cada tipo de daño. Se observa que la "Piel de Cocodrilo" y el "Parqueo" tienen los mayores valores deducidos (30.22 y 30.13, respectivamente), mientras que el "Agrietamiento en bloque" presenta el menor (6.83). El PCI obtenido es 53, indicando una condición regular del pavimento y la necesidad de mantenimiento.

Figura 18

Valor deducido en el tramo 2.



Se muestra el valor deducido en el tramo 2, donde la "Piel de Cocodrilo" presenta el mayor valor (30.22), seguida del "Parqueo" (30.13). Los menores valores corresponden a la "Grieta de Borde" (9.77) y el "Agrietamiento en Bloque" (6.83).

Tabla 19

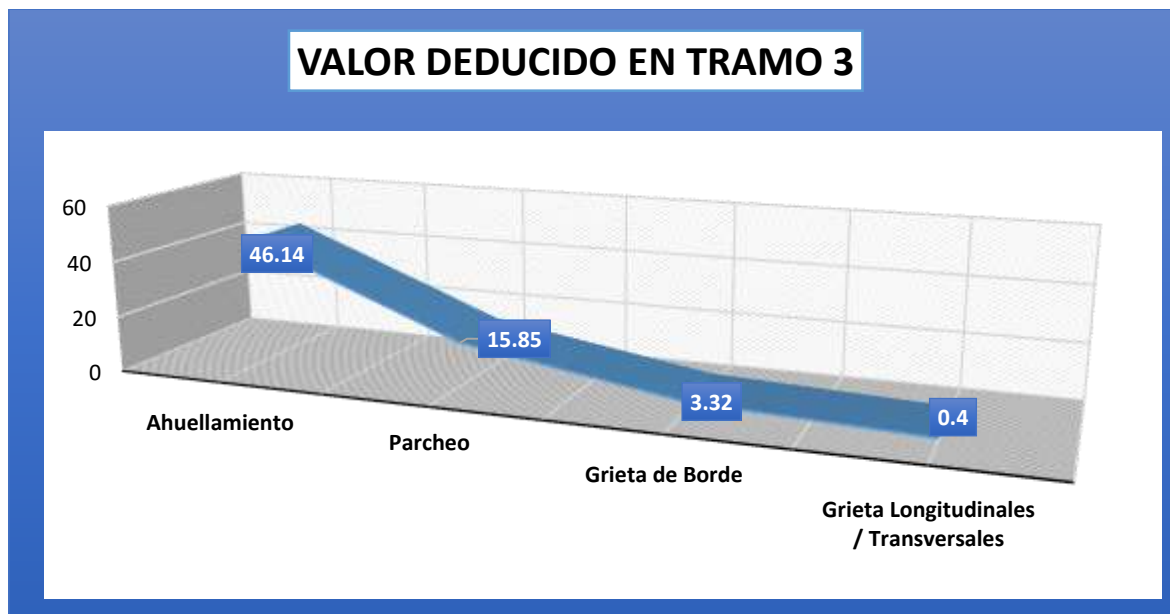
Nivel de condición en tramo 3, Progresiva 0+601.80 - 0+637.20.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Ahuellamiento	46.14	48
Parcheo	15.85	
Grieta de Borde	3.32	
Grieta Longitudinales / Transversales	0.4	

Se presenta el nivel de condición del tramo 3 mediante el (PCI) y los valores deducidos para cada tipo de daño. Se observa que el "Ahuellamiento" tiene el mayor valor deducido (46.14), mientras que las "Grietas Longitudinales/Transversales" presentan el menor (0.4). El PCI obtenido es 48, lo que indica una condición regular del pavimento y la necesidad de mantenimiento correctivo.

Figura 19

Valor deducido en el tramo 3.



Se muestra el valor deducido en el tramo 3, donde el "Ahuellamiento" presenta el mayor valor (46.14), seguido del "Parcheo" (15.85). Los menores valores corresponden a la "Grieta de Borde" (3.32) y las "Grietas Longitudinales/Transversales" (0.4%).

Tabla 20

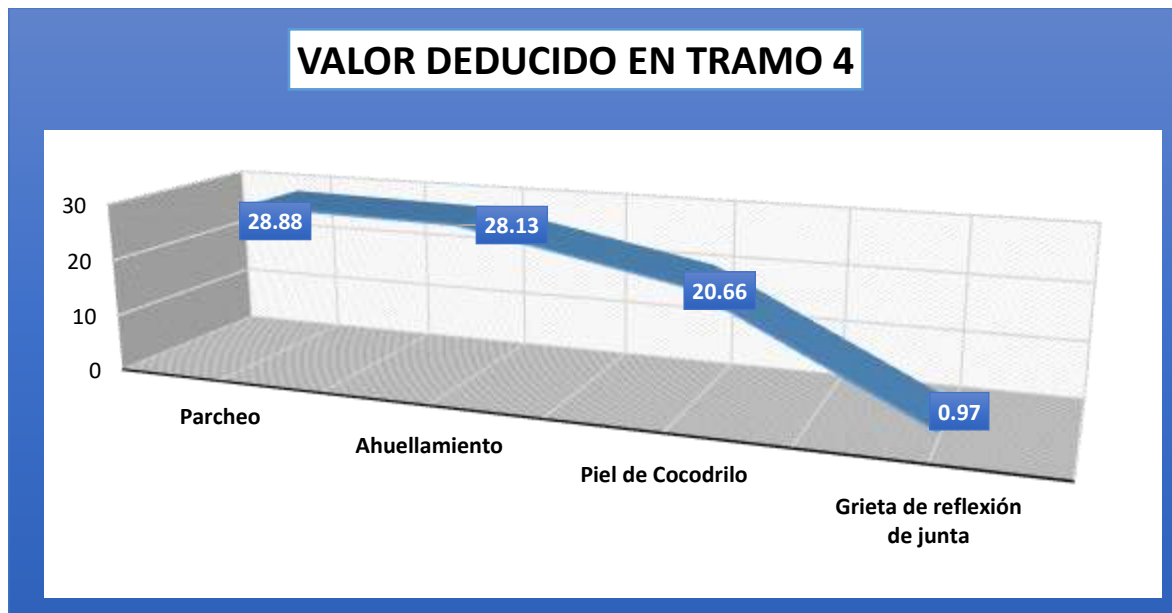
Nivel de condición en tramo 4, Progresiva 0+814.20 - 0+849.60.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Parcheo	28.88	50
Ahuellamiento	28.13	
Piel de Cocodrilo	20.66	
Grieta de reflexión de junta	0.97	

Se presenta el nivel de condición del tramo 4 mediante el (PCI) y los valores deducidos para cada tipo de daño. Se observa que el "Parcheo" y el "Ahuellamiento" tienen los mayores valores deducidos (28.88 y 28.13, respectivamente), mientras que la "Grieta de reflexión de junta" presenta el menor (0.97). El PCI obtenido es 50, indicando una condición regular del pavimento y la necesidad de mantenimiento preventivo.

Figura 20

Valor deducido en el tramo 4.



Se muestra el valor deducido en el tramo 4, donde el "Parcheo" presenta el mayor valor (28.88), seguido del "Ahuellamiento" (28.13) y la "Piel de Cocodrilo" (20.66). El menor valor corresponde a la "Grieta de reflexión de junta" con 0.97.

Tabla 21

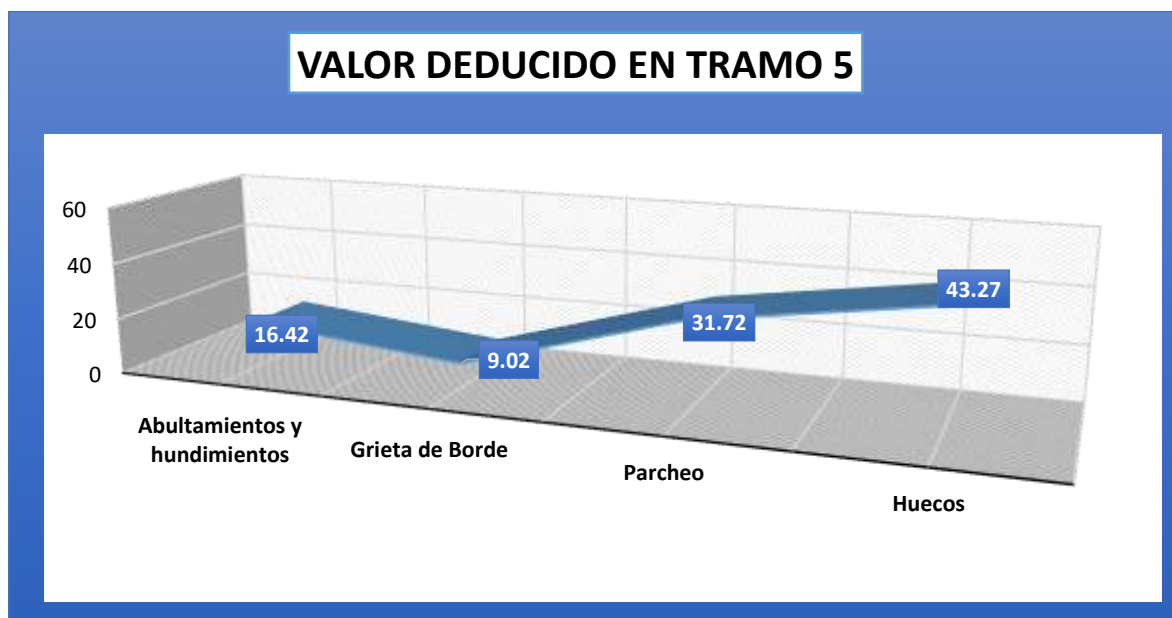
Nivel de condición en tramo 5, Progresiva 1+026.60 - 1+062.00.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Abultamientos y hundimientos	16.42	41
Grieta de Borde	9.02	
Parcheo	31.72	
Huecos	43.27	

Se muestra el nivel de condición del tramo 5 mediante el (PCI) y los valores deducidos para cada tipo de daño. Se observa que los "Huecos" presentan el mayor valor deducido (43.27), mientras que la "Grieta de Borde" tiene el menor (9.02). El PCI obtenido es 41, lo que indica una condición regular a deficiente del pavimento y la necesidad de intervenciones de mantenimiento correctivo.

Figura 21

Valor deducido en el tramo 5.



Se muestra el valor deducido en el tramo 5, donde los "Huecos" presentan el mayor valor (43.27), seguidos del "Parcheo" (31.72). Los menores valores corresponden a los "Abultamientos y hundimientos" (16.42) y la "Grieta de Borde" (9.02).

Tabla 22

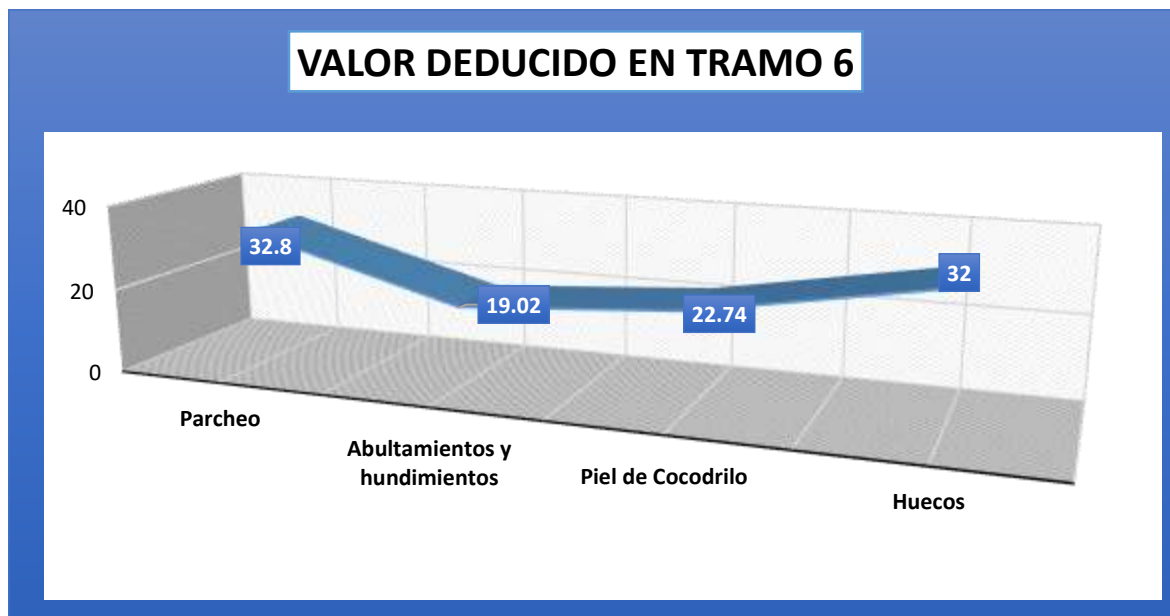
Nivel de condición en tramo 6, Progresiva 1+239.00 - 1+274.40.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Parcheo	32.8	40
Abultamientos y hundimientos	19.02	
Piel de Cocodrilo	22.74	
Huecos	32	

Se presenta el nivel de condición del tramo 6 mediante el (PCI) y los valores deducidos para cada tipo de daño. Se observa que el "Parcheo" tiene el mayor valor deducido (32.8), seguido de los "Huecos" con 32.0, mientras que los "Abultamientos y hundimientos" presentan el menor (19.02). El PCI obtenido es 40, lo que indica una condición regular a deficiente del pavimento, requiriendo mantenimiento correctivo.

Figura 22

Valor deducido en el tramo 6.



Se muestra el valor deducido en el tramo 6, donde el "Parcheo" presenta el mayor valor (32.8), seguido de los "Huecos" (32). Los menores valores corresponden a la "Piel de Cocodrilo" (22.74) y los "Abultamientos y hundimientos" (19.02).

Tabla 23

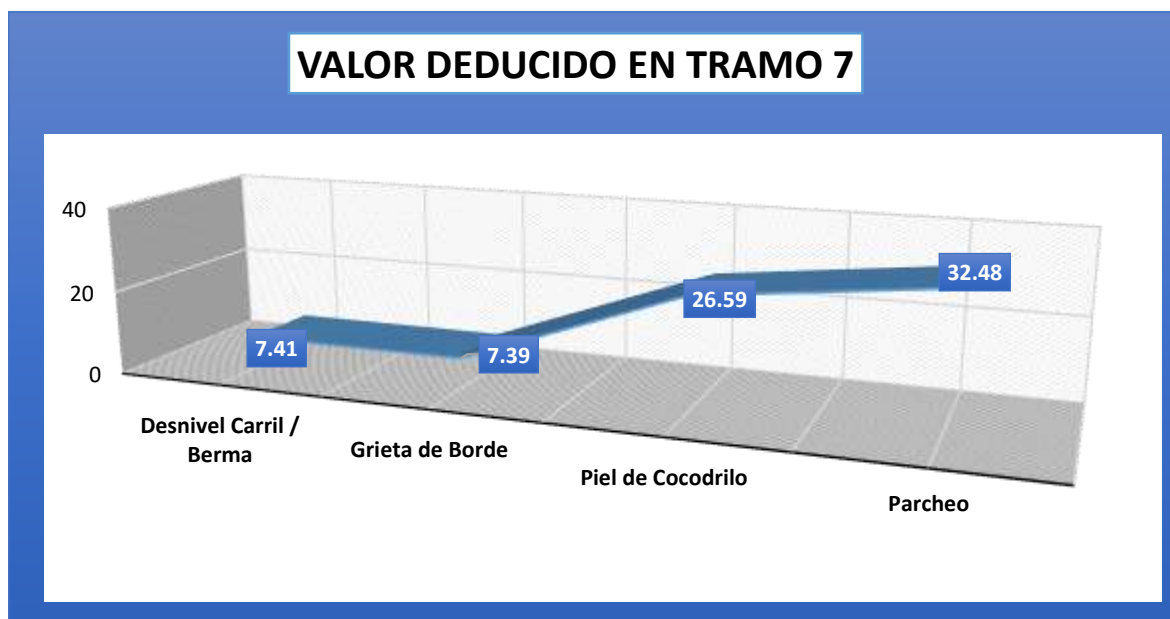
Nivel de condición en tramo 7, Progresiva 1+451.40 - 1+486.80.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Desnivel Carril / Berma	7.41	54
Grieta de Borde	7.39	
Piel de Cocodrilo	26.59	
Parcheo	32.48	

Se observa que el "Parcheo" presenta el mayor valor deducido (32.48), mientras que la "Grieta de Borde" tiene el menor (7.39). El PCI obtenido es 54, indicando una condición regular del pavimento y la necesidad de mantenimiento preventivo.

Figura 23

Valor deducido en el tramo 7.



Se muestra el valor deducido en el tramo 7, donde el "Parcheo" presenta el mayor valor (32.48), seguido de la "Piel de Cocodrilo" (26.59). Los menores valores corresponden al "Desnivel Carril/Berma" (7.41) y la "Grieta de Borde" (7.39).

Tabla 24

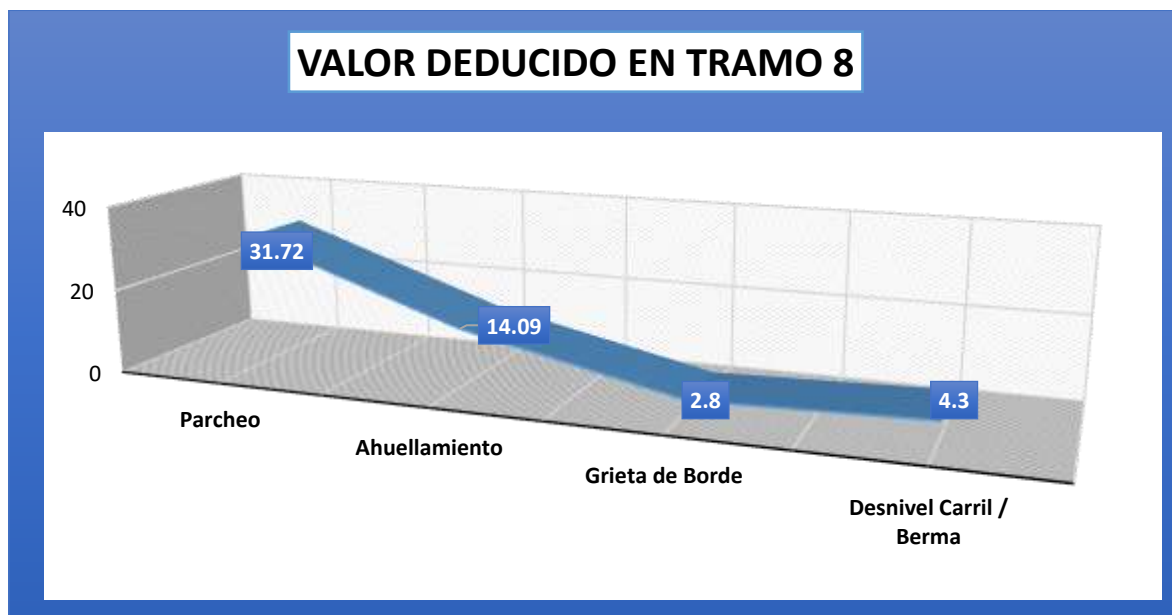
Nivel de condición en tramo 8, Progresiva 1+663.80 - 1+699.20.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Parcheo	31.72	62
Ahuellamiento	14.09	
Grieta de Borde	2.8	
Desnivel Carril / Berma	4.3	

Se presenta el nivel de condición del tramo 8 mediante el (PCI) y los valores deducidos para cada tipo de daño. Se observa que el "Parcheo" tiene el mayor valor deducido (31.72), mientras que la "Grieta de Borde" presenta el menor (2.8). El PCI obtenido es 62, indicando una condición aceptable del pavimento, con necesidad de mantenimiento preventivo.

Figura 24

Valor deducido en el tramo 8.



Se muestra el valor deducido en el tramo 8, donde el "Parcheo" presenta el mayor valor (31.72), seguido del "Ahuellamiento" (14.09). Los menores valores corresponden a la "Grieta de Borde" (2.8) y el "Desnivel Carril/Berma" (4.3).

Tabla 25

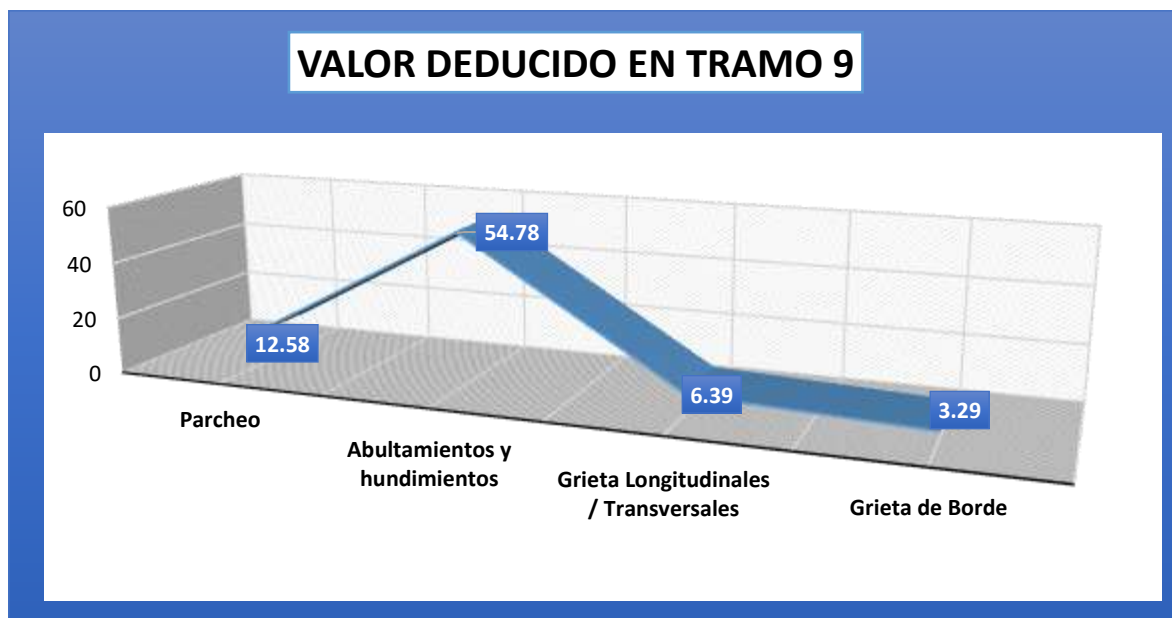
Nivel de condición en tramo 9, Progresiva 1+876.20 - 1+911.60.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Parcheo	12.58	39
Abultamientos y hundimientos	54.78	
Grieta Longitudinales / Transversales	6.39	
Grieta de Borde	3.29	

Se observa que los "Abultamientos y hundimientos" presentan el mayor valor deducido (54.78), mientras que la "Grieta de Borde" tiene el menor (3.29). El PCI obtenido es 39, lo que indica una condición deficiente del pavimento y la necesidad de mantenimiento correctivo urgente.

Figura 25

Valor deducido en el tramo 9.



Se muestra el VD en el tramo 9, donde los "Abultamientos y Hundimientos" presentan el mayor valor (54.78), seguidos del "Parcheo" (12.58). Los menores valores corresponden a las "Grietas Longitudinales/Transversales" (6.39) y la "Grieta de Borde" (3.29).

Tabla 26

Nivel de condición en tramo 10, Progresiva 2+088.60 - 2+124.00.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Parcheo	13.96	62
Grieta de reflexión de junta	3.52	
Desnivel Carril / Berma	7.02	
Piel de Cocodrilo	32.2	

Se observa que la "Piel de Cocodrilo" tiene el mayor valor deducido (32.2), mientras que la "Grieta de reflexión de junta" presenta el menor (3.52). El PCI obtenido es 62, indicando una condición aceptable del pavimento, con necesidad de mantenimiento preventivo.

Figura 26

Valor deducido en el tramo 10.



Se muestra el valor deducido en el tramo 10, donde la "Piel de Cocodrilo" presenta el mayor valor (32.2), seguida del "Parcheo" (13.96). Los menores valores corresponden al "Desnivel Carril/Berma" (7.02) y la "Grieta de reflexión de junta" (3.52).

Tabla 27

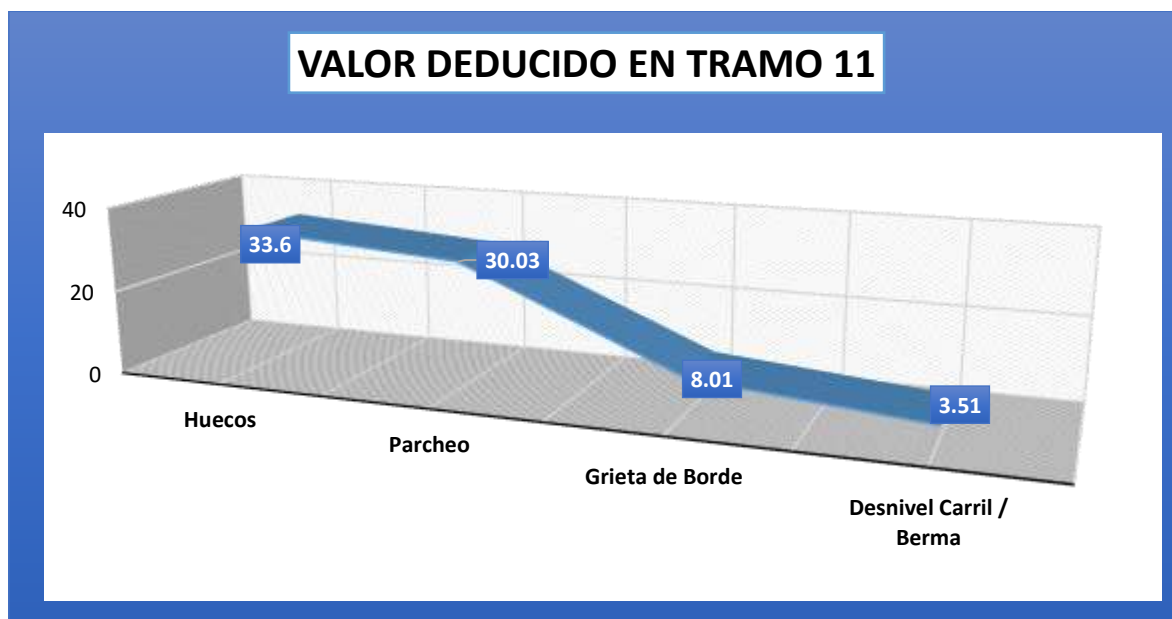
Nivel de condición en tramo 11, Progresiva 2+301.00 - 2+336.40.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Huecos	33.6	51
Parcheo	30.03	
Grieta de Borde	8.01	
Desnivel Carril / Berma	3.51	

Se observa que los "Huecos" presentan el mayor valor deducido (33.6), mientras que el "Desnivel Carril/Berma" tiene el menor (3.51). El PCI obtenido es 51, lo que indica una condición regular del pavimento, recomendando mantenimiento preventivo.

Figura 27

Valor deducido en el tramo 11.



Se muestra el valor deducido en el tramo 11, donde los "Huecos" presentan el mayor valor (33.6), seguidos del "Parcheo" (30.03). Los menores valores corresponden a la "Grieta de Borde" (8.01) y el "Desnivel Carril/Berma" (3.51).

Tabla 28

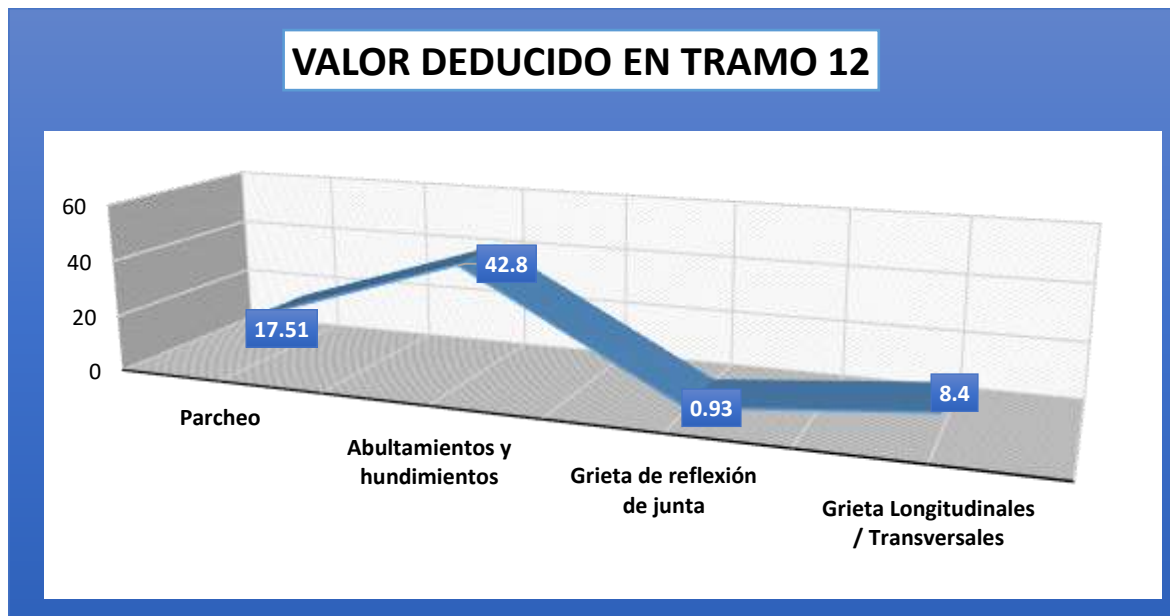
Nivel de condición en tramo 12, Progresiva 2+513.40 - 2+548.80.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Parcheo	17.51	51
Abultamientos y hundimientos	42.8	
Grieta de reflexión de junta	0.93	
Grieta Longitudinales / Transversales	8.4	

Se observa que los "Abultamientos y hundimientos" tienen el mayor valor deducido (42.8), mientras que la "Grieta de reflexión de junta" presenta el menor (0.93). El PCI obtenido es 51, indicando una condición regular del pavimento y la necesidad de mantenimiento preventivo.

Figura 28

Valor deducido en el tramo 12.



Se muestra el VD en el tramo 12, donde los "Abultamientos y Hundimientos" presentan el mayor valor (42.8), seguidos del "Parcheo" (17.51). Los menores valores corresponden a las "Grietas Longitudinales/Transversales" (8.4) y la "Grieta de reflexión de junta" (0.93).

Tabla 29

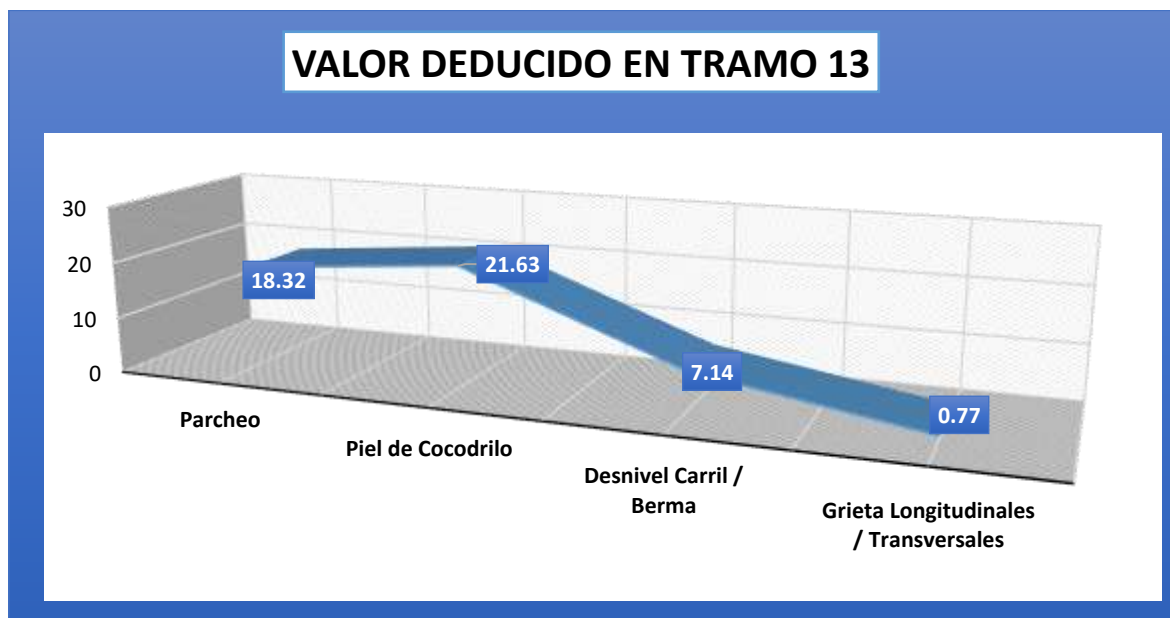
Nivel de condición en tramo 13, Progresiva 2+725.80 - 2+761.20.

Tipo de daños	Valor Deducido	PCI
Parcheo	18.32	67
Piel de Cocodrilo	21.63	
Desnivel Carril / Berma	7.14	
Grieta Longitudinales / Transversales	0.77	

Se observa que la "Piel de Cocodrilo" presenta el mayor valor deducido (21.63), mientras que las "Grietas Longitudinales/Transversales" tienen el menor (0.77). El PCI obtenido es 67, indicando una condición aceptable del pavimento con necesidad de mantenimiento preventivo.

Figura 29

Valor deducido en el tramo 13.



Se muestra el valor deducido en el tramo 13, donde la "Piel de Cocodrilo" presenta el mayor valor (21.63), seguida del "Parcheo" (18.32). Los menores valores corresponden al "Desnivel Carril/Berma" (7.14) y las "Grietas Longitudinales/Transversales" (0.77).

Tabla 30

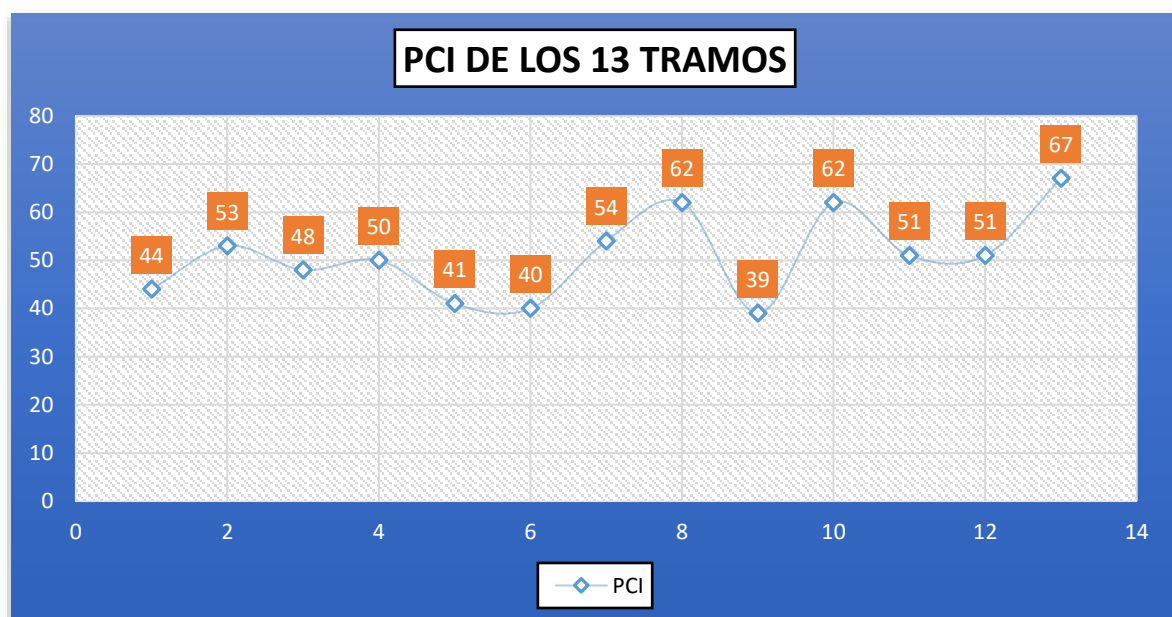
Resumen del PCI para los 13 tramos analizados.

Tramo	PCI	Clasificación	Intervenciones Necesarias
1	44	REGULAR	Mantenimiento preventivo
2	53	REGULAR	Mantenimiento preventivo
3	48	REGULAR	Mantenimiento preventivo
4	50	REGULAR	Intervenciones puntuales
5	41	REGULAR	Rehabilitación inmediata
6	40	REGULAR	Rehabilitación inmediata
7	54	REGULAR	Mantenimiento preventivo
8	62	BUENO	Mantenimiento correctivo
9	39	MALO	Rehabilitación urgente
10	62	BUENO	Mantenimiento correctivo
11	51	REGULAR	Mantenimiento correctivo
12	51	REGULAR	Mantenimiento preventivo
13	67	BUENO	Mantenimiento preventivo

Se observa que la mayoría de los tramos tienen una clasificación REGULAR, con PCI entre 40 y 54, lo que indica la necesidad de mantenimiento preventivo o rehabilitación en algunos casos. El tramo 9, con un PCI de 39, es el único clasificado como MALO, requiriendo una rehabilitación urgente, mientras que los tramos 8, 10 y 13 presentan una clasificación BUENO, recomendando mantenimiento correctivo o preventivo.

Figura 30

Resumen de la evaluación del PCI para los 13 tramos inspeccionados.



Se observa que el tramo con menor PCI corresponde al tramo 9 con un valor de 39, mientras que el tramo con mejor condición es el tramo 13 con un PCI de 67. En general, los valores del PCI varían entre 39 y 67, reflejando diferencias en el estado de deterioro del pavimento a lo largo de los tramos evaluados.

4.1.3 Resultados sobre propuesta de soluciones técnicas viables para el mantenimiento y mejora del pavimento, basadas en resultados del PCI.

La evaluación del PCI permitió determinar qué tipo de intervención es más adecuada para cada tramo. Se recomienda un enfoque preventivo en tramos regulares, correctivo en tramos con mayor desgaste y rehabilitación en tramos con fallas estructurales severas. La correcta aplicación de estas soluciones garantizará una mayor durabilidad del pavimento, menor costo de mantenimiento a largo plazo y una mejor transitabilidad para los usuarios.

Tabla 31

Mantenimiento Preventivo.

TRAMO	PCI	INTERVENCIÓN
1	44	Sellado de grietas, reparación superficial, slurry seal
2	53	Sellado de grietas, reparación superficial
3	48	Sellado de grietas, parcheo menor
4	50	Intervenciones puntuales, reparación localizada
7	54	Sellado de grietas, drenaje
12	51	Mantenimiento periódico, sellado de grietas
13	67	Reperfilado y rejuvenecimiento asfáltico

El mantenimiento preventivo es fundamental para los tramos con PCI entre 44 y 67, ya que aún presentan condiciones aceptables o regulares que permiten prolongar su vida útil con intervenciones menores. Se recomienda sellado de grietas y juntas, bacheo menor y tratamientos superficiales como slurry seal o microaglomerados, los cuales mejoran la resistencia del pavimento ante el tráfico y las condiciones climáticas.

Tabla 32*Intervenciones Puntuales.*

Tramo	PCI	Intervención
4	50	Reparación localizada de fallas estructurales, fresado y reposición

El tramo 4, con un PCI de 50, presenta fallas localizadas que requieren intervenciones puntuales. Las fallas detectadas pueden deberse a problemas en la base o desgaste del material superficial. Se recomienda reparación localizada de fallas estructurales, fresado y reposición del pavimento en zonas críticas, permitiendo que el tramo mantenga su funcionalidad sin necesidad de una rehabilitación completa.

Tabla 33*Rehabilitación Inmediata.*

Tramo	PCI	Intervención
5	41	Fresado y recapeo, refuerzo estructural con geotextiles
6	40	Corrección de deformaciones, perfilado y compactación

Los tramos 5 y 6, con PCI de 41 y 40, requieren rehabilitación inmediata debido al desgaste significativo y la presencia de fallas como fisuración severa, deformaciones y deterioro estructural. Se recomienda la aplicación de fresado y recapeo para restaurar la capa de rodadura y el uso de geotextiles para refuerzo estructural en sectores con fallas recurrentes.

Tabla 34*Rehabilitación Urgente.*

Tramo	PCI	Intervención
9	39	Remoción y reposición de carpeta asfáltica, mejoramiento de drenaje

El tramo 9, con un PCI de 39, se encuentra en estado malo y requiere rehabilitación urgente. Se han identificado daños severos, por lo que la mejor solución es la remoción y reposición de la carpeta asfáltica en sectores críticos, junto con el mejoramiento del sistema de drenaje para evitar que la acumulación de agua acelere el deterioro.

Tabla 35

Mantenimiento Correctivo.

Tramo	PCI	Intervención
8	62	Reperfilado, bacheo superficial, sellado de fisuras
10	62	Tratamientos de rejuvenecimiento asfáltico, sellado de juntas

Los tramos 8 y 10, con PCI de 62, se encuentran en condiciones buenas, pero requieren mantenimiento correctivo para evitar que el pavimento deteriore su nivel de servicio. Se recomienda reperfilado, bacheo superficial, tratamientos de rejuvenecimiento asfáltico y sellado de juntas, con el fin de mantener la integridad de la superficie y evitar el desarrollo de fallas más graves.

4.2 Discusión de resultados.**Relevancia del Diagnóstico Visual y Geotécnico**

En el estudio realizado por Naider (2021) en la Avenida Circunvalación Noroeste de Juliaca, se empleó una metodología mixta que combinó inspección visual PCI con análisis de laboratorio sobre muestras de suelo (CBR y plasticidad), concluyendo que el bajo desempeño del pavimento se debía no solo a fallas superficiales, sino también a una estructura deficiente del paquete vial, especialmente por el uso de suelos de baja capacidad portante y alta plasticidad.

Comparando con la carretera Juliaca – Cabanillas, se observa una tendencia similar: en los tramos 5, 6 y 9, donde el PCI es inferior a 41, se evidencia un deterioro severo (parqueo extendido, abultamientos, huecos y hundimientos), lo cual sugiere que no solo hay fatiga superficial, sino también problemas estructurales subyacentes. Aunque en el presente estudio no se realizaron ensayos geotécnicos, la correlación entre el patrón de fallas y el estado del PCI permite inferir que la estructura del pavimento, en dichos tramos, ha sido superada por las cargas repetitivas o no fue adecuadamente diseñada.



Como concluye Naider, las reparaciones localizadas o tratamientos superficiales en pavimentos con fallas estructurales severas son insuficientes, y la intervención técnica debe incluir la reconstrucción de la capa de rodadura y la estabilización del suelo base. Esta conclusión aplica también para el tramo 9 de este estudio, donde se recomienda rehabilitación urgente, alineado con un enfoque de intervención integral y sostenible.

Rol de Indicadores Combinados

En su investigación aplicada a las Avenidas El Sol y Floral en Puno, Vilca Callata y Cuba Asillo (2020) destacaron el uso conjunto de indicadores técnicos como el PCI, el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) y la deflexión estructural (Viga Benkelman). Sus resultados revelaron que el pavimento de estas vías metropolitanas presentaba un alto grado de deterioro, con PCI < 40, IRI superior a los límites establecidos (3.5 m/km) y deflexiones por encima del umbral recomendado por el MTC.

Comparado con los tramos evaluados en Juliaca – Cabanillas, la situación es ligeramente menos crítica, ya que el PCI promedio en este estudio se ubica en el rango de regular a bueno. Sin embargo, ambos casos coinciden en identificar la falta de mantenimiento preventivo como la causa principal del deterioro progresivo de las vías. Además, ambos estudios concluyen que la intervención oportuna y con criterios técnicos es clave para garantizar la funcionalidad de las carreteras y prevenir el colapso estructural.

Una diferencia importante radica en el enfoque metodológico. Mientras Vilca y Cuba Asillo combinaron herramientas de evaluación funcional y estructural, el presente estudio se centró exclusivamente en la inspección visual mediante PCI. Esto representa una oportunidad de mejora futura para investigaciones similares en el ámbito rural, donde una visión integrada de los parámetros funcionales (IRI), estructurales (deflexión) y visuales (PCI) permitiría diagnósticos más robustos y recomendaciones más precisas.

Valor Preventivo del PCI en Buenas Condiciones



A diferencia de los estudios anteriores, Morales Colca (2019) aplicó el PCI y el método VIZIR en la Avenida Aviación de Juliaca, encontrando que el pavimento se encontraba en muy buen estado (PCI = 76%), aunque se identificaron defectos superficiales frecuentes como el pulido de áridos, que afectan la fricción superficial y la seguridad vial.

Este caso demuestra que incluso en pavimentos en buen estado funcional, es necesaria la aplicación de tratamientos preventivos como lechadas asfálticas, microaglomerados y sellado de fisuras, para prolongar su vida útil y mejorar la experiencia de los usuarios. Estos hallazgos coinciden con las recomendaciones propuestas en el presente estudio para los tramos 8, 10 y 13, que obtuvieron un PCI superior a 60, y para los que se sugieren intervenciones de bajo costo y alta efectividad, como el reperfilado y el rejuvenecimiento asfáltico.

Esto refuerza el enfoque adoptado en esta investigación: la clasificación del PCI debe ir acompañada de recomendaciones técnicas proporcionales al nivel de deterioro, lo cual permite asignar eficientemente los recursos disponibles y evitar inversiones innecesarias en tramos que solo requieren mantenimiento menor.

Reflexión Final

La discusión comparativa con estudios previos revela que el uso del método PCI es una herramienta confiable y replicable en el contexto urbano y rural del sur del Perú. Además, los patrones de deterioro y las estrategias de mantenimiento identificadas en la carretera Juliaca – Cabanillas son consistentes con experiencias similares en otras zonas urbanas, lo que valida la metodología y confirma la necesidad de una gestión técnica integral del mantenimiento vial.



CONCLUSIONES

General. Se identificaron fallas como parcheo, ahuellamiento y piel de cocodrilo, con distintos niveles de severidad. Los resultados permitieron clasificar, priorizar y proponer soluciones técnicas viables. Se concluye que es urgente aplicar mantenimiento preventivo, correctivo y rehabilitación según el nivel de deterioro.

Primera. Se identificaron 13 tipos de fallas superficiales en los 13 tramos evaluados, donde el parcheo fue la más recurrente, con densidades de hasta 3.50% (tramo 6), y el ahuellamiento alcanzó 3.85% (tramo 3). La severidad más común fue alta y media, reflejando desgaste estructural significativo por fatiga del material. Esto evidencia la necesidad de un plan de mantenimiento sistemático.

Segunda. El 69% de los tramos (9 de 13) presentaron un PCI entre 40 y 54, clasificándolos como en condición regular, mientras que 1 tramo (tramo 9) alcanzó PCI 39, considerado malo, y solo 3 tramos superaron PCI 60, considerados buenos. Estos resultados reflejan que el 77% de la vía necesita intervención preventiva o correctiva inmediata.

Tercera. Se recomendó mantenimiento preventivo para 7 tramos (PCI entre 44 y 67), rehabilitación inmediata en los tramos 5 y 6 (PCI = 41 y 40) y rehabilitación urgente para el tramo 9 (PCI = 39). Las soluciones incluyen fresado, recapeo, sellado de grietas y uso de geotextiles, adaptadas a la severidad y tipo de falla, optimizando recursos y durabilidad.

RECOMENDACIONES

General. Se recomienda aplicar el método PCI de forma periódica para evaluar el estado del pavimento y priorizar su mantenimiento. Esto permitirá optimizar recursos y mejorar la seguridad vial. Además, se sugiere fomentar estudios con nuevas tecnologías y enfoques sostenibles.

Primera. Se recomienda que futuras investigaciones consideren la implementación de métodos automatizados de detección de fallas, como sensores LIDAR, imágenes satelitales o drones, para obtener mediciones más objetivas y eficaces en tramos extensos. Asimismo, podría analizarse la relación entre el tipo de falla y las condiciones estructurales del pavimento para identificar sus causas profundas y no solo superficiales.

Segunda. Se sugiere realizar estudios de monitoreo a largo plazo del PCI en intervalos anuales o semestrales, a fin de observar cómo evoluciona el deterioro con el tiempo. Además, futuras investigaciones podrían aplicar modelos predictivos de degradación del pavimento, que integren variables como clima, tráfico pesado y tipo de suelo, para anticipar cuándo y dónde intervendrán antes de alcanzar condiciones críticas.

Tercera. Se recomienda evaluar comparativamente el desempeño y costo-beneficio de distintas técnicas de rehabilitación (como fresado, recapeo, o uso de geotextiles) en escenarios similares al de la carretera Juliaca – Cabanillas. Además, se sugiere incorporar análisis de impacto ambiental y sostenibilidad de los métodos aplicados, considerando la durabilidad, reciclabilidad y eficiencia energética de los materiales utilizados.



REFERENCIAS

- Balcells, J. (2018). *La investigación social: introducción a los métodos y técnicas*. Escuela Superior de Relaciones Públicas, PPU.
- Baque-Solis, B. S. (2020). *Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí*. Manta, Ecuador: DIALNET. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398457>
- Bejarano Hernández, B. S., & Luna Pizza, J. D. (2020). *Análisis del comportamiento físico y mecánico de la adición de microfibras PET en el mejoramiento de un suelo arcilloso*. Colombia: Universidad Piloto de Colombia. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7448>
- Callme Chivigorri, C. M., & Torres Banda, H. M. (2024). *Evaluación superficial y estructural del pavimento flexible de la Av. Primavera, Cerro Colorado, Arequipa*. Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/8610>
- Campos Requejo, R. (2018). *Evaluación superficial aplicando metodología PCI del pavimento flexible de la carretera Bagua-Alenya, provincia Bagua, Amazonas 2018*. Amazonas: Universida Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/37494>
- Carrasco, S. (2018). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Ccama Quispe, H. G., & Turpo Arapa, K. Y. (2021). *Evaluación superficial del estado del pavimento flexible y verificación de tramos con fallas estructurales mediante Deflectometría, vía Juliaca – Lampa - Puno*. Lampa: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65735>



- Choque, P. J. (2019). *“Estudio comparativo del método PCI y el manual de conservación vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible, tramo Emp.PE-3S - atuncolla, 2017”*. Puno-Perú: Universidad Nacional del Altiplano .
- Cordero Garcés, M. O., & Guaranda Mero, B. G. (2017). *Analisis comparativo de los metodos Vizir-PCI aplicada en pavimento flexible via Jipijapa-la Mona, Canton Jipijapa*. Jipijapa-Noboa: JIPIJAPA-UNESUM. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/804>
- Correa, M., & Carpio, L. (2019). *Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón los incas de Piura*. Piura: Universidad de Piura.
- Coy Pineda, O. M. (2017). *Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52a A 53c comparando los métodos Vizir y Pci*. Bogota: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/16508>
- HERNANDEZ, A., RAMOS, M., PLACENCIA, B., INDACOCHEA, B., QUIMIS, A., & MORENO, L. (2018). *Metodologia de la Investigacion Cientifica*. Manabi: 3ciencias - Area de Innovacion y Desarrollo S.L. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/CcyLI.2018.15>
- Kumar, R. &. (2021). *Development of overall pavement condition index for maintenance strategy selection for Indian highways*. India.
- Margas, Q. (2019). *Diagnóstico del estado de condición y serviciabilidad del tramo I de la carretera dv. Caracará- Lampa- Cabanillas- Cabanillas mediante el estudio de regularidad superficial”*. Lampa-Puno-Perú: Universidad Peruana Unión.
- Martín, D., & Gómez, C. (2020). *“Diagnóstico visual para la estructura del pavimento flexible de la vía “camino ganadero” calle 21 sur entre la carrera 22 y la intersección de la avenida los maracos que comunica la zona sur de Villavicencio”*. Colombia: Universidad Santo Tomas.
- Medina Hostia, S., & Vivanco Ríos, R. W. (2021). *Análisis superficial de pavimentos flexibles y alternativas de Intervención tramo puente Los Maestros - Cutervo, vía*



- Acomayo, Ica, 2021. Acomayo, Ica: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85697>
- Morales Colca, 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 Union. Obtenido de <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1956>
- Naider, A. P. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pci para mejoramiento de la avenida circulación noroeste, Juliaca-2021*. Juliaca: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58818>
- Oblitas, G. B. (2021). *International Evenness Index And Pavement Condition Index For Defining Pavement Serviceability Levels*. . ITECKNE, 18(2),.
- Parra-Gómez, M. G. (2018). *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante*. Colombia: Universidad catolica de colombia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10983/22856>
- PINO, R. (2018). *Metodología de la investigación*. Lima: San Marcos.
- Portilla Yandún, F. P., & Celi Yanchapanta, K. A. (2021). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32376>
- Roberth, C. J., Santos, & M., M. E. (2020). *Evaluación superficial del pavimento flexible de la calle el Carmen intersección Av. Pacífico y Av. Nacionalismo, Urb. Las Brisas del Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque*". Chiclayo - Perú : Universidad Cesar Vallejo.
- Salazar, A. (2019). *Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca - Tumán*. . Universidad Cesar Vallejo.
- Sánchez, M. J., Fernández, M., & Diaz, J. C. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Scielo, Uisrael*, 8(1), 113-128.



- Vilca Callata, R. J., & Cuba Asillo, A. B. (2020). *Evaluación superficial en pavimentos flexibles aplicando la metodología PCI, IRI y deflectometría en las Avs. Floral y El Sol de la ciudad de Puno 2019*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/16428>
- Yuni, J., & Urbano, C. (2021). *Metodología y Técnicas para Investigar: Recursos para la elaboración de proyectos, análisis de datos y redacción científica* (2° ed., Vol. 1). Brujas. doi:ISBN: 979-8595351294



ANEXOS



TITULO DE TESIS: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025**

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General: ¿Cuál es el estado superficial del pavimento flexible por medio del método de índice de condición de pavimento para la propuesta de mejora de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar el estado superficial del pavimento flexible por medio del método de índice de condición de pavimento para la propuesta de mejora de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025.</p>	<p>Hipótesis General: El estado superficial del pavimento flexible por medio del método de índice de condición de pavimento para la propuesta de mejora de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025, es de orden regular requiriendo un mantenimiento rutinario.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Estado superficial del pavimento flexible.</p> <p>Dimensiones: <i>Tipo de daño (fisuras, baches, desprendimientos, deformaciones). Severidad del daño (baja, media, alta). Extensión del daño (área afectada en m²).</i></p>	<p>Inspección visual, Método PCI (Pavement Condition Index)</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta la carretera Juliaca - Cabanillas 2025?</p> <p>¿Cuál será el nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025?</p> <p>¿Cuáles son las alternativas de mejoramiento del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Identificar los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta la carretera Juliaca - Cabanillas 2025.</p> <p>Determinar el nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025.</p> <p>Proponer alternativas de mejoramiento del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta la carretera Juliaca - Cabanillas 2025, son los parcheos en severidad moderada.</p> <p>El nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025, es de 30 con un estado regular.</p> <p>Las alternativas de mejoramiento del pavimento flexible por tramos y a nivel general de la carretera Juliaca - Cabanillas 2025, es un mantenimiento rutinario.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p><i>Propuesta de mejora del pavimento.</i></p> <p>Dimensiones: <i>Índice de Condición del Pavimento (PCI). Tramos prioritarios de intervención. Estrategias de mantenimiento recomendadas.</i></p>	

Anexo 2. Panel Fotográfico

Fotografía 1. Falla piel de cocodrilo identificada.



Fotografía 2. Falla Huecos.



Fotografía 3. Parcheo en la vía.



Fotografía 4. Ahuellamiento en la vía.



Fotografía 5. Grieta Longitudinales / Transversales en la vía.



Fotografía 6. Grieta de reflexión de junta en la vía.





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

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 $20 \pm 8 \text{ losas}$.



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach. YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 01
 ANCHO DE VIA (m): 6,5
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 35,4
 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 0+177,00
 FIN DE PROGRESIVA (KM): 0+212,40
 AREA DE LA UNIDAD (m2): 230,1

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PCD	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimiento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabólica	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
11	H	2,35	1,22			3,57	1,55%	23,03
15	M	2,21	3,01	1,35		6,57	2,86%	29,43
1	H	1,35	2,04			3,39	1,47%	34,67
6	L	12,5	1,05			13,55	5,89%	3,92
						TOTAL VD		91,05

Valor deducido mas alto	34,67
valor deducido menor	3,92
Numero maximo de valores deducidos	4

m	7,00	m = 1+ (998) (100-HDV) = 10
Parte decimal	1,00	
Valor minimo	3,92	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	34,67	29,43	23,03	3,92	91,1	4	51,06
2	34,67	29,43	23,03	2	89,1	3	56,42
3	34,67	29,43	2	2	68,1	2	49,67
4	34,67	2	2	2	40,7	1	40,7
						MAX VDC	56

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 44 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach. YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 02 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 0+389,40
 ANCHO DE VIA (m): 6,5 FIN DE PROGRESIVA (KM): 0+424,80
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 35,4 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	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 férrea	CFE	m ²
5	Corrugación	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
11	H	3,22	1,33	2,03		6,58	2,86%	30,13
1	M	3,66	2,02			5,68	2,47%	30,22
3	M	2,85	1,95	0,8		5,6	2,43%	6,83
7	H	1,95	1,22			3,17	1,38%	9,77
TOTAL VD								76,95

Valor deducido mas alto	30,22
valor deducido menor	6,83
Numero maximo de valores deducidos	4

m	7,41	$m = 1 + (S/96) (100 - HDV) \leq 10$
Parte decimal	0,41	
Valor minimo	6,83	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	30,22	30,13	9,77	6,83	77,0	4	43,2
2	30,22	30,13	9,77	2	72,1	3	45,76
3	30,22	30,13	2	2	64,4	2	47,66
4	30,22	2	2	2	36,2	1	36,2
MAX VDC							47

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $100 - (MaxVDC \div Total VD)$
	PCI = 53 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach. YUBERTH JOEL ISCARRA LOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 03 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 0+601,80
 ANCHO DE VIA (m): 6,5 FIN DE PROGRESIVA (KM): 0+637,20
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 35,4 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	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 firmes	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	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
15	H	4,08	3,62	1,22			8,87	3,85%	46,14
11	M	3,62	2,14				5,76	2,50%	15,85
7	L	4,01	1,33	0,62			5,96	2,58%	3,32
10	L	2,65	2,33				4,98	2,16%	0,4
TOTAL VD									65,71

Valor deducido mas alto	46,14
valor deducido menor	0,4
Numero maximo de valores deducidos	4

m	5,95	$m = 1 + (S/98) (100-HDV) \leq 10$
Parte decimal	0,95	
Valor minimo	0,4	

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	46,14	15,85	3,32	0,4		65,7	4	36,42
2	46,14	15,88	3,32	2		67,3	3	42,75
3	46,14	15,85	2	2		66,0	2	40,2
4	46,14	2	2	2		52,1	1	52,1
MAX VDC								52

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

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach. YUBERTH JOEL ISCARRA LOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 05 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 1+026,60
 ANCHO DE VIA (m): 6,5 FIN DE PROGRESIVA (KM): 1+062,00
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 35,4 ÁREA DE LA UNIDAD (m²): 230,1

N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND
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	Agritamiento en bloque	AEB	m ²	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CPE	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	
4	M	2,88	1,21			4,06	1,76%	16,42	
7	H	1,5	0,6			2,1	0,91%	8,02	
11	H	4,04	2,65	0,74		7,43	3,23%	31,72	
13	M	3,84	1,98			5,72	2,48%	43,27	
TOTAL VD							100,43		

Valor deducido max alto	43,27	m	6,21	m = 1 + (998 / (100-HGV)) < 10
valor deducido menor	9,02	Parte decimal	0,21	
Numero maximo de valores deducidos	4	Valor minimo	9,02	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	43,27	31,72	16,42	9,02	100,4	4	57,2	
2	43,27	31,72	16,42	2	93,4	3	59,04	
3	43,27	31,72	2	2	79,0	2	57,3	
4	43,27	2	2	2	49,3	1	49,3	
MAX VDC							59	

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC ÷ Total VD)
	PCI = 41 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach. YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: LM - 06 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 1+239,00
 ANCHO DE VÍA (m): 6,5 FIN DE PROGRESIVA (KM): 1+274,40
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 35,4 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	Parqueo	PAR	m ²
2	Exudación	EXU	m ²	12	Pulimiento de Agregado	PUL	m ²
3	Agrietamiento en bloques	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	GBD	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m ²
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m ²
9	Desnivel Camil / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m ²
10	Grieta Longitudinales i Transversales	GTR	m				

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
11	H	4,52	2,32	1,22		8,06	3,50%	32,8
4	M	3,52	1,85			5,37	2,33%	19,02
1	M	2,33	0,25			2,58	1,12%	22,74
13	L	3,68	1,75			5,43	2,36%	32
TOTAL VD								106,66

Valor deducido mas alto	32,8
valor deducido menor	19,02
Numero maximo de valores deducidos	4

m	7,17	m + 1* (998) (100+HCV) = 10
Parte decimal	0,17	
Valor minimo	19,02	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	32,8	32	22,74	19,02	106,6	4	80,3
2	32,8	32	22,74	2	89,5	3	56,68
3	32,8	32	2	2	68,8	2	50,16
4	32,8	2	2	2	38,8	1	38,8
MAX VDC							60

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI =	40 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach. YUBERTH JHDEL ISCARRALOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 07 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 1+451,40
 ANCHO DE VIA (m) : 6,5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 1+486,80
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 35,4 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	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	CPE	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 Parabólicas	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	
9	H	4,21	2,65	1,21		8,07	3,51%	7,41	
7	M	3,25	1,86			5,11	2,22%	7,39	
1	M	2,62	1,06	0,32		4	1,74%	26,59	
11	H	4,25	3,62			7,87	3,42%	32,48	
TOTAL VD									73,87

Valor deducido mas alto	32,48
valor deducido menor	7,39
Numero maximo de valores deducidos	4

m	7,20	m = 1 - (9/98) (100-HCV) ** 10
Parte decimal	0,20	
Valor mínimo	7,39	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	g	VDC	
1	32,48	26,59	7,39	7,41	73,9	4	41,34	
2	32,48	26,59	7,39	2	88,5	3	44,53	
3	32,48	26,59	2	2	63,1	2	46,17	
4	32,48	2	2	2	38,5	1	30,5	
MAX VDC								46

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	100 - (MaxVDC * Total VD)
	PCI =	54 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach. YUBERTH JHDEL ESCARRA LOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 09 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 1+876.20
 ANCHO DE VIA (m) : 6,5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 1+911,80
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 35,4 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 230,1

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PQC	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 Parabólica	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
11	M	3,85	2,12			5,97	2,59%	12,58
4	H	4,12	3,65	1,33		9,1	3,95%	54,78
10	M	3,62	2,77			6,39	2,78%	6,39
7	L	3,21	2,4			5,61	2,44%	3,29
TOTAL VD							77,04	

Valor deducido mas alto	54,78	m	5,15	$m = 1 + (990 / (100 - HDV)) \leq 10$
valor deducido menor	3,29	Parte decimal	0,15	
Numero maximo de valores deducidos	4	Valor minimo	3,29	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	54,78	12,58	6,39	3,29	77,0	4	43,2
2	54,78	12,58	6,39	2	75,8	3	47,98
3	54,78	12,58	2	2	71,4	2	51,98
4	54,78	2	2	2	60,6	1	60,8
MAX VDC							61

INDICE 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 INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach. YUBERTH HOEL SCARRA LOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 10
 ANCHO DE VIA (m): 6,5
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 35,4
 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 2+088,60
 FIN DE PROGRESIVA (KM): 2+124,00
 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	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 Bordes	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
11	M	2,66	1,76			4,41	1,92%	13,96
8	M	2,35	1,2			3,55	1,54%	3,52
9	H	2,78	1,88			4,66	2,03%	7,02
1	M	4,12	2,62			6,74	2,93%	32,2
TOTAL VD								66,7

Valor deducido mas alto	32,2
valor deducido menor	3,52
Numero maximo de valores deducidos	4

m	7,23	m * 1+ (996) (100-HDV) = 10
Parte decimal	0,23	
Valor minimo	3,52	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	32,2	13,92	7,02	3,52	56,7	4	30,69
2	32,2	13,92	7,02	2	55,1	3	34,57
3	32,2	13,92	2	2	50,1	2	37,07
4	32,2	2	2	2	38,2	1	38,2
MAX VDC							38

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100-(MaxVDC e Total VD)
	PCI = 62 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **BUENO**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach. YUBERTH JHOEL ESCARRA LOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM = 11 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 2+301,00
ANCHO DE VIA (m) : 6,5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 2+336,40
LONGITUD DE MUESTRA (m) : 35,4 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 230,1

N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND
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	Cornugación	COG	m2	15	Ahuillamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBD	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
13	L	3,85	2,15			6,00	2,61%	33,6
11	H	4,21	2,33			6,54	2,84%	30,03
7	M	3,74	2,47			6,21	2,70%	6,01
9	M	2,43	1,95			4,38	1,90%	3,51
TOTAL VD								75,15

Valor deducido mas alto	33,6	m	7,10	$m = 1 + (998) / (100 - HDV) \leq 10$
valor deducido menor	3,51	Parte decimal	0,10	
Numero maximo de valores deducidos	4	Valor minimo	3,51	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDI	q	VDC
1	33,6	30,03	6,01	3,51		4	42,12
2	33,6	30,03	6,01	2		3	46,66
3	33,6	30,03	2	2		2	49,32
4	33,6	2	2	2		1	39,6
MAX VDC							49

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $100 - (\text{MaxVDC} \div \text{Total VD})$
	PCI = 51 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach YUBERTH JHCEL ISCARRA LOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 12
 ANCHO DE VIA (m): 6,5
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 35,4
 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 2+513,40
 FIN DE PROGRESIVA (KM): 2+548,80
 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 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	
11	M	3,50	2,45	1,05		7,00	3,04%	17,51	
4	H	2,33	1,65			4,18	1,82%	42,8	
8	L	2,86	1,37			4,03	1,75%	0,93	
10	M	4,02	2,63	1,74		8,39	3,65%	8,4	
TOTAL VD									69,64

Valor deducido mas alto	42,8	m	6,25	m = 1+ (956) (100-HCM) ** 10
valor deducido menor	0,93	Parte decimal	0,25	
Numero máximo de valores deducidos	4	Valor mínimo	0,93	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	42,8	17,51	8,4	0,93	69,6	4	38,76	
2	42,8	17,51	8,4	2	70,7	3	44,82	
3	42,8	17,51	2	2	64,3	2	47,01	
4	42,8	2	2	2	48,8	1	48,8	
MAX VDC								49

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC ÷ Total VD)
	PCI = 61 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO:	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025
EVALUADOR:	Bach. YUBERTH JHOEL ISGARRA LOZA
MUESTRA:	CARRETERA JULIACA - CABANILLAS
FECHA:	ENERO DEL 2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 13
ANCHO DE VIA (m): 6,5
LONGITUD DE MUESTRA (m): 35,4
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 2+725,80
FIN DE PROGRESIVA (KM): 2+761,20
AREA DE LA UNIDAD (m2): 230,1

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	GOD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parcheo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulmiento 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 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
11	M	3,62	2,45	1,62		7,69	3,34%	18,32
1	L	4,2	3,45			7,65	3,32%	21,63
9	H	2,33	1,89	0,79		5,01	2,18%	7,14
10	L	3,55	1,86			5,41	2,35%	0,77
							TOTAL VD	47,66

Valor deducido mas alto	21,63
valor deducido menor	0,77
Numero maximo de valores deducidos	4

m	8,20	$m = 1 + (998 / (100 - HDV)) \times 10$
Parte decimal	0,20	
Valor minimo	0,77	

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	21,63	18,32	7,14	0,77	47,9	4	24,53	
2	21,63	18,32	7,14	2	49,1	3	30,37	
3	21,63	18,32	2	2	44,0	2	32,8	
4	21,63	2	2	2	27,6	1	27,6	
							MAX VDC	33

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $100 - (\text{MaxVDC} \times \text{Total VD})$
	PCI = 67 %

CONDICIÓN 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: 04-08-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: YUBERTH JHOEL ISCARRA LOZA

Dirección: COM. LAMPA CHICO

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 77341140

Teléfono: 929 119 876 email: Yu.jhoel@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL
MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PARA LA PROPUESTA
DE MEJORA DE LA CARRETERA JULIACA - CABANILLAS 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): ÍNDICE DE ONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCT), PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERAS,
MANTENIMIENTO VIAL, REHABILITACIÓN

¿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