



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES
EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA
CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA
CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES
EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA
CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA
CIUDAD DE JULIACA

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO


:



Mgtr. WILFREDO DAVID SUIPO PACORI

ASESOR DE TESIS

:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 381-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-6185 presentado por el (la) Bachiller: ANTONY QUISPE AROCUTIPA 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. ANTONY QUISPE AROCUTIPA, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA**, 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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **2do Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

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

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de el (la) bachiller: ANTONY QUISPE AROCUTIPA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 05 de junio del 2025
- * **HORA** : 08:30 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 Cs. PURAS

Dr. OSCAR VIAMONTE CALLA
DECANO



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 157-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de marzo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 344 por el señor (a): ANTONY QUISPE AROCUTIPA quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 115-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 013 - 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): ANTONY QUISPE AROCUTIPA, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 013 - 2025 **aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA**, 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): ANTONY QUISPE AROCUTIPA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mtro. **WALTER J. LIZARRAGAARMAZA**
DECANO (e)
CIP. 70808



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1709-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 10709, presentado el señor (a) **ANTONY QUISPE AROCUTIPA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 860-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 387 -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): **ANTONY QUISPE AROCUTIPA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA**, 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° 387 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA**.

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): **ANTONY QUISPE AROCUTIPA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

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

cc.



EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	4%
3	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.udch.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ANTONY QUISPE AROCUTIPA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74404008
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-2887-8598
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02428673
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: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/MspuHHn7mZXanNkE8</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2024 – Mayo 2025
URL de disciplinas OCDE	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
- Librería	



INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA Y AMBIENTAL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TÉCNICOS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ANTONY QUISPE AROCUTIPA, identificado con DNI Nro. 74404008, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

DE LA CIRCUNVACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 24 de junio del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres Javier Quispe Marca y Eulalia Eloisa Arocutipa Gomez, por ser el pilar fundamental en mi vida, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios incansables para que pueda alcanzar mis metas. Esta Tesis es un reflejo de su dedicación y un testimonio de nuestro amor familiar. Esta vida no me alcanzara para retribuir todo lo que me han dado y cada logro siempre llevara sus nombres.

A mis hermanitos(a) Ángel Noe y Yoselyn Diane, por su paciencia y comprensión durante este largo proceso, su cariño y apoyo han sido mi refugio en momentos difíciles su compañía, una motivación invaluable.

Como también, dedico este logro a mi enamorada Griselda Condori Apomayta que me ah acompañado en este camino, brindándome su amor, confianza, comprensión y apoyo incondicional durante este proceso. Su cariño y su motivación han sido fundamentales para superar los momentos difíciles y alcanzar este logro.



AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios, por su infinita misericordia, su guía constante y por darme salud, por darme la vida y fortaleza en cada etapa de mi vida.

Agradezco profundamente a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y a cada uno de los docentes que me guiaron a lo largo de mi formación académica.

A mi asesor de tesis, Dr. Arnaldo Yana Torres, por su invaluable guía, paciencia, orientación y conocimientos compartidos durante la realización de este trabajo.

Asimismo, agradecer al Ing. Juan Manuel Cano Jove, Ing. Henry Carita Cardenas, Ing. Jhon Alexander Huahuacondori Velasquez y al Lic. Eduardo Huamán Caira, por los conocimientos que me transmitieron y el apoyo incondicional que me brindaron. Realmente fueron mis mentores, guiándome y enseñándome con paciencia y dedicación. Aprendí muchísimo de cada uno de ustedes y valoro profundamente la experiencia compartida.

Finalmente, a mi familia, mi mas profundo agradecimiento por su apoyo incondicional, su amor y su constante aliento a lo largo de este camino.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ix
AGRADECIMIENTO.....	x
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xviii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática.....	20
1.2	Planteamiento del problema.....	21
1.2.1	Problema general.....	21
1.2.2	Problemas específicos.....	22
1.3	Objetivos de la investigación.....	22
1.3.1	Objetivo general.....	22
1.3.2	Objetivos específicos.....	22
1.4	Justificación de la investigación.....	22
1.4.1	Justificación técnica.....	22
1.4.2	Justificación económica.....	23
1.4.3	Justificación social.....	23
1.4.4	Justificación ambiental.....	24
1.5	Hipótesis de la investigación.....	24
1.5.1	Hipótesis general.....	24
1.5.2	Hipótesis específicas.....	24
1.6	Variables e indicadores.....	25
1.6.1	Variable independiente.....	25
1.6.2	Variable dependiente.....	25
1.7	Operacionalización de variables.....	25



CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación 26
2.1.1 Antecedentes internacionales 26
2.1.2 Antecedentes nacionales 28
2.1.3 Antecedentes locales 31
2.2 Bases teóricas 34
2.2.1 Pavimento 34
2.2.2 Evaluativa de una pavimentación rígida 38
2.2.2.1 Desempeño Funcional 39
2.2.2.2 Desempeño estructural 40
2.2.2.3 Factores que afectan el pavimento 41
2.2.3 Método PCI 44
2.2.4 Procedimiento de la evaluación de un pavimento rígido 45
2.2.5 Mantenimientos en pavimentación según PCI 51
2.3 Marco conceptual 55
2.3.1. Condición del pavimento 55
2.3.2. Degradación del pavimento 55
2.3.3. Evaluación 55
2.3.4. Fallas superficiales 56
2.3.5. Mantenimiento vial 56
2.3.6. Pavimentos rígidos 56
2.3.7. Patologías en pavimentos 57
2.3.8. PCI 57

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación 58
3.2 Método de la investigación 59
3.3 Enfoque de la investigación 59
3.4 Nivel y tipo de la investigación 60
3.4.1 Nivel de la investigación 60
3.4.2 Tipo de la investigación 60
3.5 Población y muestra de la investigación 61
3.5.1 Población 61



3.5.2 Muestra	61
3.6 Técnicas e instrumentos	62
3.6.1 Técnicas	62
3.6.2 Instrumentos de recolección de datos investigación	63
3.7 Validación y confiabilidad de instrumentos	63
3.7.1 Validación	63
3.7.2 Confiabilidad	64
3.8 Plan de recolección y procesamiento de datos	64
3.8.1 Desarrollo de plan de investigación	64
3.8.2 Análisis e interpretación de los resultados	70

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos.....	71
4.1.1 Tipos de fallas de mayor incidencia y el nivel de gravedad en el pavimento rígido de la Circunvalación.....	71
4.1.2 Índice de condición de pavimento por tramos y a nivel general en los pavimentos rígidos de la circunvalación.....	84
4.1.3 Alternativas de intervención o solución de los pavimentos rígidos de la circunvalación.....	92
4.2 Discusión de Resultados.....	94
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
ANEXOS.....	107



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables	25
Tabla 2	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 1	72
Tabla 3	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 2	72
Tabla 4	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 3	73
Tabla 5	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 4	73
Tabla 6	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 5	74
Tabla 7	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 6	74
Tabla 8	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 7	75
Tabla 9	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 8	75
Tabla 10	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 9	76
Tabla 11	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 10	76
Tabla 12	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 11	77
Tabla 13	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 12	77
Tabla 14	Fallas y nivel de gravedad en la muestra 13	78
Tabla 15	Resumen del total de fallas y gravedad de estas	78
Tabla 16	Condición del pavimento (00+000-00+060)km	84
Tabla 17	Condición del pavimento (00+300-00+360)km	85
Tabla 18	Condición del pavimento (00+600-00+660)km	85
Tabla 19	Condición del pavimento (00+900-00+960)km	86
Tabla 20	Condición del pavimento (01+200-01+260)km	86
Tabla 21	Condición del pavimento (01+500-01+560)km	87
Tabla 22	Condición del pavimento (01+800-01+860)km	87
Tabla 23	Condición del pavimento (02+100-02+160)km	88
Tabla 24	Condición del pavimento (02+400-02+460)km	88
Tabla 25	Condición del pavimento (02+700-02+760)km	89
Tabla 26	Condición del pavimento (03+000-03+060)km	89
Tabla 27	Condición del pavimento (03+300-03+360)km	90
Tabla 28	Condición del pavimento (03+600-03+660)km	90
Tabla 29	Resumen de la condición del pavimento	91
Tabla 30	Alternativas de intervención	92
Tabla 31	Alternativas de intervención	93



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Pavimentación rígida</i>	37
Figura 2 <i>Pavimentación flexible</i>	37
Figura 3 <i>Pavimentación compuesta</i>	38
Figura 4 <i>Agrietamientos</i>	43
Figura 5 <i>Escala de clasificación-PCI</i>	51
Figura 6 <i>Tramos de muestra</i>	62
Figura 7 <i>Vía de estudio</i>	65
Figura 8 <i>Fallas observadas</i>	65
Figura 9 <i>Fallas observadas</i>	66
Figura 10 <i>Conteo de losas</i>	67
Figura 11 <i>Severidades encontradas en la falla 22</i>	79
Figura 12 <i>Severidades encontradas en la falla 23</i>	79
Figura 13 <i>Severidades encontradas en la falla 24</i>	80
Figura 14 <i>Severidades encontradas en la falla 25</i>	80
Figura 15 <i>Severidades encontradas en la falla 26</i>	81
Figura 16 <i>Severidades encontradas en la falla 28</i>	81
Figura 17 <i>Severidades encontradas en la falla 29</i>	82
Figura 18 <i>Severidades encontradas en la falla 30</i>	82
Figura 19 <i>Severidades encontradas en la falla 31</i>	83
Figura 20 <i>Severidades encontradas en la falla 38</i>	83
Figura 21 <i>Severidades encontradas en la falla 39</i>	84
Figura 22 <i>Severidades encontradas en la falla 39</i>	91



RESUMEN

La presente investigación denominada "Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca", tiene como objetivo evaluar las patologías superficiales en pavimentos de concreto de la Circunvalación Este de la ciudad de Juliaca y proponer las alternativas de intervención. Para ello, se empleó una metodología con un diseño no experimental, de nivel descriptivo y de tipo básica. Los resultados evidenciaron que las fallas con mayor incidencia fueron: grieta de esquina, losa dividida y grieta lineal, seguidas de escala y parcheo grande. En cuanto a severidad, predominaron las fallas de intensidad media y alta, destacando la grieta de esquina en nivel medio y en alto, la grieta lineal en alto, la escala en medio y alto y el parcheo grande en ambos niveles de severidad. El PCI presentó valores regulares (42–53) en la mayoría de los tramos, lo que indica funcionalidad reducida. Sin embargo, se identificaron tramos en condición mala (36–40) y muy mala (21), lo cual requiere atención prioritaria. Se proponen las siguientes acciones: mantenimiento preventivo para tramos con PCI regular, rehabilitación estructural para los tramos clasificados como malos, y reconstrucción total en los sectores con condición muy mala, debido al grado avanzado de deterioro. Se concluye que los pavimentos presentan un deterioro significativo, lo que compromete la funcionalidad vial.

Palabras Clave: Fallas superficiales, Pavimentos rígidos, Deterioro del pavimento y Rehabilitación del pavimento.



ABSTRACT

The purpose of this research, "Evaluation of surface failures in the rigid pavements of the eastern ring road of the city of Juliaca", is to evaluate the surface pathologies in concrete pavements of the eastern ring road of the city of Juliaca and to propose intervention alternatives. For this purpose, a non-experimental, descriptive and basic design methodology was used. The results showed that the faults with the highest incidence were: corner crack, split slab and linear crack, followed by scale and large patch. In terms of severity, medium and high intensity failures predominated, with corner cracks standing out at medium and high levels, linear cracks at high levels, scale at medium and high levels, and large patches at both severity levels. The PCI presented regular values (42-53) in most of the sections, indicating reduced functionality. However, sections were identified in poor (36-40) and very poor (21) condition, which requires priority attention. The following actions are proposed: preventive maintenance for sections with regular PCI, structural rehabilitation for sections classified as bad, and total reconstruction in the sectors with very bad condition, due to the advanced degree of deterioration. It is concluded that pavements show significant deterioration, which compromises road functionality.

Keywords: Surface failures, Rigid pavements, Pavement deterioration and Pavement rehabilitation.



INTRODUCCIÓN

El estado de los pavimentos es un factor determinante en la seguridad y eficiencia del sistema vial de cualquier ciudad. En la ciudad de Juliaca, la Circunvalación Este constituye una de las principales arterias de transporte, facilitando la conectividad entre distintas zonas urbanas y comerciales. Sin embargo, el deterioro progresivo de los pavimentos rígidos en esta vía ha generado serias preocupaciones debido a la presencia de fallas superficiales que afectan la transitabilidad y aumentan los costos de mantenimiento.

El pavimento rígido, construido a base de concreto hidráulico, es ampliamente utilizado en vías de alto tránsito debido a su resistencia estructural y durabilidad. No obstante, diversos factores como la carga vehicular excesiva, la acción del clima, las deficiencias en el diseño y la falta de mantenimiento pueden generar el deterioro prematuro de la superficie del pavimento. Entre las principales fallas observadas en estos pavimentos se encuentran las fisuras longitudinales y transversales, desprendimientos superficiales, escalonamientos, baches y pérdida de capacidad estructural. La presencia de estos defectos no solo afecta el bienestar y la seguridad de los usuarios, sino que también incrementa los costos de rehabilitación y mantenimiento vial.

El análisis de estas fallas en la pavimentación rígida de la Circunvalación Este de Juliaca es fundamental para determinar sus causas, magnitud e impacto, con el fin de proponer estrategias de mitigación y mantenimiento. En este contexto, la investigación busca evaluar las patologías superficiales que afectan la pavimentación rígida de esta vía, identificando su tipología, las causas asociadas y las posibles soluciones para mejorar su desempeño y prolongar su vida útil.

Para lograr este propósito, se aplicarán metodologías de inspección visual y evaluación técnica, siguiendo estándares internacionales como el Índice de Condición del Pavimento (PCI).



El presente estudio contribuirá significativamente a la supervisión y conservación de la infraestructura vial en Juliaca, proporcionando información clave para la toma de decisiones en la rehabilitación de pavimentos. Además, se espera que los resultados obtenidos sirvan como referencia para futuras investigaciones y proyectos de infraestructura vial en zonas con condiciones similares.

La presente investigación se estructura en cuatro capítulos que abordan de manera integral la revisión de los problemas superficiales en los pavimentos de concreto de la Circunvalación Este en Juliaca. En el Capítulo I, se desarrolla el marco teórico, donde se presentan los conceptos fundamentales sobre pavimentos rígidos, sus características, principales tipos de fallas y normativas aplicables. El Capítulo II corresponde a la metodología de investigación, detallando el enfoque del estudio, los métodos de recolección de datos, las herramientas de análisis y los criterios de evaluación utilizados. En el Capítulo III, se presentan los resultados y análisis de las fallas encontradas, identificando patrones de deterioro, posibles causas y su impacto en la funcionalidad del pavimento. Finalmente, el Capítulo IV expone las conclusiones y recomendaciones, donde se proponen estrategias de mantenimiento y rehabilitación para optimizar la vida útil del pavimento y optimizar la transitabilidad en la vía estudiada.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Análisis de la situación problemática

El deterioro de los pavimentos rígidos es una problemática recurrente en diversas ciudades del mundo, afectando la transitabilidad, la seguridad vial y los costos de mantenimiento de las infraestructuras. A nivel internacional, estudios han evidenciado que el desgaste prematuro de estos pavimentos es causado principalmente por factores como el tráfico pesado, la deficiente ejecución constructiva, el envejecimiento del material y las condiciones climáticas extremas. En países como Estados Unidos y España, las agencias viales han implementado metodologías de monitoreo continuo y tecnologías avanzadas, como sensores de deformación y escaneo láser, para detectar tempranamente fallas como fisuras, desprendimientos y pérdida de capacidad estructural. No obstante, en muchas regiones, la falta de planificación en el mantenimiento ha llevado al deterioro acelerado de las infraestructuras viales (Real, 2019).

A nivel nacional, el Perú enfrenta un serio problema en la conservación de sus pavimentos, tanto flexibles como rígidos. Según informes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), un alto porcentaje de las carreteras nacionales presentan fisuras, baches y desprendimientos superficiales debido al sobrecarga vehicular, falta de mantenimiento preventivo y condiciones climáticas adversas. En diversas ciudades del



país, especialmente en la sierra y selva, el deterioro de los pavimentos rígidos se ve agravado por la acción de las lluvias, la inadecuada compactación del suelo de base y el uso de materiales de baja calidad. La limitada inversión en rehabilitación ha generado que muchas vías se encuentren en condiciones críticas, afectando el desarrollo económico y la conectividad de diversas regiones (Paricahua, 2021).

A nivel local, en la ciudad de Juliaca, la Circunvalación Este constituye una de las principales arterias viales que soporta una alta carga vehicular, incluyendo transporte pesado y de pasajeros. No obstante, en los últimos años, se ha observado un progresivo deterioro del pavimento rígido, evidenciado en la presencia de fisuras transversales y longitudinales, desprendimientos superficiales, baches y deformaciones estructurales. Estos desperfectos comprometen tanto la seguridad como la comodidad de los conductores, sino que también incrementan los costos de operación vehicular y generan un mayor riesgo de accidentes. A pesar de algunos trabajos de mantenimiento correctivo realizados por las autoridades, la falta de un plan integral de conservación y rehabilitación ha permitido que las fallas se sigan agravando, comprometiendo la funcionalidad de esta importante vía (Paricahua, 2021).

Ante esta problemática, se hace necesario realizar una evaluación técnica de las patologías superficiales en pavimentos de concreto de la Circunvalación Este de Juliaca, con el fin de identificar sus causas, magnitud y diseñar estrategias de preservación y rehabilitación que contribuyan a mejorar la infraestructura vial y garantizar su durabilidad en el tiempo.

3.2 Planteamiento del problema

3.2.1 Problema general

¿Cuáles son las causas principales de las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca y propuestas de alternativas de intervención?

3.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son los tipos de fallas de mayor incidencia y el nivel de gravedad que presenta los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca?
- b. ¿Cuál es el índice de condición de pavimento por tramos y a nivel general en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca?
- c. ¿Cuáles son las alternativas de intervención o solución de los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca?

3.3 Objetivos de la investigación

3.3.1 Objetivo general

Evaluar las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca y proponer las alternativas de intervención.

3.3.2 Objetivos específicos

- a. Identificar los tipos de fallas de mayor incidencia y el nivel de gravedad que presenta los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca.
- b. Determinar el índice de condición de pavimento por tramos y a nivel general en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca.
- c. Proponer las alternativas de intervención o solución de los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca.

3.4 Justificación de la investigación

3.4.1 Justificación técnica

El estudio de las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de la Circunvalación Este de la ciudad de Juliaca es fundamental desde un punto de vista técnico, ya que permitirá identificar y catalogar los tipos de deterioro presentes en la vía, como fisuras,



desprendimientos, baches y desgastes superficiales. A través de metodologías de inspección, como el (PCI) y el análisis de laboratorio de materiales, se podrá evaluar el grado de deterioro y determinar las causas subyacentes, ya sea por fatiga del material, cargas excesivas o deficiencias en la construcción. Este análisis técnico permitirá el diseño de estrategias de mantenimiento y rehabilitación basadas en criterios científicos y normativas vigentes, asegurando que las soluciones aplicadas sean eficaces y duraderas.

3.4.2 Justificación económica

Desde una perspectiva económica, el deterioro del pavimento genera altos costos de mantenimiento y rehabilitación si no se implementan estrategias preventivas oportunas. La presencia de baches y fisuras en la vía incrementa el consumo de combustible y el desgaste de los vehículos, afectando tanto a transportistas como a la población en general. Además, los costos asociados a accidentes de tránsito provocados por el mal estado del pavimento generan gastos adicionales en salud y reparación de daños. Una evaluación adecuada de las fallas permitirá optimizar los recursos públicos y privados, priorizando intervenciones estratégicas que reduzcan los costos de mantenimiento a largo plazo y prolonguen la vida útil del pavimento, evitando gastos innecesarios en reconstrucción total de la vía.

3.4.3 Justificación social

El buen estado de las infraestructuras viales es un elemento clave para el desarrollo de una comunidad. En Juliaca, la Circunvalación Este es una vía de gran importancia, ya que facilita la movilidad de personas y mercancías, impactando en la economía local y la calidad de vida de los ciudadanos. El deterioro del pavimento afecta directamente a conductores, transportistas y peatones, incrementando los tiempos de viaje y la posibilidad de accidentes viales. La presente investigación contribuirá a mejorar la seguridad y eficiencia del tránsito, brindando un entorno vial más seguro y funcional, lo que beneficiará



a la comunidad en su conjunto. Además, un pavimento en buenas condiciones promueve el desarrollo comercial y turístico, fortaleciendo la economía local.

3.4.4 Justificación ambiental

Desde un enfoque ambiental, las fallas en los pavimentos rígidos pueden generar impactos negativos, como la generación de polvo, acumulación de residuos de concreto y contaminación del aire debido al aumento del consumo de combustible por parte de los vehículos que circulan en condiciones adversas. Además, los materiales utilizados en la rehabilitación del pavimento deben ser seleccionados de manera responsable para minimizar la extracción de recursos naturales y reducir la huella de carbono. Esta investigación permitirá identificar técnicas y materiales más sostenibles para la reparación del pavimento, fomentando el uso de tecnologías ecológicas y métodos de mantenimiento menos invasivos para el medio ambiente.

3.5 Hipótesis de la investigación

3.5.1 Hipótesis general

Las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca, son fisuras con gravedad media y las propuestas de intervención será de un mantenimiento preventivo.

3.5.2 Hipótesis específicas.

- a. Los tipos de fallas de mayor incidencia y el nivel de gravedad que presenta los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca, son las grietas grandes y descascaramiento de junta, con gravedades medias y altas.
- b. El índice de condición de pavimento por tramos y a nivel general en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca, es 35 con un estado regular.

- c. Las alternativas de intervención o solución de los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca, es de mantenimiento rutinario con sellado de fisuras.

3.6 Variables e indicadores

3.6.1 Variable independiente

Condición superficial de vías a nivel de pavimento rígido

3.6.2 Variable dependiente

Propuesta de alternativas de intervención

3.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Condición superficial de vías a nivel de pavimento rígido	Estado físico del pavimento rígido en términos de su capacidad estructural y funcional para soportar la carga de tránsito.	- Índice de condición del pavimento (PCI).	- Defectos superficiales - Irregularidad del pavimento - Grietas y fisuras - Desgaste y erosión	- Inspección visual
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Propuesta de alternativas de intervención	Medidas correctivas y preventivas para mejorar la calidad y durabilidad del pavimento rígido en la vía de estudio.	- Rehabilitación - Mantenimiento	- Tipo de intervención recomendada	- Análisis técnico



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes de la investigación

4.1.1 Antecedentes internacionales

Según, Liu et al., (2024) en su trabajo titulado “Una revisión sistemática de pavimentos compuestos rígido-flexibles”, han abordado su diseño, comportamiento mecánico y desafíos asociados con su implementación. En este sentido, una revisión exhaustiva de la literatura ha permitido identificar los avances en su aplicación y las principales problemáticas a resolver para mejorar su durabilidad y eficiencia. Se ha analizado la influencia de la tensión de carga y la tensión térmica, así como sus efectos combinados en la estabilidad del sistema. Uno de los principales desafíos identificados radica en el deterioro de la capa asfáltica, donde se han observado fallas recurrentes como agrietamiento por reflexión, fisuración de arriba hacia abajo, ahuellamiento y falla por compresión-corte. La integridad de la base rígida y la calidad de la unión interlaminar juegan un papel crucial en la vida útil del pavimento compuesto. Se ha comprobado que una base rígida bien estructurada permite reducir las tensiones del tráfico y mitigar los efectos térmicos y de humedad, prolongando la durabilidad del sistema. Sin embargo, las características del material de la base, junto con factores como la formación de grietas y la disposición de juntas, pueden comprometer la adhesión con la capa asfáltica, acelerando



su deterioro. En este sentido, se han desarrollado tecnologías para optimizar el desempeño del pavimento compuesto, enfocadas en mejorar las propiedades de la capa asfáltica, fortalecer la base rígida y optimizar la unión interlaminar. Se han propuesto estrategias como el uso de materiales modificados para la interfaz y el diseño optimizado de estructuras de adherencia para mejorar la resistencia al corte y la estabilidad del pavimento. Dado que la capa de asfalto está sometida a esfuerzos de compresión y corte debido a la diferencia de rigidez entre el hormigón y la mezcla asfáltica, se ha planteado la necesidad de un diseño estructural especializado, orientado a lograr una transición gradual de rigidez y mejorar su capacidad de resistencia a cargas dinámicas. En este contexto, la tendencia futura en el diseño de pavimentos compuestos rígido-flexibles apunta hacia una integración de la estructura y los materiales, de manera que el comportamiento mecánico de cada componente se estudie en conjunto, permitiendo un diseño más eficiente y duradero. En conclusión, la investigación en pavimentos compuestos rígido-flexibles ha avanzado significativamente en la comprensión de su comportamiento estructural, pero persisten desafíos en la optimización de materiales y métodos de diseño. La consolidación de modelos teóricos y experimentales que consideren de manera integral la interacción entre la base rígida y la capa asfáltica es clave para desarrollar pavimentos de mayor rendimiento y vida útil.

Según, Shtayat et al., (2020) en su estudio denominado "Una revisión de los sistemas de monitoreo del estado del pavimento en carreteras pavimentadas y sin pavimentar", investiga la evaluación precisa del estado del pavimento es crucial para determinar la severidad de los daños y los tipos de deterioro, lo que permite establecer estrategias adecuadas de mantenimiento. En este contexto, los sistemas de monitoreo se han convertido en una herramienta fundamental dentro de los procesos de gestión y conservación de carreteras, tanto pavimentadas como no pavimentadas, con el objetivo de garantizar la accesibilidad, la seguridad y la durabilidad de la infraestructura vial. Tradicionalmente, la inspección del pavimento ha requerido significativos recursos de



tiempo y dinero, ya que los agentes de transporte y los investigadores deben realizar evaluaciones en campo, registrar los resultados y analizar los datos para determinar los tratamientos de rehabilitación necesarios. Sin embargo, la evolución tecnológica ha permitido el desarrollo de métodos avanzados de monitoreo, incorporando tecnologías inteligentes y equipos especializados para mejorar la precisión y eficiencia en la recolección de datos. Diversos estudios han abordado el deterioro del pavimento, evaluando los factores que contribuyen a su degradación y proponiendo métodos óptimos para su monitoreo. En este sentido, se han identificado dos enfoques principales: el monitoreo estático y el monitoreo dinámico. Mientras que el sistema estático ha sido menos explorado en la literatura, los sistemas dinámicos han demostrado ser más eficientes, rentables y precisos, debido a la diversidad de dispositivos y tecnologías utilizadas en su implementación. Los sistemas de monitoreo dinámico permiten la recopilación de datos en tiempo real, facilitando un diagnóstico más detallado y reduciendo los costos asociados a las inspecciones manuales. Además, la mayoría de las investigaciones se han centrado en carreteras pavimentadas, mientras que los estudios sobre caminos no pavimentados han sido más limitados, a pesar de la necesidad de estrategias de monitoreo adaptadas a estas vías. En conclusión, la implementación de sistemas de monitoreo basados en tecnologías inteligentes ha mejorado significativamente la precisión en la evaluación del estado del pavimento. No obstante, se requiere mayor investigación en sistemas de monitoreo estático y en el desarrollo de estrategias específicas para carreteras sin pavimentar, con el fin de optimizar el mantenimiento y prolongar la vida útil de las infraestructuras viales.

4.1.2 Antecedentes nacionales

Según, Neyra (2023) su investigación titulada "Valoración del Pavimento Rígido en los Jirones de la Urbanización Amauta aplicando el Método PCI, 2022", se llevó a cabo en la ciudad de Cajamarca, específicamente en las calles de la urbanización Amauta, durante los meses de mayo a julio del año 2022. Su objetivo principal fue evaluar el estado de conservación del pavimento mediante la aplicación del (PCI), dado que las vías de la zona



presentan deficiencias que afectan la calidad del servicio vial. A través de este análisis, se determinó el estado actual del pavimento y se identificaron las principales fallas que afectan su desempeño. Para la evaluación, se delimitó el área de estudio y se realizó una inspección visual en la que se identificaron las fallas existentes en cada Unidad muestral, siguiendo las directrices establecidas en el manual y aplicando la metodología del PCI. Los resultados obtenidos indicaron que, de las unidades evaluadas, 12 unidades se encuentran en estado "REGULAR", 17 unidades presentan un estado "BUENO", 25 unidades fueron clasificadas como "MUY BUENO" y 1 unidad alcanzó la calificación de "EXCELENTE". La condición promedio del pavimento de la urbanización Amauta fue de 66.41, lo que lo sitúa en la categoría "BUENO", de acuerdo con la clasificación del PCI, que establece este rango entre 56 y 70. En cuanto a la codificación de las fallas funcionales del pavimento rígido según el método PCI, se identificó que la mayor incidencia corresponde a pulimento de agregados (40.71%), seguido de parcheos grandes (28.06%), popouts (9.06%), parcheos pequeños (6.28%), grietas lineales (4.66%), desconchamientos (4.10%), grietas de retracción (3.29%) y grietas de esquina (1.28%). Otras fallas presentaron una incidencia menor al 1%. Además, se elaboró un inventario exhaustivo de los componentes defectuosos descubiertos en las unidades de muestreo, y se obtuvieron los siguientes resultados: Había un total de 953 losas con pulido de áridos, 212 losas con salientes, 15 losas con perforaciones, 96 losas con desconchados, 77 losas con grietas de retracción, 12 losas con desconchados en esquinas y 23 losas con desconchados en juntas. Además, había 30 grietas en las esquinas, 8 sellos en las juntas, 1 desnivel carril/berma, 109 grietas lineales, 657 parches grandes y 147 parches pequeños.

Además, Carbajal, (2020) en su investigación titulada "Estudio del estado del pavimento rígido en la avenida Chiclayo, José Leonardo Ortiz, aplicando el método PCI", el objetivo principal de este estudio fue analizar las condiciones del pavimento rígido utilizando el PCI. A través de la utilización de esta tecnología, fue posible determinar el nivel de degradación de la estructura en términos del daño que ya existía. Toda la



información recopilada se registró en los formatos proporcionados por la técnica del PCI, lo que permitió realizar una evaluación sistemática y objetiva de la calidad del firme. En la fase de tratamiento y análisis de los datos, se utilizaron los procedimientos del PCI para calcular el índice final de cada unidad de muestreo inspeccionada y determinar su estado. Con el fin de representar gráficamente las regiones afectadas y facilitar su comprensión, se elaboraron, como medida complementaria, planos de localización y esquematización de las averías. La longitud de la carretera investigada es de seis kilómetros y está dividida en doce unidades de muestreo por cada kilómetro. De acuerdo con la técnica del PCI, se eligieron 69 de estas unidades para un examen más detallado. A continuación se presentan los valores ponderados de PCI por kilómetro que se produjeron, de acuerdo con los resultados que se obtuvieron: 52,63 (Regular), 53,63 (Regular), 54,88 (Regular), 40,80 (Regular - Malo), 49,41 (Regular) y 46,21 (Regular), correspondientemente, para los kilómetros 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Durante la valoración del pavimento rígido de la avenida Chiclayo, el análisis de las fallas predominantes permitió determinar que los deterioros más significativos que se encontraron fueron grietas en esquinas (22 casos), losas partidas (23 casos), grietas lineales (28 casos), parches grandes (29 casos), parches pequeños (30 casos), pulido de agregados (31 casos), y grietas por contracción y desconchamiento de juntas (39 casos). Estas averías se produjeron en varios grados de gravedad, de baja a media y a grave, y tuvieron un impacto considerable en el funcionamiento de la carretera, así como en su seguridad. En conclusión, los resultados indican que el estado general se encuentra en la categoría «regular». Sin embargo, existen algunos tramos que están muy cerca de encontrarse en estado «malo», lo que demuestra la necesidad de implementar acciones de mantenimiento y rehabilitación para mejorar la calidad y durabilidad de la infraestructura vial.

Finalmente Pérez, (2022) nos dice que el presente estudio “Evaluación superficial de pavimento rígido, mediante el método del PCI del Casco Urbano de Cutervo, Cajamarca, 2021”, tuvo como objetivo principal evaluar la condición del pavimento rígido

en el área urbana de Cutervo, Región Cajamarca, utilizando el método (PCI). Esta información nos fue proporcionada por Pérez (2022). Los resultados de esta investigación permitieron determinar el nivel de degradación del pavimento en base al daño ya presente, de acuerdo a las recomendaciones de la norma ASTM D6433 - 03. Como punto adicional de interés, se establecieron los siguientes objetivos particulares: realizar un diagnóstico del estado existente del pavimento rígido; identificar y categorizar las fallas de acuerdo al tipo y grado de las mismas; y determinar el índice de condición del pavimento. La evaluación exhaustiva del estado de la infraestructura viaria fue posible gracias a la aplicación del enfoque PCI a una serie de calles situadas dentro del área urbana de Cutervo. Esto se hizo con el fin de alcanzar el objetivo anteriormente mencionado. La investigación se realizó mediante una metodología aplicada, utilizando un diseño descriptivo-correlacional que no implicó ningún experimento con los participantes. En el transcurso del procedimiento metodológico, se llevó a cabo una inspección visual exhaustiva en varias calles del área metropolitana. Durante esta inspección, se reconocieron los defectos y se documentaron en formularios normalizados de acuerdo con el enfoque PCI. Tras la aplicación de la técnica de PCI, se descubrieron un total de 2.817 fallos en las calles evaluadas, según se desprende de los resultados obtenidos. Se llegó a la conclusión de que la calidad general del pavimento en la zona urbana de Cutervo es «Muy deficiente», basándose en estas categorías específicas, así como en los valores del PCI obtenidos para cada calzada. El área urbana de Cutervo recibió un índice de condición del pavimento (PCI) de 36,94 en promedio, lo que indica que el pavimento tiene que someterse a una restauración inmediata con el fin de restablecer su funcionamiento y mantener la seguridad de las carreteras.

4.1.3 Antecedentes locales

Según Apaza, (2021) su investigación titulada "Evaluación superficial del pavimento flexible por el método PCI para el mejoramiento de la avenida Circunvalación Noroeste, Juliaca-2021", tuvo como objetivo evaluar la función superficial del pavimento flexible que



se utilizó en la Avenida Circunvalación Noroeste de la ciudad de Juliaca. Esta evaluación se realizó aplicando el (ICP). Se buscó calcular el porcentaje del área impactada, identificar los diferentes tipos de daños y la severidad de los mismos, y finalmente, sugerir un método alternativo para mejorar el estado del pavimento. Esta evaluación se llevó a cabo para lograr todos estos objetivos. Se llevó a cabo un proceso de recopilación, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos dentro del mismo estudio, lo que significó que el estudio se enmarcó dentro de una investigación evaluativa de nivel aplicativo. Además, el método que se adoptó a la hora de realizar el estudio fue mixto. Como resultado de las pruebas de laboratorio, se determinó que los fallos en el pavimento comenzaban en los cimientos de la construcción. En cada uno de los tres pozos de prueba examinados se encontró un valor de California Bearing Ratio (CBR) inferior al cien por cien. La fosa 3 fue la más problemática de las tres, con un valor CBR del setenta por ciento. De forma similar, se descubrieron índices de plasticidad superiores al 2%, como el que se descubrió en el pozo de prueba 1, que tenía un 4,64%. Esto demuestra que el material es susceptible a la deformación plástica. En lo que respecta a la granulometría, se descubrió que los materiales que se examinaron en las tres fosas de prueba no cumplían con el huso granulométrico exigido. Esto indica que el material que se utilizó en la base del pavimento era de mala calidad. En conclusión, la aplicación de la técnica del PCI resultó en la determinación de que el pavimento de la Avenida Circunvalación Noroeste se encuentra en un estado «Deficiente», con una puntuación PCI de 31. El grado significativo de degradación que se descubrió durante la evaluación es la razón por la cual este resultado sugiere que la capa asfáltica del pavimento tiene que ser reemplazada lo antes posible sin demora.

Además Quispe, (2022) en su tesis de investigación "Plan de mantenimiento vial en función del PCI para pavimentos rígidos del Jirón Puno de la ciudad de Juliaca, 2022", plantea un plan de mantenimiento vial que se basa en la técnica del PCI. Esto se conseguirá realizando un examen exhaustivo de los diversos tipos de deterioro existentes.



Esta investigación hace uso de la técnica PCI. El enfoque utilizado incluye la aplicación del método PCI. La metodología de la investigación es cuantitativa, el tipo de estudio es aplicado y observacional, y el diseño de la investigación es no experimental ya que se basa en la recogida y análisis de datos sin manipulación de variables. Un total de veintiséis unidades de muestreo, dieciocho, veintidós, veinticuatro y veintiséis losas de hormigón, fueron examinadas y evaluadas durante el proceso de desarrollo de la investigación. El índice de estado del firme (ICP) de todas las unidades de muestra se calculó realizando un reconocimiento visual exhaustivo de cada degradación presente. El resultado fue un valor de 60.6%, lo que demuestra que el pavimento del Jirón Puno se encuentra en un estado «Bueno», según lo determina la categorización de la técnica PCI. Por otro lado, la inspección visual reveló que el concreto ya había empezado a deteriorarse prematuramente, lo que indica que se deben realizar procedimientos de mantenimiento preventivo para mantener la funcionalidad y durabilidad del pavimento. En este sentido, se recomendó que el mantenimiento se llevara a cabo mediante el uso de aditivos, como el aditivo Grupo212, espuma de poliuretano expansible y sellador 11 Fc. En conclusión, los resultados demostraron que el uso de estos aditivos tiene éxito en la curación y sellado de grietas en el pavimento, siempre que los aditivos se utilicen en las dosis indicadas. La conclusión que se puede extraer es que la adopción de este plan de mantenimiento preventivo contribuirá a la mejora de la calidad y resistencia del pavimento en el Jirón Puno, alargando así la vida útil del pavimento y minimizando la necesidad de intervenciones correctivas en el futuro.

Asimismo Canchaco, (2021) en su proyecto "Diagnóstico del pavimento flexible en la carretera Platería – Acora, Puno, 2021, mediante el método PCI y evaluación de la regularidad superficial", tuvo como objetivo principal evaluar el estado del pavimento flexible de la carretera Platería - Acora. Como resultado de este examen se pudo determinar el estado actual del firme, lo que proporcionó una información esencial para el mantenimiento y conservación continuos del mismo. Uno de los métodos más completos



para evaluar el estado de los firmes flexibles es el índice de estado de los firmes (PCI). La utilización de esta técnica permite medir los fallos presentes en la superficie del firme y determinar el nivel de conservación que posee. Este enfoque ha sido publicado en la norma ASTM D6433, que especifica criterios concretos para evaluar el estado operativo del firme y especificar las actividades de mantenimiento necesarias. A continuación, este método se utiliza para determinar las acciones de reparación necesarias. Alternativamente, se utiliza el método del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) para evaluar las imperfecciones presentes en la superficie del pavimento. A efectos de esta investigación, la medición se llevó a cabo con la ayuda de la tecnología MERLIN, que es capaz de producir resultados precisos a la hora de determinar el grado en que la carretera es apta para su uso. Cabe señalar que esta técnica se utilizó por primera vez en Perú en 1993, y desde entonces ha evolucionado hasta convertirse en un instrumento esencial para evaluar la calidad de las carreteras. En base a los resultados obtenidos del estudio de la carretera PE-3S Platería - Acora mediante la técnica del PCI, se determinó que el estado del pavimento flexible es «Muy Malo», con una puntuación PCI de 16,52. De igual forma, la regularidad superficial alcanzó un valor de 2.75 metros por kilómetro, lo que, de acuerdo a estándares internacionales, se considera un estado «Malo». La carretera presenta un ISP (Índice de Presencia de Servicio) de 3.01, lo que indica que entrega un nivel de servicio «Regular», de acuerdo con los hallazgos del análisis del nivel de serviciabilidad. Con base en estos hallazgos, es evidente que el pavimento flexible de la carretera requiere de acciones correctivas para mejorar la transitabilidad de la carretera y las condiciones de seguridad para sus usuarios.

4.2 Bases teóricas

4.2.1 Pavimento

Puede conceptualizarse como una estructura de configuración horizontal, compuesta por una o algunas capas de materiales cuidadosamente seleccionados con

base en criterios técnicos específicos. Estos materiales son sometidos a un proceso de compactación rigurosa con el propósito de garantizar su estabilidad y resistencia. Dicha estructura se encuentra interpuesta entre la subrasante y la superficie de rodadura, desempeñando un papel fundamental en la optimización del tránsito. Su función primordial radica en proporcionar una superficie homogénea y lo suficientemente resistente para soportar las cargas generadas tanto por el tráfico vehicular como por el flujo de peatones. Además, debe ser capaz de resistir las diversas condiciones ambientales a las que se expone, así como otros factores que, con el transcurso del tiempo, podrían comprometer su integridad estructural (Tingal, 2021).

El pavimento se puede definir como una estructura conformada por múltiples capas de materiales seleccionados y sometidos a procesos específicos de tratamiento y compactación, con el objetivo de garantizar una distribución eficiente de las cargas generadas por el tránsito hacia la subrasante. Esta disposición estructural ha sido diseñada considerando aspectos clave como la resistencia mecánica, la durabilidad ante el desgaste producido por el tráfico continuo y la comodidad que brinda a los usuarios, asegurando así un rendimiento óptimo en diferentes condiciones ambientales y de operación (Tingal, 2021).

Desde una perspectiva funcional, el pavimento cumple un rol esencial en la infraestructura vial, ya que su principal propósito es absorber y disipar las cargas inducidas por el tránsito vehicular y peatonal, evitando que estas afecten directamente la subrasante y asegurando una circulación segura, confortable y económicamente viable. Su correcto diseño y mantenimiento permiten no solo mejorar las condiciones de movilidad, sino también contribuir a la sostenibilidad y prolongación de la vida útil de las vías de comunicación. En este sentido, el pavimento no solo facilita el desplazamiento eficiente de los usuarios, sino que también se convierte en un elemento determinante para la conservación y el óptimo desempeño de la red vial en el tiempo (Espeza, 2024).

A lo largo del tiempo, la clasificación de los pavimentos se ha basado en dos categorías principales, las cuales han sido ampliamente utilizadas en la ingeniería de



infraestructura vial: los pavimentos rígidos y los pavimentos flexibles. En particular, los pavimentos rígidos se distinguen por la incorporación de una losa de concreto hidráulico como su componente estructural predominante. Esta losa puede estar directamente apoyada sobre la subrasante, es decir, el terreno natural preparado para soportar la estructura, o bien disponer de una capa intermedia adicional conocida como sub-base. La sub-base cumple una función esencial, ya que sirve como elemento de transición, proporcionando un soporte estructural complementario que mejora la distribución de cargas y contribuye a la estabilidad y durabilidad del pavimento. La implementación de estos pavimentos responde a criterios de resistencia y desempeño a largo plazo, ya que su estructura minimiza la deformación y el desgaste ocasionado por el tránsito continuo, lo que los convierte en una opción ampliamente utilizada en vías de alto tráfico y en sectores donde se requiere una superficie con elevada capacidad portante y durabilidad (Romero & Calderon, 2023).

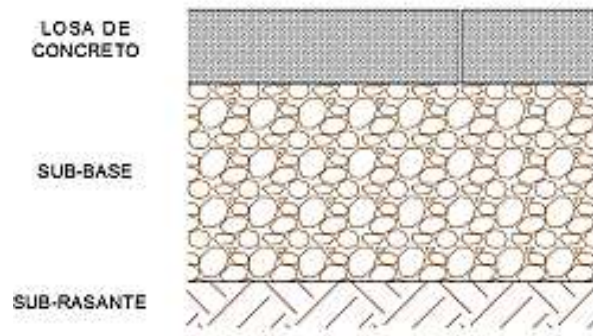
En contraste con las pavimentaciones rígidas, los pavimentos flexibles se caracterizan por la presencia de una capa de rodadura compuesta por una mezcla asfáltica, la cual se encuentra asentada sobre una serie de capas estructurales subyacentes que incluyen la base y la sub-base. Estas capas cumplen funciones fundamentales en la distribución de esfuerzos, ya que permiten transferir y disipar de manera eficiente las cargas inducidas por el tránsito hacia la subrasante, que es el terreno natural preparado para soportar la estructura del pavimento (Romero & Calderon, 2023).

Una de las principales ventajas de los pavimentos flexibles radica en su capacidad para adaptarse a las condiciones de carga sin sufrir fracturas significativas. Gracias a su naturaleza flexible, pueden absorber y redistribuir las deformaciones generadas por el tráfico y los cambios en las condiciones del suelo, lo que minimiza la aparición de grietas y fisuras. Esta propiedad les otorga una mayor resistencia a variaciones en el clima y el volumen de tránsito, favoreciendo su desempeño en una amplia gama de aplicaciones viales. Su diseño estructural permite que la carga vehicular se distribuya progresivamente a través de las capas, evitando concentraciones de esfuerzos que podrían comprometer

su estabilidad. Por ello, los pavimentos flexibles son una opción ampliamente utilizada en carreteras urbanas, autopistas, caminos rurales y otros tipos de infraestructura vial, ya que garantizan una superficie de circulación cómoda, segura y con una vida útil prolongada, siempre que se realicen los mantenimientos adecuados. (Fa Ching & Gonzalez, 2023).

Figura 1

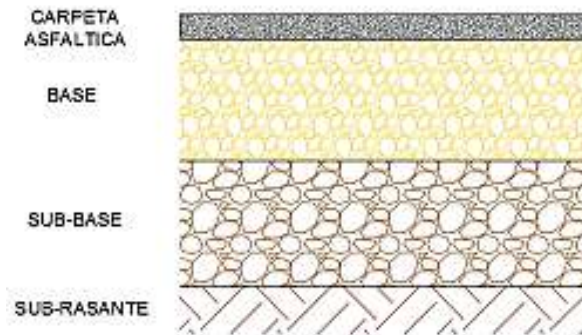
Pavimentación rígida



Nota. Extraída de (Fa Ching & Gonzalez, 2023).

Figura 2

Pavimentación flexible



Nota. Extraída de (Fa Ching & Gonzalez, 2023).

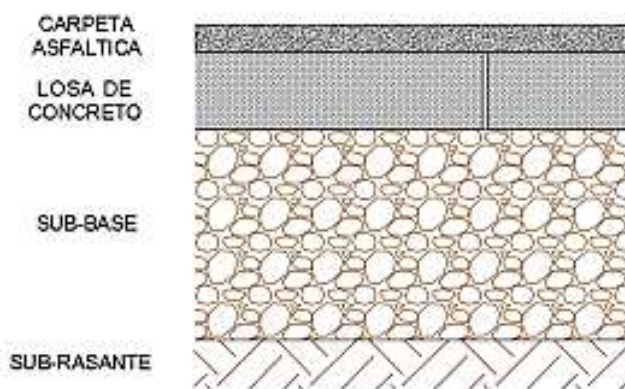
Además de las categorías tradicionales de pavimentos que han sido previamente descritas, en la actualidad existe un tipo adicional conocido como pavimento compuesto. Este tipo de estructura vial se caracteriza por la combinación estratégica de distintos sistemas de pavimentación, integrando tanto elementos de los pavimentos flexibles como de los pavimentos rígidos (Mendoza, 2019).

Generalmente, en este tipo de configuración, la capa rígida se encuentra en la parte inferior, funcionando como una base de soporte estructural, mientras que la capa flexible se dispone en la parte superior, actuando como una superficie de rodadura que otorga mayor capacidad de absorción de esfuerzos y deformaciones. Esta disposición permite aprovechar las ventajas de ambos tipos de pavimentos, optimizando el desempeño de la estructura ante las cargas vehiculares y las condiciones climáticas adversas.

Dado su comportamiento intermedio entre las particularidades de los pavimentos puramente flexibles y los completamente rígidos, este tipo de pavimentación también es comúnmente denominado pavimento semirrígido o semiflexible. Su uso ha cobrado relevancia en proyectos de infraestructura vial donde se busca equilibrar resistencia estructural y adaptabilidad, prolongando la vida útil del pavimento y reduciendo la necesidad de mantenimiento frecuente (Mendoza, 2019).

Figura 3

Pavimentación compuesta



Nota. Extraída de (Fa Ching & Gonzalez, 2023).

4.2.2 Evaluativa de una pavimentación rígida

El análisis del comportamiento y los métodos de evaluación del pavimento se refieren al conjunto de estudios, técnicas e inspecciones que permiten comprender el desempeño estructural y funcional de una superficie vial a lo largo del tiempo. Este análisis es fundamental para determinar la capacidad del pavimento para resistir cargas dinámicas,

factores climáticos y otras condiciones que puedan afectar su durabilidad y eficiencia en la circulación vehicular y peatonal (Tafur, 2021).

Para llevar a cabo este proceso, se emplean distintos métodos de evaluación, los cuales se agrupan en tres principales categorías:

- Evaluación funcional: Analiza la calidad del pavimento desde la perspectiva del usuario, considerando aspectos como la comodidad y seguridad en la conducción. Se estudian parámetros como la regularidad superficial y la adherencia del pavimento.
- Evaluación estructural: Se enfoca en la capacidad del pavimento para soportar cargas sin sufrir deterioros significativos. Para ello, se emplean ensayos que miden la resistencia y rigidez de las capas del pavimento, permitiendo prever su vida útil y necesidad de refuerzo (Granda, 2019).

4.2.2.1 Desempeño Funcional

El rendimiento funcional de un pavimento de concreto se relaciona directamente con su capacidad de proporcionar una superficie de rodadura segura, cómoda y eficiente para los usuarios. En este sentido, una de las propiedades más relevantes es la regularidad o rugosidad de la superficie, ya que influye significativamente en la experiencia del conductor y en el comportamiento del pavimento frente a distintos factores externos (Morales & Ortega, 2019). No obstante, existen otras características que también desempeñan un papel fundamental en su desempeño, tales como:

- Textura de la superficie.
- Capacidad de generar fricción adecuada.
- Diseño geométrico de la vía, incluyendo peralte y radios de curvatura.
- Presencia de fisuras y su evolución en el tiempo.

Entre estos factores, la regularidad superficial es la característica más perceptible para los usuarios, ya que incide directamente en la calidad del desplazamiento. Su impacto se traduce en efectos como la generación de vibraciones, el incremento en los niveles de desgaste del pavimento y los vehículos, el consumo energético adicional y el posible deterioro de mercancías transportadas. En consecuencia, la comodidad de la conducción dependerá tanto de las condiciones propias del vehículo como del perfil longitudinal del pavimento (Morales & Ortega, 2019).

La textura superficial es un elemento clave para garantizar tanto la seguridad como la comodidad en la circulación. Además, su mantenimiento adecuado es esencial para la conservación de las vías. Esta característica influye en la cabida del pavimento para dejar agua en la zona de contacto entre la rueda y la superficie de rodadura, lo que a su vez afecta el coeficiente de fricción del pavimento. Dicho coeficiente es determinante para asegurar una adherencia eficiente entre los neumáticos y la vía, reduciendo así los riesgos de deslizamiento y mejorando el control del vehículo (Doig, 2020).

Por otro lado, la aparición de fisuras representa una señal de advertencia sobre posibles fallas estructurales en la vía. Estas fisuras suelen ser indicativas de que el pavimento está sometido a esfuerzos que han superado su capacidad de resistencia, ya sea debido a las condiciones climáticas extremas o al tráfico excesivo. Para los ingenieros encargados del mantenimiento vial, la detección temprana de fisuras es crucial, ya que permite implementar acciones correctivas a tiempo y evitar un incremento en los costos de conservación de la infraestructura. Si no se toman medidas adecuadas, el deterioro del pavimento puede avanzar rápidamente, afectando su funcionalidad y reduciendo su vida útil (García, 2022).

4.2.2.2 Desempeño estructural

El comportamiento estructural de un pavimento de concreto está directamente relacionado con su capacidad para resistir las cargas aplicadas a lo largo de su vida útil, manteniendo su funcionalidad sin presentar fallas prematuras. A lo largo del tiempo, la acción constante de los vehículos, en especial los de gran tonelaje, genera un desgaste

progresivo que afecta la capacidad de soporte del pavimento. Este deterioro se produce de manera gradual, comprometiendo la estabilidad y resistencia de la estructura vial (Bobadilla & Vásquez, 2021).

Uno de los aspectos más distintivos de los pavimentos de concreto es su mecanismo de transmisión de cargas, el cual se lleva a cabo a través de juntas y fisuras. Dichos elementos permiten la distribución de los esfuerzos inducidos por el tráfico, evitando que las cargas se concentren en un solo punto y reduzcan la integridad estructural del pavimento (Saucedo, 2023).

Para evaluar la capacidad estructural de un pavimento de concreto, una de las técnicas más utilizadas es la medición de la deflexión o el desplazamiento vertical que ocurre en los bordes y juntas del pavimento bajo una carga de referencia normalizada. Este parámetro es fundamental, ya que una deflexión excesiva puede desencadenar un fenómeno conocido como bombeo de la subbase, en el cual las partículas finas del suelo subyacente se desplazan hacia la superficie debido a los movimientos repetitivos de carga. Este proceso debilita progresivamente la base del pavimento, provocando la pérdida de soporte estructural y aumentando el riesgo de fractura de la losa de concreto (Vasquez, 2017).

Por lo tanto, el monitoreo continuo del comportamiento estructural del pavimento es fundamental para avalar su estabilidad y prolongar su vida útil. La implementación de estrategias de mantenimiento oportunas, basadas en la medición de deflexiones y la detección temprana de deterioros, permite minimizar costos de rehabilitación y evitar fallas catastróficas que afecten la operatividad de la vía.

4.2.2.3 Factores que afectan el pavimento

El pavimento de concreto es una estructura que, debido a su gran extensión superficial en comparación con su volumen, se encuentra expuesta constantemente a la acción del entorno. A lo largo de su vida útil, esta infraestructura vial está sujeta a la influencia de factores ambientales, como los cambios térmicos que ocurren diariamente y

las variaciones estacionales en los niveles de humedad. Además, el pavimento experimenta cargas constantes derivadas del tránsito vehicular, las cuales inciden en su desempeño y pueden acelerar su deterioro. En términos generales, el clima y el tráfico son los dos elementos principales que afectan el comportamiento de los pavimentos rígidos, influyendo tanto en su estabilidad estructural como en su durabilidad a largo plazo (Torres, 2018).

Tránsito Vehicular

El tránsito vehicular ejerce un impacto significativo sobre los pavimentos de concreto, siendo uno de los principales factores que contribuyen a su desgaste y deterioro progresivo. A medida que los vehículos, especialmente aquellos que transportan cargas pesadas y poseen ejes con grandes pesos, circulan repetidamente sobre la zona de la losa de concreto, se generan diversas tensiones y deformaciones en la estructura. Durante este proceso, se pueden identificar dos efectos mecánicos predominantes que inciden en el comportamiento del pavimento:

- Esfuerzos de flexión en la losa de concreto.
- Deflexiones en juntas, grietas, esquinas y bordes del pavimento.

A lo largo del tiempo, la repetición cíclica de estas cargas vehiculares provoca un fenómeno conocido como fatiga estructural en el material, lo que genera la aparición progresiva de fisuras en las zonas de mayor vulnerabilidad. Estas grietas, inicialmente superficiales, pueden extenderse hacia capas más profundas del pavimento, afectando progresivamente la totalidad del espesor de la losa. Como consecuencia, la integridad estructural del pavimento se ve comprometida, lo que puede derivar en un deterioro acelerado de la superficie y en la aparición de defectos más severos (Narváez, 2018).

Si no se implementan estrategias de mantenimiento oportunas y adecuadas, la acumulación de estos daños puede evolucionar hasta alcanzar un estado crítico, requiriendo intervenciones de rehabilitación más complejas y costosas. En este sentido, la planificación y ejecución de actividades de conservación preventiva juegan un papel

fundamental en la prolongación de la vida útil del pavimento, permitiendo reducir costos de reparación y garantizar condiciones óptimas de servicio para el tránsito vehicular (Narváez, 2018).

Figura 4

Agrietamientos



Nota. Extraída de (Narváez, 2018).

Influencia del Medio Ambiente

Las condiciones climáticas juegan un papel clave en el desempeño de la pavimentación rígida, ya que factores como la temperatura y la humedad pueden afectar sus propiedades mecánicas y estructurales. La variabilidad térmica provoca expansiones y contracciones en el material, mientras que la presencia de agua en distintas formas puede comprometer la resistencia y estabilidad del pavimento (Tapia, 2018).

El agua es particularmente dañina para los pavimentos de concreto, ya que su infiltración a través de la superficie, las juntas o las fisuras puede generar diversas problemáticas, tales como:

- Inestabilidad de la subrasante: La acumulación de humedad en el suelo de soporte debilita su capacidad portante, lo que puede derivar en asentamientos irregulares y deformaciones del pavimento.
- Fenómeno de bombeo: Cuando el agua atrapada en la subbase se moviliza por la acción repetitiva de las cargas del tráfico, se produce el arrastre de partículas finas

del suelo, lo que reduce la capacidad de soporte de la estructura y acelera su deterioro.

- Fisuración por durabilidad: La combinación de humedad y variaciones de temperatura puede generar fisuras en la losa de concreto, comprometiendo su resistencia y facilitando la penetración de agentes externos que deterioran aún más el pavimento.

En conclusión, el comportamiento de los firmes rígidos viene determinado por una combinación de factores, entre ellos la presencia de tráfico pesado y las circunstancias del entorno. Es posible que la interacción entre estos elementos acelere el proceso de deterioro y repercuta en el funcionamiento de la infraestructura viaria. Por este motivo, es muy necesario poner en marcha técnicas de vigilancia y mantenimiento preventivo para atenuar el impacto de estos efectos y prolongar la vida útil del firme (Atoccsa, 2024).

4.2.3 Método PCI

Es una de las técnicas más completa y ampliamente utilizadas para evaluar la calidad y el estado de los pavimentos, ya sean flexibles o rígidos. Su principal ventaja radica en la facilidad de implementación, ya que no se requieren herramientas o equipos especializados para su aplicación, lo que lo convierte en un método accesible y eficiente para determinar el nivel de deterioro de una superficie vial.

El deterioro de un pavimento es el resultado de diversos factores que afectan su estructura con el paso del tiempo. En este sentido, el PCI considera tres aspectos fundamentales para cuantificar el nivel de afectación:

- Tipo de daño presente en el pavimento.
- Grado de severidad con el que se manifiesta el deterioro.
- Densidad o frecuencia con la que ocurre el daño en la superficie.

Estos tres parámetros se incorporan dentro del análisis como "valores deducidos", los cuales permiten asignar un puntaje que representa la magnitud del deterioro y su impacto en la funcionalidad del pavimento. Gracias a esta metodología, es posible obtener

una clasificación objetiva del estado de la vía, contribuyendo a la selección de estrategias de mantenimiento y recuperación (Regalado, 2023).

El PCI es expresado a través de un índice numérico, cuyo rango varía entre 0 y 100. Un valor de cero(0) indica que el pavimento presenta un grado crítico de deterioro, con daños severos que afectan su capacidad estructural y funcional, mientras que un puntaje de cien (100) representa un pavimento en condiciones óptimas, sin signos evidentes de desgaste o fallas estructurales.

Este método se ha convertido en una herramienta esencial dentro del ámbito de la ingeniería vial, ya que permite evaluar de manera precisa el estado de una carretera o infraestructura de pavimento, proporcionando datos confiables para la planificación de intervenciones preventivas o correctivas, con el fin de garantizar su adecuado desempeño y prolongar su vida útil (Correa, 2024).

4.2.4 Procedimiento de la evaluación de un pavimento rígido

El análisis del estado de un pavimento rígido se desarrolla en dos fases principales:

- Trabajo de campo, donde se identifican y clasifican los distintos tipos de daños presentes en la superficie del pavimento, considerando su tipo, nivel de severidad y extensión. Esta evaluación se lleva a cabo conforme a los criterios establecidos en el Catálogo de Fallas del (PCI) para pavimentos rígidos.
- Cálculo y análisis, en el cual se cuantifican los daños identificados en campo para determinar el impacto de las fallas en la funcionalidad del pavimento y establecer el índice PCI correspondiente.

Cada uno de los factores analizados en la evaluación contribuye a una valoración integral del estado del pavimento, permitiendo tomar decisiones informadas sobre su mantenimiento y rehabilitación (Ortega, 2024).

1. Clasificación de los tipos de fallas

Constituye una metodología estandarizada ampliamente utilizada para valuar el estado de conservación de los pavimentos, tanto rígidos como flexibles. Este sistema de

evaluación se fundamenta en la identificación, clasificación y cuantificación de las distintas fallas que pueden manifestarse en la superficie del pavimento a lo largo del tiempo. A través de una inspección detallada, se procede a la observación y medición de los defectos visibles, lo que permite obtener un diagnóstico preciso sobre las condiciones estructurales y funcionales (Villar, 2023).

La aplicación de esta metodología facilita la determinación del grado de deterioro del pavimento, proporcionando información clave para la planificación de intervenciones de mantenimiento o rehabilitación, según sea necesario. Al asignar un valor numérico al estado del pavimento, el PCI permite a los responsables de la gestión vial tomar decisiones fundamentadas respecto a la priorización de trabajos de conservación, optimizando así los recursos disponibles y prolongando la vida útil de la infraestructura.

En este sentido, el uso del PCI resulta fundamental dentro de los programas de gestión y mantenimiento de pavimentos, ya que posibilita una evaluación objetiva y sistemática del desempeño de las vías, contribuyendo a la implementación de estrategias de conservación que garanticen condiciones óptimas para la circulación vehicular y peatonal.

Las fallas se pueden clasificar en diferentes tipos según su origen y severidad, las cuales se evalúan mediante inspecciones visuales y el uso de fichas de inspección estructuradas. Según la metodología del PCI, estas fallas se agrupan en fisuras, deterioro superficial, deformaciones y defectos estructurales (Villar, 2023).

El primer paso en la evaluación de un pavimento rígido es identificar el tipo de falla presente en la superficie. Estas fallas pueden manifestarse de diferentes formas y su naturaleza varía dependiendo de las condiciones del tráfico, los materiales empleados y los factores ambientales. Las fallas en pavimentos rígidos incluyen:

- Buckling: Este tipo de falla ocurre cuando la expansión del concreto, debido a la humedad o a una reacción química (como la expansión por álcalis reactividad-silice), provoca que el pavimento se hinche o se levante. Esto genera abultamientos en la

superficie del pavimento, lo cual puede ser peligroso ya que crea irregularidades que afectan la seguridad de la vía.

- **Grieta de esquina:** Son grietas que se presentan en las esquinas del pavimento, comúnmente causadas por una carga excesiva en esas áreas, combinada con la falta de soporte adecuado en los bordes. Este tipo de grieta puede llevar a una rápida degradación de las secciones de pavimento cercanas a las esquinas.
- **Losa dividida:** Este tipo de fallo ocurre cuando una losa de pavimento de concreto se divide en dos o más piezas, lo que puede ser resultado de una combinación de fatiga del material, tráfico pesado o una deficiencia en el proceso de curado. Las divisiones pueden comprometer la integridad del pavimento y generar superficies irregulares.
- **Grieta de durabilidad "D":** Estas grietas están relacionadas con la baja durabilidad del concreto. Pueden ser el resultado de una mala mezcla o de condiciones ambientales extremas que causan la degradación del material a lo largo del tiempo.
- **Escala:** La escala se refiere a la acción de la superficie del pavimento que comienza a desprenderse en pequeñas capas debido a factores ambientales, como las heladas, la acción de sales, o el desgaste por tráfico.
- **Sello de junta:** Falla en la junta de expansión o contracción del pavimento, lo que causa una pérdida de la capacidad de aislamiento entre las losas de concreto. La falta de un sello adecuado puede permitir la entrada de agua y otros agentes, lo que acelera el proceso de deterioro del pavimento.
- **Desnivel Carril/Berma:** Este tipo de falla ocurre cuando el pavimento presenta un desnivel en el carril o la berma, lo que puede ser causado por asentamientos irregulares del suelo, tráfico continuo o una construcción deficiente.
- **Grieta lineal:** Las grietas lineales son fisuras que se desarrollan a lo largo de una línea recta en el pavimento de concreto, generalmente a lo largo de las juntas o entre las losas. Estas grietas pueden ser provocadas por cambios térmicos, movimientos del terreno o un diseño inadecuado del pavimento.



- **Parqueo (grande):** Este tipo de falla ocurre cuando se necesita reparar una sección extensa del pavimento debido a grietas, hundimientos o desgaste generalizado. El proceso de parqueo implica la aplicación de una nueva capa de concreto en la zona dañada para restaurar la funcionalidad de la vía.
- **Parqueo (pequeño):** Similar al parqueo grande, pero esta reparación se utiliza para áreas más pequeñas de pavimento dañadas por grietas o desgaste local. Generalmente, se aplica una capa delgada de concreto o mezcla asfáltica para restaurar la superficie sin tener que renovar una sección completa.
- **Pulimiento de agregados:** El pulimiento de agregados ocurre cuando los materiales de la superficie del pavimento (como los áridos o agregados) se desgastan por la acción del tráfico, lo que hace que pierdan su rugosidad y capacidad de adherencia.
- **Popouts:** Son pequeños fragmentos del pavimento de concreto que se desprenden debido a la expansión del agua que se encuentra dentro de los poros del concreto. Esto puede ser causado por una reacción química o por la congelación del agua dentro de la mezcla.
- **Bombeo:** El bombeo ocurre cuando el agua atrapada debajo del pavimento se expulsa hacia la superficie debido a la acción del tráfico, creando hoyos o depresiones. Esto debilita la estructura del pavimento y puede generar agujeros, especialmente en áreas con alta humedad.
- **Punzonamiento:** El punzonamiento es un tipo de fallo que ocurre cuando se ejerce una carga concentrada sobre una pequeña área del pavimento, lo que puede llevar a la fractura o colapso de esa sección específica. Este tipo de daño es más frecuente en pavimentos que no tienen suficiente resistencia estructural en sus puntos más vulnerables.
- **Cruce de vía férrea:** El cruce de vías férreas es una de las zonas más propensas a fallas en pavimentos de concreto debido a las cargas dinámicas y la vibración generada por el paso frecuente de trenes. Las fisuras y el desgaste son comunes en estas áreas debido a la repetida compresión y descompresión de las losas.



- **Desconchamiento:** Este fallo ocurre cuando pequeñas partes del pavimento de concreto se desprenden, generalmente debido a la corrosión de los agregados o a factores ambientales como la humedad y el congelamiento.
- **Retracción:** La retracción es el fenómeno que ocurre cuando el concreto se reduce de volumen debido a la evaporación del agua durante el proceso de curado, lo que puede generar grietas o fisuras. Estas grietas son superficiales, pero pueden afectar la durabilidad del pavimento si no se controlan adecuadamente.
- **Descascaramiento de esquina:** El descascaramiento de esquina es un tipo de daño que ocurre en las esquinas de las losas de pavimento debido a la combinación de tensiones térmicas y el impacto constante de las cargas vehiculares. Las esquinas de las losas se debilitan y pueden desintegrarse o romperse en fragmentos.
- **Descascaramiento de junta:** El descascaramiento de junta se refiere a la pérdida de material en las juntas del pavimento, lo que puede ser provocado por la descomposición del material de sellado o por la expansión y contracción repetida debido a cambios de temperatura (Cruz, 2023).

Todos estos daños son detallados en el Manual de Evaluación de la Condición de Pavimentos, el cual proporciona lineamientos precisos para su identificación y registro. La metodología del PCI asigna un puntaje de 0 a 100 según el estado del pavimento, donde 0 indica una condición muy mala (requiere reconstrucción) y 100 indica un pavimento en excelente estado. Este sistema es clave para la gestión del mantenimiento vial, ya que permite priorizar intervenciones y optimizar recursos en la rehabilitación de pavimentos rígidos (Cruz, 2023).

2. Severidad del deterioro

El nivel de severidad de una falla en el pavimento indica la magnitud del daño y la urgencia de su reparación. A medida que aumenta la severidad, el impacto sobre la funcionalidad de la vía y la comodidad del usuario se vuelve más significativo. Para medir

este aspecto, se toma en cuenta la percepción del conductor al transitar sobre la vía en un automóvil a velocidad legal. Se establecen tres niveles de severidad:

- Bajo (B): Se perciben ligeras vibraciones dentro del vehículo, pero no afectan significativamente la comodidad del conductor ni requieren una reducción de velocidad.
- Medio (M): Las vibraciones son más intensas y se torna necesario reducir la velocidad para mantener un nivel aceptable de comodidad y seguridad.
- Alto (A): Las vibraciones son excesivas, afectando de manera considerable la experiencia del usuario. La reducción de velocidad es obligatoria para evitar daños en el vehículo y prevenir situaciones de riesgo.

La severidad del daño influye directamente en la planificación de medidas correctivas, determinando si es necesario aplicar un mantenimiento rutinario o si se requiere una intervención más profunda (Aguilar, 2021).

3. Extensión del daño

El último criterio a evaluar es la extensión de la falla, la cual se mide en función del número de veces que una determinada anomalía se repite en una o varias losas del pavimento. Cuanto mayor sea la extensión del daño, mayor será su repercusión en el estado general del pavimento y más inmediata deberá ser la acción correctiva.

Para asegurar la correcta recolección de datos durante la evaluación, se utilizan formatos estandarizados diseñados específicamente para pavimentos rígidos. Estos registros permiten documentar cada anomalía detectada en campo, proporcionando una base sólida para la posterior etapa de análisis y cálculo del PCI (Lizana & Vargas, 2024).

El procedimiento de valoración de un pavimento rígido es un proceso estructurado que permite obtener un diagnóstico preciso de su estado. A través de la identificación de fallas, la determinación de su severidad y el análisis de su extensión, es posible clasificar el nivel de deterioro del pavimento y establecer planes de mantenimiento adecuados. Esta

metodología garantiza que las infraestructuras viales sean intervenidas a tiempo, prolongando su vida útil y optimizando los recursos destinados a su conservación (Leandro, 2024).

4.2.5 Mantenimientos en pavimentación según PCI

En la Figura se presentan los distintos rangos de apreciación del (PCI), junto con su respectiva escala de clasificación, nivel de servicio y las actividades de mantenimiento recomendadas para cada estado. La correcta interpretación de estos rangos permite determinar las estrategias más adecuadas para la conservación y rehabilitación de la infraestructura vial, asegurando su funcionalidad y prolongando su vida útil (Huete, 2021).

Figura 5

Escala de clasificación-PCI

PCI	Escala de Clasificación	Nivel de Servicio	Actividad de Mantenimiento
100	Bueno	NS A	<i>Mantenimiento Rutinario</i>
85	Satisfactorio	NS B	<i>Mantenimiento Preventivo</i>
70	Regular	NS C	<i>Rehabilitación</i>
55	Malo	NS D	<i>Rehabilitación Mayor o Acción Diferida</i>
40	Muy Malo	NS E	
25	Grave	NS F	<i>Reconstrucción</i>
10	Colapsado		
0			

Nota: Extraída de (Huete, 2021).

2.2.5.1. Mantenimiento Rutinario

El mantenimiento rutinario abarca todas aquellas actividades que se ejecutan periódicamente con el fin de conservar la estructura del pavimento en condiciones óptimas. Estas acciones tienen un carácter sistemático y continuo, realizándose con frecuencia diaria o periódica según la necesidad de la vía. Se enfocan en la corrección de daños menores y localizados, permitiendo que el pavimento alcance la vida útil esperada sin comprometer su integridad estructural.

Las intervenciones dentro de esta categoría suelen ser de naturaleza correctiva, abordando problemas como el sellado de fisuras, la limpieza de drenajes y la reparación puntual de pequeñas fallas superficiales, con el objetivo de evitar su progresión hacia deterioros más graves que requieran intervenciones más costosas (Cachay, 2023).

Técnicas de mantenimiento rutinario:

- Molienda Diamantada (Diamond Grinding): Esta técnica corrige imperfecciones superficiales, mejora la textura del pavimento y reduce el ruido, aumentando la seguridad y comodidad del tránsito (Roshandeh et al., 2022).
- Sellado de Grietas y Juntas: Aplicación de selladores para prevenir la infiltración de agua y la entrada de contaminantes, reduciendo el riesgo de deterioro estructural (Cachay, 2023).

2.2.5.2. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se basa en la aplicación de estrategias destinadas a evitar que los deterioros menores evolucionen hasta convertirse en problemas estructurales graves. A diferencia del mantenimiento rutinario, este tipo de intervención no solo corrige fallas incipientes, sino que también tiene un enfoque proactivo, actuando antes de que los daños sean significativos.

Este tipo de mantenimiento es ideal para pavimentos que aún se encuentran en buenas condiciones generales. Su propósito es preservar la infraestructura, prolongar su vida útil y optimizar su desempeño funcional, evitando la necesidad de rehabilitaciones prematuras. Cabe destacar que estas acciones no aumentan la capacidad estructural del

pavimento, sino que buscan mantener sus características originales por más tiempo (Jara, 2022).

Técnicas de mantenimiento preventivo:

- Revestimientos de Concreto Premezclado (PCC Overlays): Aplicación de capas delgadas de concreto sobre pavimentos existentes para mejorar la durabilidad y la capacidad estructural, reduciendo la necesidad de mantenimiento frecuente (Silva et al., 2024).
- Rehabilitación de Juntas con Barras de Dowel (Dowel Bar Retrofit): Instalación de barras de acero epoxídicas para mejorar la transferencia de carga en juntas y grietas, aumentando la vida útil del pavimento (Naseri et al., 2024).

2.2.5.3. Rehabilitación del Pavimento

Cuando el pavimento presenta un nivel de deterioro considerable que no puede ser solucionado con mantenimiento preventivo, es necesario recurrir a procesos de rehabilitación. Este tipo de intervención busca restaurar la capacidad estructural original del pavimento y mejorar su nivel de servicio, garantizando seguridad y comodidad para los usuarios (Fernandez, 2021).

Existen dos tipos principales de rehabilitación:

- **Rehabilitación Menor (Superficial)**

También conocida como "Rehabilitación Superficial", esta técnica está orientada a la corrección de fallas que afectan únicamente la capa superficial del pavimento. Se centra en mejoras no estructurales, es decir, no se realizan modificaciones en la capacidad portante del pavimento. Su propósito es eliminar defectos visibles de la superficie, mejorando la comodidad y seguridad sin intervenir en la resistencia estructural.

Dado que este tipo de intervención no altera significativamente la estructura del pavimento, se clasifica dentro de las estrategias de preservación de pavimentos (Acuña, 2021).

- **Rehabilitación Mayor (Estructural)**

También denominada "Rehabilitación Estructural", este proceso implica modificaciones significativas en la resistencia y capacidad de carga del pavimento. Se emplea cuando las fallas detectadas afectan no solo la superficie, sino también las capas internas de la estructura, comprometiendo su estabilidad.

Las mejoras realizadas en una rehabilitación mayor tienen el propósito de extender la vida útil del pavimento existente y fortalecer su capacidad para soportar cargas más elevadas, asegurando su correcto funcionamiento ante las exigencias del tráfico pesado (Sánchez, 2023).

Técnicas de rehabilitación estructural:

- El **Whitetopping** es una técnica de rehabilitación en la que se aplica una capa delgada de concreto de alta resistencia sobre pavimentos de concreto o asfaltos deteriorados. Este método mejora la capacidad estructural del pavimento y extiende su vida útil sin necesidad de reconstrucción completa. Se utilizan aditivos para aumentar la adherencia entre la capa existente y la nueva capa de concreto (Silva et al., 2024).
- El **refuerzo de fibra en concreto** es una técnica avanzada que involucra la incorporación de fibra de acero o fibra sintética en el concreto durante la rehabilitación del pavimento. Estas fibras mejoran la resistencia y flexibilidad del pavimento, reduciendo las grietas y aumentando la capacidad de carga (Mishra et al., 2022).
- El **GPR** (Ground Penetrating Radar) se utiliza para evaluar la integridad estructural de los pavimentos antes de realizar la rehabilitación. Esta tecnología no destructiva permite identificar fallas internas, grietas y otros problemas que no son visibles en la superficie, ayudando a planificar intervenciones más precisas y efectivas (Mishra et al., 2022).



4.3 Marco conceptual

2.3.1. Condición del pavimento

La condición del pavimento se refiere al estado físico y funcional de una superficie vial en un momento determinado, evaluando su capacidad para soportar cargas vehiculares y ofrecer seguridad y comodidad a los usuarios. Se determina a través de indicadores como la presencia de fisuras, baches, deformaciones y pérdida de textura, así como mediante metodologías estandarizadas como el (PCI). La evaluación de esta condición es fundamental para la planificación del mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura vial, garantizando su óptimo desempeño y prolongando su vida útil.

2.3.2. Degradación del pavimento

La degradación del pavimento es el proceso progresivo de deterioro que afecta la estructura y funcionalidad de una vía debido a factores mecánicos, climáticos y ambientales. Entre las principales causas de degradación se encuentran la fatiga por tráfico pesado, la acción del agua y los cambios de temperatura que generan contracción y expansión en el material. Este fenómeno puede manifestarse a través de fisuras, desprendimientos, baches y deformaciones, afectando la seguridad y eficiencia del tránsito. La prevención y control de la degradación del pavimento requieren un adecuado diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura vial.

2.3.3. Evaluación

La evaluación en ingeniería de pavimentos consiste en la recopilación y análisis de datos para determinar el estado actual de una vía y su nivel de deterioro. Este proceso implica el uso de métodos visuales, mediciones estructurales y ensayos de laboratorio para diagnosticar problemas y planificar soluciones. Herramientas como el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el análisis de deflexiones permiten cuantificar la severidad de las



fallas y tomar decisiones fundamentadas sobre el mantenimiento o rehabilitación del pavimento.

2.3.4. Fallas superficiales

Las fallas superficiales son defectos que afectan la capa superior del concreto y pueden comprometer su desempeño estructural y funcional. Estas fallas incluyen fisuras, desgaste por abrasión, desprendimientos de agregado, exudación y desintegración superficial. Su origen puede deberse a factores como la carga del tráfico, la acción del agua, la variabilidad térmica y deficiencias en los materiales o en la construcción. La identificación y tratamiento oportuno de estas fallas es esencial para evitar un deterioro acelerado del pavimento.

2.3.5. Mantenimiento vial

El mantenimiento vial es el conjunto de acciones técnicas y operativas destinadas a conservar la infraestructura de carreteras, calles y autopistas en condiciones óptimas de servicio. Se clasifica en mantenimiento rutinario, que incluye reparaciones menores y limpieza; periódico, que involucra intervenciones programadas como sellado de juntas y bacheo; y correctivo, que se aplica cuando el pavimento ya presenta deterioros significativos. Una gestión eficiente del mantenimiento vial permite prolongar la vida útil de las vías, reducir costos de rehabilitación y mejorar la seguridad del tránsito.

2.3.6. Pavimentos rígidos

Los pavimentos rígidos son estructuras viales conformadas por losas de concreto hidráulico que distribuyen las cargas del tráfico de manera eficiente gracias a su alta resistencia y durabilidad. A diferencia de los pavimentos flexibles, los rígidos presentan una mayor capacidad estructural y menor deformación ante cargas repetitivas. Se utilizan principalmente en autopistas, aeropuertos y vías urbanas de alto tránsito, ya que requieren menor mantenimiento y ofrecen un desempeño prolongado en el tiempo. Sin embargo, su



construcción implica costos iniciales elevados y una correcta planificación de juntas para evitar fisuras y fallas prematuras.

2.3.7. Patologías en pavimentos

Las patologías en pavimentos son los daños o alteraciones que afectan la integridad estructural y funcional de una vía, reduciendo su capacidad de servicio. Estas patologías pueden clasificarse en fisuras, desprendimientos, deformaciones, pérdida de textura y fallas estructurales. Las causas principales incluyen el tráfico pesado, cambios climáticos, infiltración de agua, deficiencias en el diseño y errores en la construcción. La identificación y análisis de estas patologías permiten establecer estrategias de mantenimiento y rehabilitación para garantizar la seguridad y eficiencia del pavimento.

2.3.8. PCI

Es un sistema de evaluación estandarizado que permite determinar el estado de conservación de un pavimento a partir del análisis de los defectos presentes en su superficie. Su metodología se basa en la identificación y clasificación de las fallas existentes, considerando su tipo, cantidad y nivel de severidad, lo que permite obtener una valoración cuantitativa objetiva sobre su nivel de deterioro. Para llevar a cabo esta evaluación, se realizan inspecciones visuales detalladas en la superficie del pavimento, a partir de las cuales se asigna un valor numérico dentro de un rango que oscila entre 0 y 100. En esta escala, un puntaje de 0 indica un pavimento en estado crítico, con deterioros severos que afectan su funcionalidad y seguridad, mientras que un valor de 100 representa un pavimento en condiciones óptimas, sin defectos significativos.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación no experimental es un enfoque metodológico en el cual no se manipulan deliberadamente las variables de estudio, sino que se observan y analizan en su estado natural. Este tipo de investigación permite analizar fenómenos tal y como ocurren en la realidad, sin intervenir en ellos, lo que lo hace adecuado para estudios en los que la manipulación de variables no es posible o no es ética. Es ampliamente utilizado en ingeniería civil para evaluar el comportamiento de infraestructuras, impactos ambientales y desarrollo urbano, entre otros aspectos. El diseño de investigación no experimental es una metodología fundamental en ingeniería civil porque permite estudiar fenómenos sin alterarlos, proporcionando datos valiosos para la toma de decisiones en el ámbito de la construcción y el desarrollo urbano (Reyes, 2022).

En un diseño no experimental, el investigador no altera ni controla las variables del estudio. En nuestro estudio, las fallas superficiales de los pavimentos rígidos ya existen y se analizan tal como se presentan en el entorno real. No se modifican las condiciones del pavimento ni se aplican tratamientos experimentales para ver su efecto.



5.2 Método de la investigación

El proceso de investigación sigue una serie de procedimientos metódicos y organizados que se utilizan para obtener conocimiento sobre un fenómeno o problema específico. Este método permite estructurar el proceso de indagación, garantizando que los resultados obtenidos sean objetivos, verificables y reproducibles. Su aplicación es esencial en todas las disciplinas científicas, incluyendo la ingeniería civil, donde se busca desarrollar soluciones innovadoras y mejorar las prácticas constructivas (Reyes, 2022).

5.3 Enfoque de la investigación

El enfoque mixto en investigación es un diseño metodológico que integra los enfoques cuantitativo y cualitativo para abordar de manera más completa una pregunta de investigación. Este enfoque permite combinar los puntos fuertes de ambos métodos, aprovechando la capacidad de los métodos cuantitativos para medir fenómenos de manera precisa y los métodos cualitativos para profundizar en la comprensión de las experiencias y significados subyacentes. Al combinar ambos enfoques, el enfoque mixto ofrece una triangulación de los datos, lo que aumenta la validez y robustez de los resultados y proporciona una visión más completa y equilibrada del fenómeno en estudio. Esta metodología es especialmente útil en investigaciones complejas, donde los aspectos cuantitativos y cualitativos se complementan para dar una respuesta más integral y profunda a las preguntas de investigación (Reyes, 2022).

Enfoque mixto, debido a que abarca los enfoques cualitativos y cuantitativo, donde se realiza la recolección de datos numéricos y así mismo se busca entender los fenómenos desde una perspectiva exploratoria.

5.4 Nivel y tipo de la investigación

5.4.1 Nivel de la investigación

El nivel de investigación descriptiva es un tipo de estudio cuyo objetivo principal es caracterizar y detallar un fenómeno, situación o grupo de individuos sin manipular variables. Este nivel se enfoca en observar, registrar y analizar hechos tal como ocurren en la realidad, proporcionando información detallada sobre sus características y comportamiento. A diferencia de otros niveles de investigación, como el explicativo o experimental, la investigación descriptiva no busca establecer relaciones de causa y efecto, sino más bien identificar patrones, tendencias y propiedades de un fenómeno específico. Para ello, se pueden utilizar diferentes métodos de recolección de datos, como encuestas, entrevistas, observaciones directas, análisis de documentos y registros históricos (Reyes, 2022).

El nivel de investigación descriptivo busca detallar y documentar las características de un objeto de estudio sin explicar por qué ocurre. Esta investigación se enfoca en identificar, clasificar y describir las fallas superficiales en los pavimentos rígidos, sin manipular variables ni buscar explicaciones sobre su origen.

5.4.2 Tipo de la investigación

La investigación básica, también conocida como investigación pura o fundamental, es un tipo de estudio orientado a la generación de conocimiento teórico sin un propósito inmediato de aplicación práctica. Su principal finalidad es ampliar la comprensión de fenómenos, principios o leyes que rigen la naturaleza, la sociedad o el comportamiento humano. Este tipo de investigación se basa en la observación sistemática, el análisis riguroso y el uso del método científico para responder preguntas abstractas o resolver problemas conceptuales. Una de las características más relevantes de la investigación básica es que no busca solucionar problemas específicos o inmediatos, sino contribuir al desarrollo del conocimiento universal (Reyes, 2022).



La investigación básica, donde se buscó el conocimiento acerca de fallas superficiales en los pavimentos rígidos, lo cual afecta la seguridad vial, el confort de los usuarios y la durabilidad de la infraestructura.

5.5 Población y muestra de la investigación

5.5.1 Población

La población se define como el conjunto total de individuos, objetos, eventos o elementos que comparten una o más características en común y que son objeto de estudio. Es decir, la población representa el universo sobre el cual se busca obtener información para responder a los objetivos de la investigación. La población puede ser finita o infinita, dependiendo de si es posible contar todos sus elementos. Además, en muchos estudios es difícil o poco práctico analizar toda la población, por lo que se selecciona una muestra representativa que permita hacer inferencias sobre ella (Cabrera, 2020).

La población de estudio incluye los 03+660 km de Avenida Circunvalación Este de Juliaca que presentan pavimento rígido, ya que el objetivo de la investigación es evaluar las fallas superficiales en esa infraestructura.

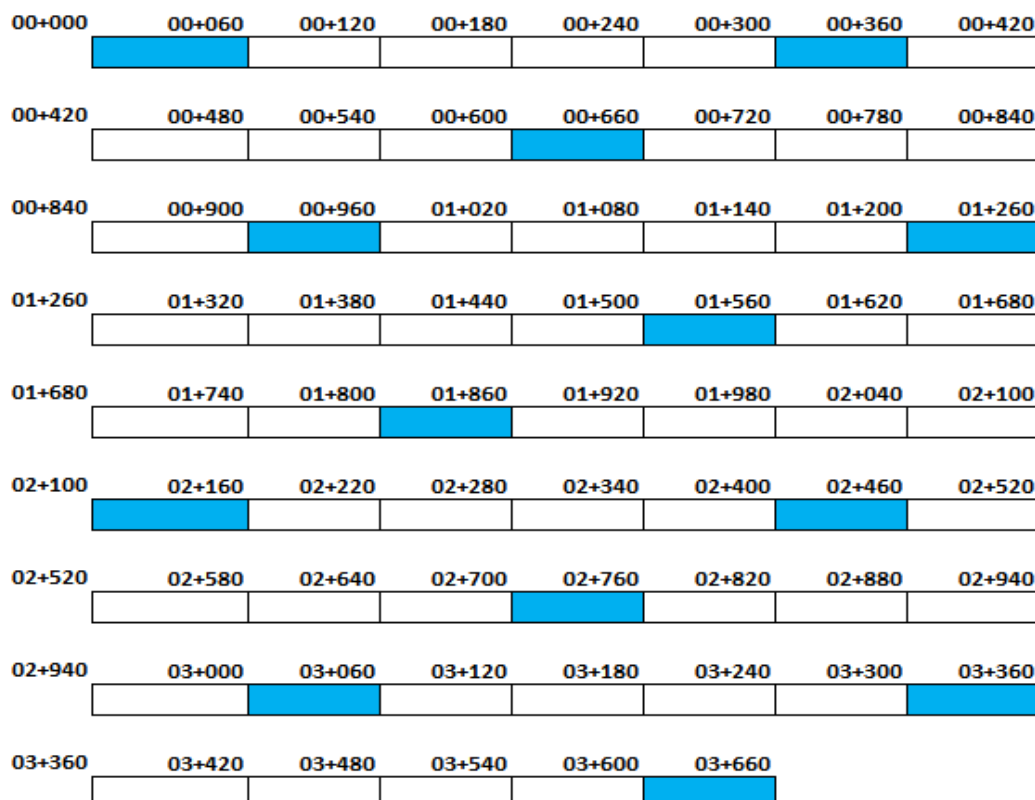
5.5.2 Muestra

Se define la muestra como una porción de la población que refleja sus características esenciales para su estudio con el fin de obtener conclusiones que puedan generalizarse a toda la población. Se utiliza en investigaciones donde analizar la totalidad de la población es difícil, costoso o imposible, permitiendo así realizar estudios más eficientes y manejables. Para que una muestra sea válida, debe ser representativa, es decir, reflejar fielmente las características de la población de la que proviene. La selección de la muestra puede realizarse mediante distintos métodos, como el muestreo probabilístico, donde cada elemento tiene la misma posibilidad de ser seleccionado, o el

muestreo no probabilístico, donde la elección depende de criterios específicos del investigador (Cabrera, 2020).

Figura 6

Tramos de muestra



Se muestra las muestras de estudio que consta de 13 muestras.

5.6 Técnicas e instrumentos

5.6.1 Técnicas

Las técnicas de investigación son los procedimientos y herramientas utilizadas para recolectar, analizar e interpretar datos en un estudio científico. Estas técnicas permiten obtener información relevante sobre un fenómeno o problema de investigación, asegurando que los datos sean precisos, confiables y adecuados para responder a los objetivos del estudio. Existen diferentes tipos de técnicas de investigación, las cuales se clasifican en cualitativas y cuantitativas. Las técnicas cualitativas se enfocan en la interpretación de datos no numéricos, como entrevistas, observaciones, estudios de casos

y análisis documental. Por otro lado, las técnicas cuantitativas permiten recopilar datos numéricos y medibles, utilizando encuestas, experimentos, mediciones físicas y análisis estadísticos (Cabrera, 2020).

- Inspección Visual de Campo.
- Análisis de Documentos y Normativas Técnicas.
- Levantamiento de Datos y Georreferenciación.
- Aplicación de Índices de Evaluación del Pavimento.

5.6.2 Instrumentos de recolección de datos investigación

Los instrumentos de investigación son las herramientas o dispositivos utilizados para recopilar datos de manera sistemática y confiable en un estudio. Estos instrumentos permiten obtener información de la población o muestra seleccionada, asegurando que los datos sean adecuados para responder a los objetivos de la investigación. Los instrumentos pueden ser cualitativos o cuantitativos, dependiendo del enfoque de la investigación. Entre los más utilizados están las encuestas, cuestionarios, entrevistas, listas de verificación, registros de observación, sensores, experimentos de laboratorio, pruebas estandarizadas y software de análisis de datos. La elección del instrumento adecuado depende de la naturaleza del estudio y del tipo de información que se desea obtener (Cabrera, 2020).

- Fichas de Inspección de Pavimentos.
- Cámara Fotográfica.
- Flexómetro, Regla metálica.
- Normativas y Manuales Técnicos.

5.7 Validación y confiabilidad de instrumentos

5.7.1 Validación

La validación de instrumentos de investigación es un proceso fundamental dentro del ámbito metodológico, cuyo propósito es garantizar que las herramientas diseñadas



para la recolección de datos cumplan con los criterios de precisión, fiabilidad y relevancia. Este procedimiento implica una serie de pasos destinados a verificar que el instrumento en cuestión sea capaz de medir de manera consistente y efectiva las variables establecidas en un estudio. Para lograr esta validación, es necesario someter el instrumento a rigurosos análisis, en los que se evalúa su capacidad para reflejar con exactitud la realidad que se pretende estudiar. Este proceso puede involucrar la consulta de expertos en la materia, la aplicación de pruebas piloto, así como la utilización de métodos estadísticos que permitan comprobar la coherencia interna y la consistencia de los datos recopilados (Cabrera, 2020).

5.7.2 Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento de investigación hace referencia al grado en que una herramienta de medición es capaz de producir resultados estables, consistentes y reproducibles a lo largo del tiempo y en diferentes condiciones. Se trata de un criterio fundamental dentro del proceso investigativo, ya que garantiza que los datos obtenidos sean fiables y no estén sujetos a variaciones aleatorias o errores sistemáticos que puedan comprometer la validez del estudio. Para evaluar la confiabilidad de un instrumento, se pueden emplear distintos métodos estadísticos y técnicas de análisis, tales como el coeficiente de consistencia interna, la prueba-reprueba o el análisis de equivalencia entre diferentes evaluadores. Estas estrategias permiten verificar si la herramienta genera mediciones coherentes cuando se aplica en circunstancias similares, asegurando así la estabilidad y precisión de los datos recopilados (Cabrera, 2020).

5.8 Plan de recolección y procesamiento de datos

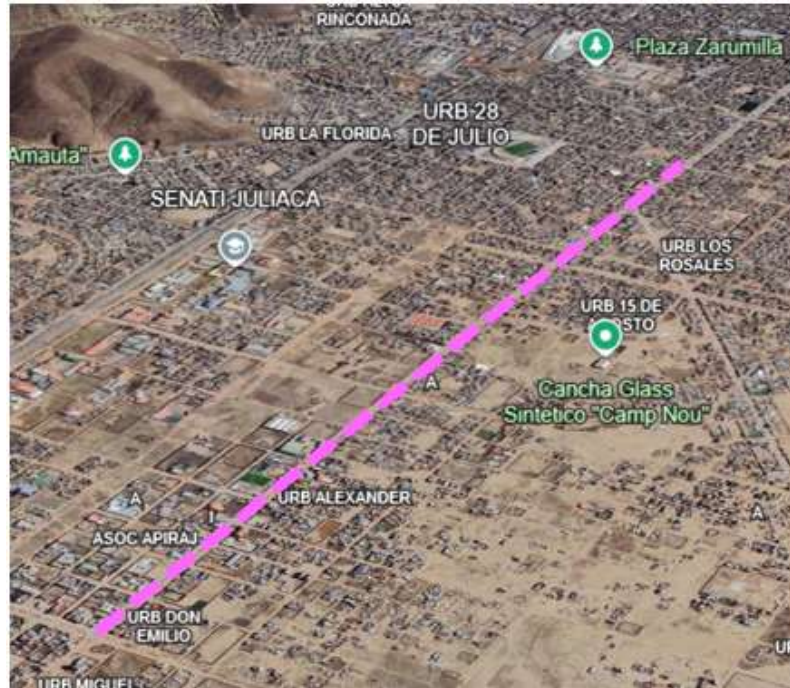
5.8.1 Desarrollo de plan de investigación

Se presenta la vía de estudio, ubicada en la zona este de Juliaca, específicamente en la Avenida Circunvalación, cuyo pavimento es rígido y tiene una longitud de 03+660 km. En primer lugar, se realizó la inspección de la vía y, posteriormente, la medición de su

extensión. Luego, se llevó a cabo la división de las muestras tomadas para la evaluación correspondiente de la vía.

Figura 7

Vía de estudio



Nota. Tomada de Google Maps.

Figura 8

Fallas observadas



Figura 9

Fallas observadas



Se muestra la medición de fallas de la Avenida Circunvalación Este de Juliaca.

Tabla 2

Fallas y nivel de gravedad en la muestra 11

N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB
22	Grieta de esquina	GRE
23	Losa dividida	LOD
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD
25	Escala	ESC
26	Sello de junta	SEJ
27	Desnivel Carril /Berma	DCB
28	Grieta lineal	GRL
29	Parqueo (grande)	PAG
30	Parqueo (pequeño)	PAP
31	Pulimiento de agregados	PUA
32	Popouts	POP
33	Bombeo	BOM
34	Punzonamiento	PUN
35	Cruce de vía férrea	CVF
36	Desconchamiento	DES
37	Retracción	RET
38	Descascaramiento de esquina	DEE
39	Descascaramiento de junta	DEJ

Nota. Adaptada del manual PCI.

Cálculo del PCI

Una vez finalizada la inspección de campo, los datos recolectados se procesan para determinar el (PCI). Este cálculo se basa en los valores deducidos (VD), los cuales son asignados a cada tipo de deterioro identificado en función de su cantidad y severidad.

El procedimiento para determinar el PCI puede realizarse tanto de manera manual como computarizada, siguiendo una serie de pasos estructurados que permiten cuantificar de forma objetiva el nivel de deterioro del pavimento. A continuación, se describen las etapas del cálculo:

Paso 1: Determinación de los Valores Deducidos (VD)

1. Registro del número de losas afectadas: En primer lugar, se procede a identificar y contabilizar la cantidad de losas en las que se presentan fallas, clasificándolas según el tipo de deterioro y el nivel de severidad correspondiente. Esta información se documenta en el formato de exploración de condición diseñado específicamente para la evaluación de pavimentos de concreto. La correcta identificación y registro de estos datos es crucial para garantizar la precisión del análisis posterior.

Figura 10

Conteo de losas

Conteo de losas para cada tramo

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28

Para cada tramo estudiado, se realizó un conteo detallado de las losas, obteniendo un total de 28 unidades por tramo de 60 metros longitudinales.

2. Cálculo de la densidad del daño: Una vez identificadas las losas afectadas, se procede a calcular la densidad del daño dentro de la unidad de muestreo. Este cálculo se realiza

dividiendo el número de losas deterioradas por el total de losas existentes en la unidad evaluada. El resultado obtenido se expresa en porcentaje y representa la magnitud del deterioro en la sección analizada. Este valor es fundamental, ya que permite dimensionar el impacto de las fallas en relación con la superficie total del pavimento.

3. Determinación de los valores deducidos: Para establecer el impacto de los daños identificados en la condición general del pavimento, se emplean curvas de referencia diseñadas específicamente para pavimentos de concreto. A partir de estas curvas, se asigna un valor deducido a cada tipo de deterioro, considerando tanto su severidad como su densidad. Este procedimiento permite cuantificar el grado de afectación estructural y funcional del pavimento, lo que servirá como base para la obtención del PCI final.

Paso 2: Fijación del número tope de valores estimados permitidos (m)

Para evaluar la influencia de los diferentes valores deducidos en el cálculo final del PCI, se siguen los siguientes pasos:

1. Verificación de los valores deducidos: Si ninguno o solo uno de los valores deducidos es mayor que 2, se emplea el (VDT) en lugar del (CDV) en el cálculo del PCI. Si hay más de un VD mayor que 2, se debe continuar con los siguientes procedimientos.
2. Ordenamiento descendente: Se deben organizar los valores deducidos de mayor a menor.
3. Cálculo del Máximo Número Admisible de Valores Deducidos (m): Se emplea la siguiente ecuación:

$$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDVi) \leq 10$$

Donde:

- m representa el número máximo de valores deducidos que pueden considerarse en el análisis.
- HDVi es el valor deducido más alto dentro de la unidad de muestreo.



El valor de m debe ser menor o igual a 10, lo que garantiza que la influencia de los deterioros en el cálculo del PCI se mantenga dentro de los límites establecidos en la metodología PCI.

Paso 3: Determinación del (CDV)

Este proceso se lleva a cabo de manera iterativa, siguiendo los pasos descritos a continuación:

1. Cálculo del Valor Deducido Total (VDT): Se obtiene sumando todos los valores deducidos individuales identificados en la inspección.
2. Identificación del número de valores mayores que 2 (Q): Se determina cuántos valores superan este umbral.
3. Determinación del CDV: Se obtiene a partir de la relación entre Q y el VDT empleando la Gráfica para pavimentos de concreto (ubicada en el Anexo II del manual de referencia).
4. Ajuste iterativo: Si existen múltiples valores deducidos mayores que 2, se reduce el menor de ellos a 2 y se repiten los cálculos hasta que $Q = 1$.
5. Obtención del Máximo CDV: El mayor de los valores corregidos obtenidos en la iteración representa el (máx. CDV).

Paso 4: Cálculo del PCI

Una vez determinado el máx. CDV, el PCI se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

Donde:

- PCI es el Índice de Condición del Pavimento, que califica su estado en una escala de 0 a 100.
- máx. CDV es el mayor valor deducido corregido determinado en la iteración anterior.



Cálculo del PCI de una Sección de Pavimento Rígido

Si la evaluación se ha realizado sobre múltiples unidades de muestra seleccionadas de manera aleatoria dentro de una misma sección de pavimento, el PCI de la sección (PCIS) se determina como el promedio de los PCI obtenidos en cada una de las unidades de muestreo individuales.

Este promedio proporciona un indicador representativo del estado general del pavimento en la sección analizada, permitiendo priorizar intervenciones de mantenimiento y optimizar la gestión de los recursos destinados a la conservación de la infraestructura vial.

5.8.2 *Análisis e interpretación de los resultados*

El análisis e interpretación de resultados es la fase del proceso de investigación en la que se examinan, procesan y explican los datos obtenidos, con el objetivo de responder a las preguntas planteadas en el estudio y validar o rechazar las hipótesis formuladas. Esta etapa permite extraer conclusiones significativas y fundamentadas, aportando conocimiento útil para la toma de decisiones o la solución de problemas específicos.

El análisis de resultados implica la aplicación de técnicas estadísticas, gráficas, comparativas o cualitativas para organizar y sintetizar la información recopilada. Dependiendo del enfoque de la investigación, este análisis puede ser cuantitativo, utilizando cálculos matemáticos y modelos estadísticos, o cualitativo, basado en la interpretación de patrones y tendencias dentro de los datos obtenidos.

Por otro lado, la interpretación de resultados consiste en dar sentido a los hallazgos, explicando su significado en relación con los objetivos de la investigación y el contexto del estudio. Se comparan los resultados con estudios previos, se identifican tendencias y se evalúan sus implicaciones prácticas o teóricas.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados obtenidos

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de la inspección visual del pavimento rígido en la avenida Circunvalación, zona este de la ciudad de Juliaca. La información recopilada se organiza mediante tablas y gráficos que permiten una interpretación clara del estado actual del pavimento, identificando las principales fallas superficiales y su distribución en la vía. Estos resultados servirán como base para evaluar la condición estructural del pavimento y proponer estrategias de mantenimiento o rehabilitación.

6.1.1 Tipos de fallas de mayor incidencia y el nivel de gravedad en el pavimento rígido de la Circunvalación

Se presentan los tipos de fallas identificadas en el pavimento rígido de la avenida Circunvalación, zona este de la ciudad de Juliaca, junto con su respectivo nivel de gravedad.

Tabla 3*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 1*

1-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			23	M	8
			23	H	3
00+000	00+060	28	28	M	3
			28	H	4
			26	M	3
Total					21

Se presenta el análisis de las fallas detectadas en el pavimento de concreto de la avenida Circunvalación, zona este, en un tramo de 60 metros, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 21 fallas, entre las que destacan losa dividida (23), grieta lineal (28) y sello de junta (26), con severidad clasificada en media (M) y alta (H).

Tabla 4*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 2*

2-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			23	M	5.00
			28	H	4.00
00+300	00+360	28	31	M	9.00
			31	H	7.00
			26	M	5.00
Total					30

Se presenta los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la avenida Circunvalación, zona este, en un tramo de 360 metros, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 30 fallas, destacando losa dividida (23), grieta lineal (28), pulimiento de agregados (31) y sello de junta (26), con severidad clasificada en media (M) y alta (H).

Tabla 5*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 3*

3-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			22	M	3.00
			22	H	5.00
00+600	00+660	28	26	M	2.00
			28	H	4.00
			29	H	7.00
Total					21

Se presenta los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la avenida Circunvalación, zona este, en un tramo de 60 metros, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 21 fallas, entre las cuales destacan grieta de esquina (22), sello de junta (26), grieta lineal (28) y parcheo grande (29), con severidad clasificada en media (M) y alta (H).

Tabla 6*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 4*

4-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			22	M	6.00
			28	H	5.00
00+900	00+960	28	29	H	4.00
			39	M	7.00
Total					22

Se presenta los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la avenida Circunvalación, zona este, en un tramo de 60 metros, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 22 fallas, entre las cuales destacan grieta de esquina (22), grieta lineal (28), parcheo grande (29) y descascaramiento de junta (39), con severidad clasificada en media (M) y alta (H).

Tabla 7*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 5*

5-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			22	M	7.00
			23	M	6.00
01+200	01+260	28	24	H	3.00
			30	M	5.00
Total					21

Se presentan los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la vía analizada, en un tramo de 60 metros comprendido entre las progresivas 01+200 y 01+260, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 21 fallas, entre las cuales destacan grieta de esquina (22), losa dividida(23), grieta de durabilidad(24) y parcheo pequeño(30), con severidad clasificada en media (M) y alta (H).

Tabla 8*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 6*

6-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			22	M	5.00
			28	H	6.00
01+500	01+560	28	29	M	5.00
			30	M	4.00
Total					20

Se presentan los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la vía analizada, en un tramo de 60 metros comprendido entre las progresivas 01+500 y 01+560, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 20 fallas, entre las cuales destacan grieta de esquina(22), grieta lineal(28), parcheo grande(29) y parcheo pequeño (30), con severidad clasificada en media (M) y alta (H).

Tabla 9*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 7*

7-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			22	M	6.00
			25	M	4.00
01+800	01+860	28	28	H	4.00
			29	M	5.00
			38	H	6.00
Total					25

Se presentan los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la vía analizada, en un tramo de 60 metros comprendido entre las progresivas 01+800 y 01+860, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 25 fallas, entre las cuales destacan grieta de esquina(22), escala(25), grieta lineal(28), parcheo grande(29) y descascaramiento de esquina (38), con severidad clasificada en media (M) y alta (H).

Tabla 10*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 8*

8-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			22	M	7.00
			22	H	6.00
02+100	02+160	28	23	M	4.00
			23	H	5.00
			28	M	6.00
Total					28

Se presentan los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la vía analizada, en un tramo de 60 metros comprendido entre las progresivas 02+100 y 02+160, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 28 fallas, entre las cuales destacan grieta de esquina (22) con severidad media (M) y alta (H), losa dividida (23) con severidad media (M) y alta (H), y grieta lineal (28) con severidad media (M).

Tabla 11*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 9*

9-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			22	L	5.00
			23	M	5.00
02+400	02+460	28	25	M	5.00
			31	L	7.00
			31	M	6.00
Total					28

Se presentan los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la vía analizada, en un tramo de 60 metros comprendido entre las progresivas 02+400 y 02+460, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 28 fallas, entre las cuales destacan grieta de esquina (22) con severidad leve (L), losa dividida (23) con severidad media (M), escala (25) con severidad media (M) y pulimiento de agregados (31) con severidad leve (L) y media (M).

Tabla 12*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 10*

10-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			23	M	5.00
			25	L	7.00
02+700	02+760	28	25	M	6.00
			29	M	8.00
Total					26

Se presentan los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la vía analizada, en un tramo de 60 metros comprendido entre las progresivas 02+700 y 02+760, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 26 fallas, entre las cuales destacan losa dividida (23) con severidad media (M), escala (25) con severidad leve (L) y media (M), y parcheo grande (29) con severidad media (M).

Tabla 13*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 11*

11-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			23	M	5.00
			25	M	6.00
03+000	03+060	28	25	H	9.00
			30	M	5.00
Total					25

Se presentan los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la vía analizada, en un tramo de 60 metros comprendido entre las progresivas 03+000 y 03+060, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 25 fallas, entre las cuales destacan losa dividida (23) con severidad media (M), escala (25) con severidad media (M) y alta (H), y parcheo pequeño (30) con severidad media (M).

Tabla 14*Fallas y nivel de gravedad en la muestra 12*

12-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			22	M	3.00
			22	H	5.00
03+300	03+360	28	26	M	2.00
			28	M	4.00
			29	H	7.00
Total					21

Se presentan los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la vía analizada, en un tramo de 60 metros comprendido entre las progresivas 03+300 y 03+360, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 21 fallas, entre las cuales destacan grieta de esquina (22) con severidad media (M) y alta (H), sello de junta (26) con severidad media (M), grieta lineal (28) con severidad media (M) y parcheo grande (29) con severidad alta (H).

Tabla 15

Fallas y nivel de gravedad en la muestra 13

13-Muestra examinada					
Inicio	Final	Cantidad de losas examinadas	Tipos de Fallas encontradas	Severidad	Total, de fallas
			22	M	5.00
			23	M	4.00
03+600	03+660	28	24	H	5.00
			30	M	5.00
Total					19

Se presentan los registros de la revisión de fallas en la pavimentación rígida de la vía analizada, en un tramo de 60 metros comprendido entre las progresivas 03+600 y 03+660, donde se examinaron 28 losas. Se identificaron un total de 19 fallas, entre las cuales destacan grieta de esquina(22) con severidad media(M), losa dividida(23) con severidad media(M), grieta de durabilidad(24) con severidad alta(H) y parcheo pequeño(30) con severidad media(M).

Tabla 16

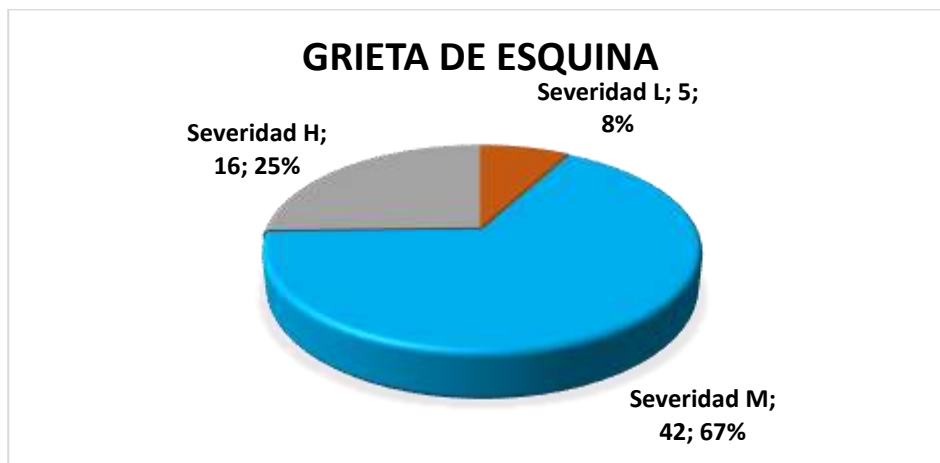
Resumen del total de fallas y gravedad de estas

N°	TIPO DE FALLA	Severidad			Parcial
		L	M	H	
22	Grieta de esquina	5	42	16	63
23	Losa dividida	-	42	8	50
24	Grieta de durabilidad "D"	-	-	8	8
25	Escala	7	21	9	37
26	Sello de junta	-	12	-	12
28	Grieta lineal	-	13	27	40
29	Parcheo (grande)	-	18	18	36
30	Parcheo (pequeño)	-	19	-	19
31	Pulimiento de agregados	7	15	7	29
38	Descascaramiento de esquina	-	-	6	6
39	Descascaramiento de junta	-	7	-	7
TOTAL					307

Se presenta un resumen de las 13 muestras analizadas, en el que se detallan los tipos de fallas identificadas y su nivel de severidad, registrando un total de 307 fallas.

Figura 11

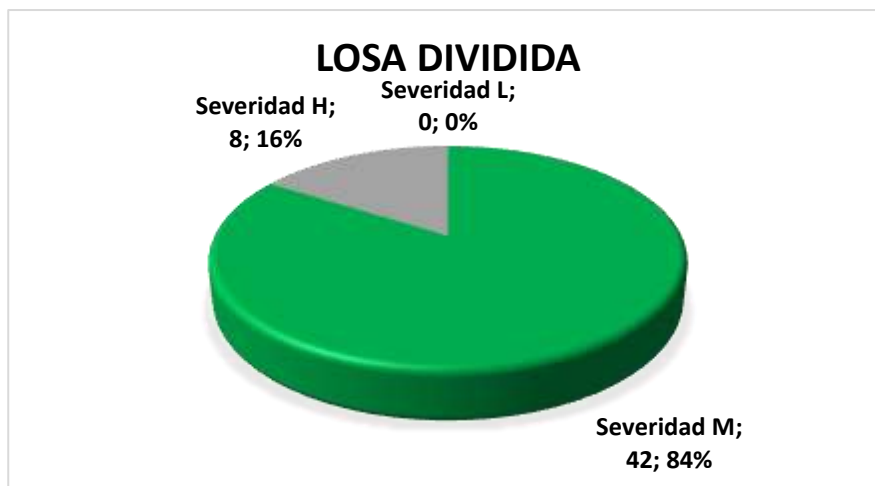
Severidades encontradas en la falla 22



Se muestra la distribución de severidades encontradas en la falla 22, identificada como "Grieta de esquina". Se evidencia que la mayoría de los casos presentan una severidad media (67 %), seguida por una severidad alta (25 %) y en menor medida una severidad baja (8 %).

Figura 12

Severidades encontradas en la falla 23



Se presenta la distribución de severidades de la falla 23, denominada "Losa dividida". Se evidencia que la mayoría de los casos tienen severidad media (84 %), mientras que el 16 % corresponde a severidad alta y no se registraron casos de severidad baja.

Figura 13

Severidades encontradas en la falla 24



Se muestra la distribución de severidades de la falla 24, denominada "Grieta de durabilidad 'D'". Se observa que el 100 % de los casos presenta severidad alta, sin registros de severidad media o baja.

Figura 14

Severidades encontradas en la falla 25



Se presenta la distribución de severidades de la falla 25, denominada "Escala". Se evidencia que la mayoría de los casos tienen severidad media (57 %), seguida por severidad alta (24 %) y baja (19 %).

Figura 15

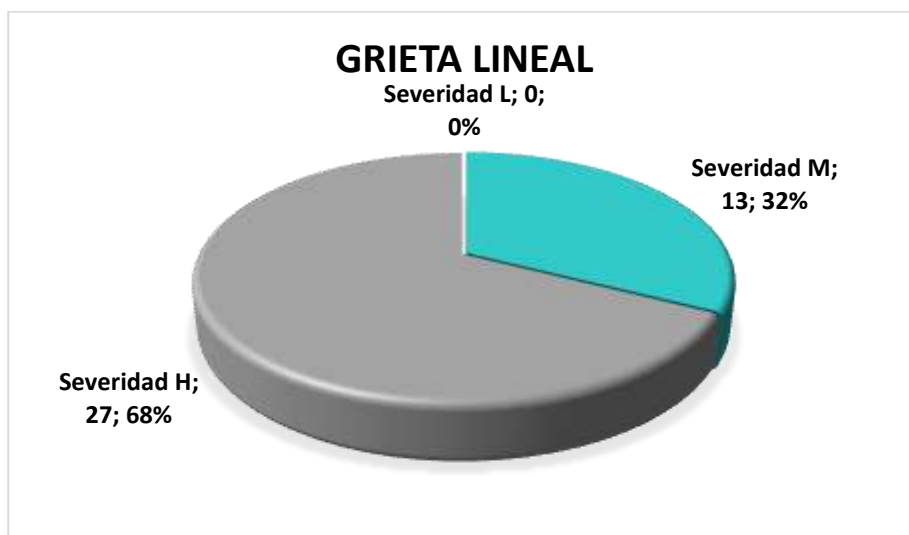
Severidades encontradas en la falla 26



Se muestra la distribución de severidades de la falla 26, denominada "Sello de junta". Se observa que el 100 % de los casos presenta severidad media, sin registros de severidad baja o alta.

Figura 16

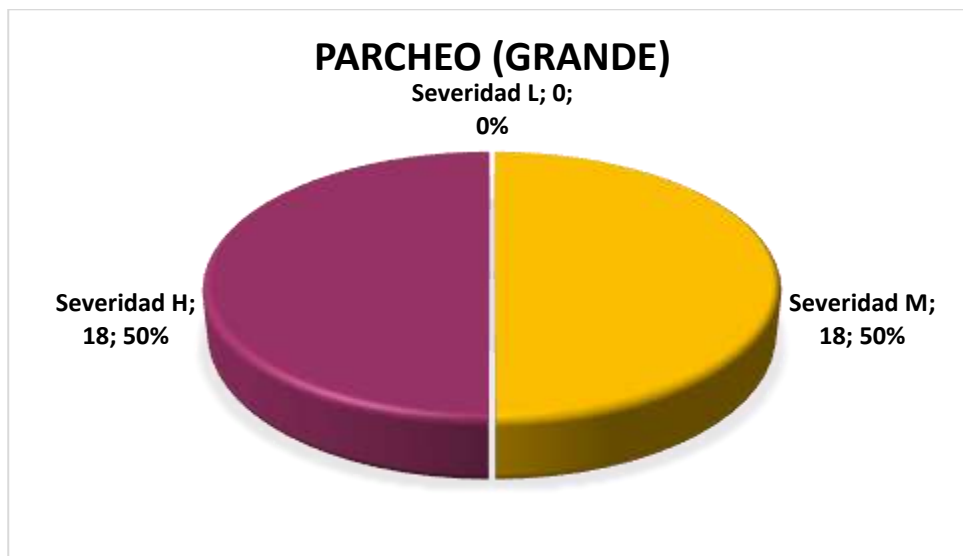
Severidades encontradas en la falla 28



Se muestra la distribución de severidades de la falla 26, denominada "grieta lineal". Se observa que el 68% de los casos presenta severidad alta, el 32% de severidad media y registros de severidad baja.

Figura 17

Severidades encontradas en la falla 29



Se muestra la distribución de severidades de la falla 29, denominada "Parcheo (grande)".

Se observa que el 50 % de los casos presenta severidad alta y el otro 50 % severidad media, sin registros de severidad baja.

Figura 18

Severidades encontradas en la falla 30

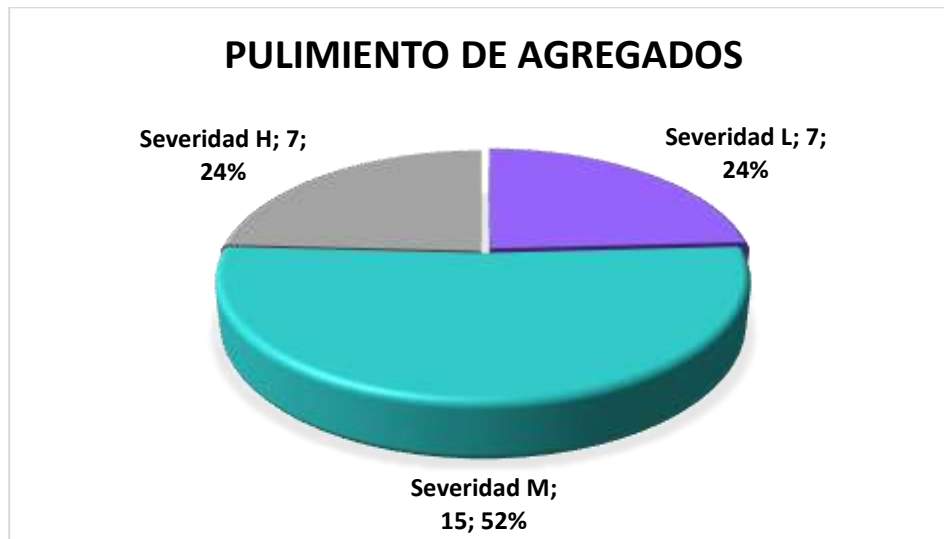


Se muestra la distribución de severidades de la falla 30, denominada "Parcheo (pequeño)".

Se observa que el 100 % de los casos presenta severidad media, sin registros de severidad baja o alta.

Figura 19

Severidades encontradas en la falla 31



Se muestra la distribución de severidades de la falla 31, denominada "Pulimiento de agregados". Se observa que el 52 % de los casos presenta severidad media, mientras que tanto la severidad baja como la alta representan el 24 % cada una.

Figura 20

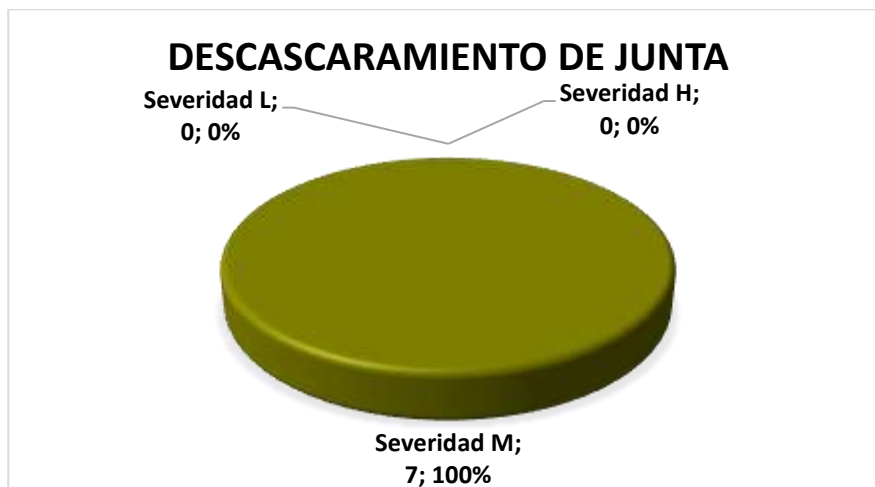
Severidades encontradas en la falla 38



Se muestra la distribución de severidades de la falla 38, denominada "Descascaramiento de esquina". Se observa que el 100 % de los casos presenta severidad alta, sin registros de severidad media o baja.

Figura 21

Severidades encontradas en la falla 39



Se muestra la distribución de severidades de la falla 39, denominada "Descascamiento de junta". Se observa que el 100 % de los casos presenta severidad media, sin registros de severidad baja o alta.

6.1.2 Índice de condición de pavimento por tramos y a nivel general en los pavimentos rígidos de la circunvalación

Tabla 17

Condición del pavimento (00+000-00+060)km

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
23	8	28.57%	28.35	121.20	53.21
23	3	10.71%	39.85	114.88	52.41
28	3	10.71%	8.32	102.67	52.00
28	4	14.29%	14.21	76.32	48.26
26	3	10.71%	30.47	47.85	47.85
Total					53
PCI (CONDICIÓN)					47% (REGULAR)

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 00+000 - 00+060 km, donde se analizan fallas específicas con sus respectivos valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 47 %, clasificando el estado del pavimento como regular.

Tabla 18*Condición del pavimento (00+300-00+360)km*

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
23	5.00	17.86%	29.1	103.4	59.84
28	4.00	14.29%	22.14	98.9	55.12
31	9.00	32.14%	8.75	92.1	52.46
31	7.00	25.00%	6.47	72.0	49.78
26	5.00	17.86%	36.89	44.9	44.9
Total					60

PCI (CONDICIÓN) 40% (MALO)

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 00+300 - 00+360 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 40 %, clasificando el estado del pavimento como malo.

Tabla 19*Condición del pavimento (00+600-00+660)km*

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
22	3.00	10.71%	19.62	121.6	63.57
22	5.00	17.86%	37.85	106.8	59.87
26	2.00	7.14%	18.62	90.1	56.1
28	4.00	14.29%	28.67	72.5	52.47
29	7.00	25.00%	16.87	45.9	45.9
Total					64

PCI (CONDICIÓN) 36% (MALO)

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 00+600 - 00+660 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 36 %, clasificando el estado del pavimento como malo.



Tabla 20

Condición del pavimento (00+900-00+960)km

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
22	6.00	21.43%	30.54	99.3	55.87
28	5.00	17.86%	28.54	82.7	51.68
29	4.00	14.29%	21.63	63.1	48.22
39	7.00	25.00%	18.56	36.5	36.5
Total					56
PCI (CONDICIÓN)					44% (REGULAR)

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 00+900 - 00+960 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 44 %, clasificando el estado del pavimento como regular.

Tabla 21

Condición del pavimento (01+200-01+260)km

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
22	7.00	25.00%	35.68	100.2	56.78
23	6.00	21.43%	36.54	96.8	54.62
24	3.00	10.71%	22.56	76.2	53.12
30	5.00	17.86%	5.38	42.5	42.5
Total					57
PCI (CONDICIÓN)					43% (REGULAR)

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 01+200 - 01+260 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 43 %, clasificando el estado del pavimento como regular, lo que indica la necesidad de mantenimiento para prevenir su deterioro.

Tabla 22*Condición del pavimento (01+500-01+560)km*

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
22	5.00	17.86%	25.16	78.0	48.97
28	6.00	21.43%	30.59	70.4	44.57
29	5.00	17.86%	12.63	59.8	45.26
30	4.00	14.29%	9.58	36.6	36.6
Total					49
PCI (CONDICIÓN)					51% (REGULAR)

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 01+500 - 01+560 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 51 %, clasificando el estado del pavimento como regular.

Tabla 23*Condición del pavimento (01+800-01+860)km*

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
22	6.00	21.43%	28.56	93.6	50.89
25	4.00	14.29%	12.32	84.1	48.56
28	4.00	14.29%	26.59	73.8	46.39
29	5.00	17.86%	11.46	61.2	46.0
38	6.00	21.43%	14.67	36.6	36.6
Total					51
PCI (CONDICIÓN)					49% (REGULAR)

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 01+800 - 01+860 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 49 %, clasificando el estado del pavimento como regular.

Tabla 24*Condición del pavimento (02+100-02+160)km*

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
22	7.00	25.00%	32.67	154.3	77.34
22	6.00	21.43%	39.87	146.4	79.26
23	4.00	14.29%	27.62	120.8	72.89
23	5.00	17.86%	44.21	90.1	65.3
28	6.00	21.43%	9.97	52.2	52.2
Total					79

PCI (CONDICIÓN)**21% (MUY MALO)**

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 02+100 - 02+160 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 21 %, clasificando el estado del pavimento como muy malo.

Tabla 25*Condición del pavimento (02+400-02+460)km*

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
22	5.00	17.86%	15.97	82.7	44.89
23	5.00	17.86%	37.75	77.6	45.98
25	5.00	17.86%	13.44	71.2	47.23
31	7.00	25.00%	8.45	59.7	44.1
31	6.00	21.43%	7.11	45.8	45.8
Total					47

PCI (CONDICIÓN)**53% (REGULAR)**

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 02+400 - 02+460 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 53 %, clasificando el estado del pavimento como regular.



Tabla 26

Condición del pavimento (02+700-02+760)km

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
23	5.00	17.86%	35.59	88.4	51.48
25	7.00	25.00%	12.67	77.7	49.21
25	6.00	21.43%	19.12	60.6	46.11
29	8.00	28.57%	20.97	41.6	41.6
Total					51
PCI (CONDICIÓN)					49% (REGULAR)

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 02+700 - 02+760 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 49 %, clasificando el estado del pavimento como regular.

Tabla 27

Condición del pavimento (03+000-03+060)km

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
23	5.00	17.86%	31.87	100.4	56.79
25	6.00	21.43%	19.85	97.3	60.29
25	9.00	32.14%	43.56	79.4	54.76
30	5.00	17.86%	5.12	49.6	49.6
Total					60
PCI (CONDICIÓN)					40% (MALO)

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 03+000 - 03+060 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 40 %, clasificando el estado del pavimento como malo.

Tabla 28*Condición del pavimento (03+300-03+360)km*

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
22	3.00	10.71%	19.62	107.3	55.67
22	5.00	17.86%	37.85	95.0	54.36
26	2.00	7.14%	18.62	80.1	50.12
28	4.00	14.29%	14.36	63.5	48.33
29	7.00	25.00%	16.87	45.9	45.9
Total					56

PCI (CONDICIÓN)**44% (REGULAR)**

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 03+300 - 03+360 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El Índice de Condición del Pavimento (PCI) obtenido es del 44 %, clasificando el estado del pavimento como regular.

Tabla 29*Condición del pavimento (03+600-03+660)km*

FALLA	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	VDC
22	5.00	17.86%	24.56	95.5	53.87
23	4.00	14.29%	29.95	92.1	58.44
24	5.00	17.86%	35.62	69.6	50.37
30	5.00	17.86%	5.38	41.6	41.6
Total					58

PCI (CONDICIÓN)**42% (REGULAR)**

Se presenta la inspección de la situación del pavimento en la sección 03+600 - 03+660 km, donde se analizan diversas fallas con sus valores de densidad y deducción. El (PCI) obtenido es del 42 %, clasificando el estado del pavimento como regular.

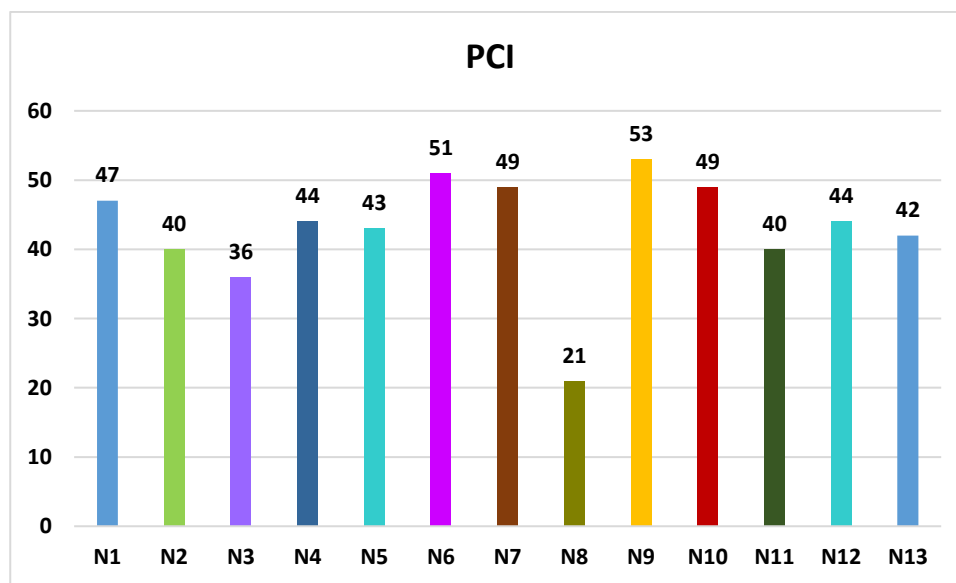
Tabla 30

Resumen de la condición del pavimento

MUESTRAS	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	PCI	CLASIFICACIÓN
1	00+000	00+060	47	REGULAR
2	00+300	00+360	40	MALO
3	00+600	00+660	36	MALO
4	00+900	00+960	44	REGULAR
5	01+200	01+260	43	REGULAR
6	01+500	01+560	51	REGULAR
7	01+800	01+860	49	REGULAR
8	02+100	02+160	21	MUY MALO
9	02+400	02+460	53	REGULAR
10	02+700	02+760	49	REGULAR
11	03+000	03+060	40	MALO
12	03+300	03+060	44	REGULAR
13	03+600	03+660	42	REGULAR
Promedio			43	REGULAR

Figura 22

Severidades encontradas en la falla 39



Se presenta un resumen de la condición del pavimento en diferentes tramos evaluados, indicando su progresiva inicial y final, el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y su clasificación. Se evidencia que la mayoría de los tramos presentan una condición regular,

con PCI entre 42 y 53, mientras que algunos tramos específicos muestran una clasificación mala (PCI entre 36 y 40) e incluso muy mala en el tramo 02+100 - 02+160 km con un PCI de 21. Esto evidencia la variabilidad del estado del pavimento a lo largo de la vía, resaltando la necesidad de intervenciones diferenciadas según la severidad de los daños. La Figura representa gráficamente los valores de PCI obtenidos en cada muestra, permitiendo una comparación visual del estado del pavimento en los distintos tramos evaluados. Se puede notar que el tramo con peor condición es el N9, con un PCI de 21, clasificado como muy malo, mientras que el tramo N9 presenta el mejor estado con un PCI de 53. En general, la mayoría de los tramos oscilan entre 40 y 51, indicando que el pavimento requiere mantenimiento preventivo y correctivo para evitar su deterioro progresivo.

6.1.3 Alternativas de intervención o solución de los pavimentos rígidos de la circunvalación

Tabla 31

Alternativas de intervención

Muestras	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Pci	Clasificación	Acción
1	00+000	00+060	47	Regular	Mantenimiento Preventivo
2	00+300	00+360	40	Malo	Rehabilitación
3	00+600	00+660	36	Malo	Rehabilitación
4	00+900	00+960	44	Regular	Mantenimiento Preventivo
5	01+200	01+260	43	Regular	Mantenimiento Preventivo
6	01+500	01+560	51	Regular	Mantenimiento Preventivo
7	01+800	01+860	49	Regular	Mantenimiento Preventivo
8	02+100	02+160	21	Muy Malo	Reconstrucción Del Pavimento
9	02+400	02+460	53	Regular	Mantenimiento Preventivo
10	02+700	02+760	49	Regular	Mantenimiento Preventivo
11	03+000	03+060	40	Malo	Rehabilitación
12	03+300	03+060	44	Regular	Mantenimiento Preventivo
13	03+600	03+660	42	Regular	Mantenimiento Preventivo
ESTADO DE LA VÍA GENERAL			43	REGULAR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nota. La acción de intervención fue tomada del Manual PCI, Varela (2002).

Se presenta las alternativas de intervención para los distintos tramos evaluados, considerando el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y su respectiva clasificación. Se evidencia que la mayoría de los tramos presentan una condición regular, por lo que se

recomienda mantenimiento preventivo para evitar un mayor deterioro. Sin embargo, los tramos con una clasificación mala o muy mala requieren rehabilitación o incluso reconstrucción del pavimento, como es el caso del tramo 02+100 - 02+160 km, que presenta el PCI más bajo (21), indicando un estado crítico.

Las intervenciones propuestas buscan preservar y mejorar la calidad del pavimento, asegurando su funcionalidad y prolongando su vida útil. El mantenimiento preventivo se sugiere en tramos con PCI entre 42 y 53, mientras que la rehabilitación se recomienda para aquellos con PCI entre 36 y 40. En el caso más severo, donde el pavimento se encuentra en una condición muy mala, se propone una reconstrucción total, lo que indica que el deterioro ha alcanzado un nivel crítico que afecta la seguridad y transitabilidad.

Tabla 32*Alternativas de intervención*

N°	Tipo De Falla	Severidad Baja (L)	Severidad Media (M)	Severidad Alta (H)
22	Grieta de esquina	Sellado con resina epóxica	Reparación con mortero de alta resistencia	Reemplazo de losa
23	Losa dividida	Sellado con material flexible	Reparación con refuerzo estructural	Reemplazo de losa
24	Grieta de durabilidad "D"	Sellado superficial	Inyección de resina epóxica	Reemplazo de sección afectada
25	Escala	Limpieza y sellado	Reparación de la capa superficial	Reemplazo de losa
26	Sello de junta	Reaplicación de sellador	Rehabilitación de junta	Corte y rehabilitación de junta
28	Grieta lineal	Sellado con material flexible	Reparación con mortero estructural	Reemplazo de losa
29	Parcheo (grande)	Relleno y compactación	Rehabilitación con capa de refuerzo	Reemplazo de losa
30	Parcheo (pequeño)	Relleno con material flexible	Relleno con material flexible	Reemplazo de sección dañada
31	Pulimiento de agregados	Aplicación de sellador superficial	Tratamiento con material antideslizante	Reemplazo de superficie
38	Descascaramiento de esquina	Reparación con mortero	Rehabilitación localizada	Reemplazo de losa
39	Descascaramiento de junta	Aplicación de material sellante	Reparación de junta	Corte y rehabilitación de junta

Se presenta las alternativas de intervención para diferentes tipos de fallas en pavimentos rígidos, clasificadas según su nivel de severidad: baja (L), media (M) y alta (H). Para fallas de severidad baja, se recomienda sellado, aplicación de mortero o resinas epóxicas para evitar su progresión. En el caso de severidad media, las intervenciones incluyen reparaciones estructurales, rehabilitación localizada y aplicación de materiales

antideslizantes. Para fallas de severidad alta, se requieren medidas más drásticas como el reemplazo de losas, rehabilitación de juntas y reconstrucción de secciones dañadas. Estas estrategias buscan mejorar la durabilidad y seguridad del pavimento, minimizando su deterioro a largo plazo.

6.2 Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos en la evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de la Circunvalación Este de la ciudad de Juliaca permiten una comparación significativa con estudios previos que han aplicado el Índice de Condición del Pavimento (PCI) para determinar el estado de la infraestructura vial en diferentes regiones del Perú.

En relación con la investigación de Neyra Castañeda (2023), realizada en la urbanización Amauta de Cajamarca, se observa que los valores de PCI obtenidos en dicha evaluación sitúan el pavimento en la categoría de "BUENO" (66.41 en promedio), mientras que en la Circunvalación Este de Juliaca se han registrado valores menores, indicando un estado de conservación inferior. Además, en el estudio de Cajamarca, las fallas más frecuentes fueron el pulimento de agregados (40.71%), seguido de parcheos grandes (28.06%) y popouts (9.06%). En nuestro estudio, si bien también se identificaron estos tipos de fallas, la severidad y distribución de las mismas han mostrado un mayor deterioro en la estructura del pavimento.

Por otro lado, el estudio de Carbajal (2020), que evaluó la Avenida Chiclayo en José Leonardo Ortiz, registró valores de PCI entre 40.80 y 54.88, situando la condición del pavimento en la categoría de "REGULAR" a "REGULAR-MALO". En comparación, la Circunvalación Este de Juliaca presenta una condición general que se encuentra en un estado similar o incluso inferior en algunas secciones, lo que confirma la necesidad de una intervención urgente para prevenir un mayor deterioro. Las principales fallas identificadas en el estudio de Carbajal (2020) incluyen grietas de esquina, losas divididas, grietas



lineales y parcheos grandes, las cuales también han sido predominantes en nuestro estudio, aunque con una incidencia mayor y un grado de severidad que compromete la funcionalidad del pavimento.

Asimismo, la investigación de Pérez (2022) en el casco urbano de Cutervo reveló un PCI promedio de 36.94, ubicando el pavimento en una condición "MUY MALA". Este resultado es comparable con algunas secciones de la Circunvalación Este, donde se han encontrado valores similares, lo que evidencia la urgencia de aplicar estrategias de rehabilitación. En el estudio de Pérez (2022), las fallas más comunes incluyeron grietas de retracción, parcheos, pulimento de agregados y descascaramiento de juntas, elementos que también han sido recurrentes en nuestra evaluación y refuerzan la necesidad de establecer medidas correctivas para mejorar la transitabilidad de la vía.

A nivel local, la investigación de Apaza (2021) en la Avenida Circunvalación Noroeste de Juliaca indicó que el pavimento flexible de dicha vía se encuentra en un estado "POBRE", con un PCI de 31. Si bien esta evaluación se realizó sobre pavimento flexible y no rígido, se observa una problemática común en la ciudad de Juliaca: el deterioro significativo de las infraestructuras viales. En el estudio de Apaza, las deficiencias se atribuyeron en gran medida a problemas en la base del pavimento, aspecto que también podría estar influyendo en el deterioro de la Circunvalación Este.

En la investigación de Quispe (2022) sobre el Jirón Puno en Juliaca, se obtuvo un PCI de 60.6, clasificándolo como "BUENO", pero con signos de deterioro prematuro del concreto. Comparado con nuestro estudio, la Circunvalación Este muestra un estado más crítico, lo que indica que los pavimentos rígidos en Juliaca requieren una mejor gestión del mantenimiento. Quispe (2022) propone el uso de aditivos para mejorar la resistencia del concreto, una estrategia que podría considerarse para la rehabilitación de la Circunvalación Este.

Finalmente, el estudio de Canchaco (2021) en la carretera Platería - Acora aplicó el método PCI y el Índice de Regularidad Internacional (IRI), concluyendo que el pavimento se encontraba en estado "MUY MALO", con un PCI de 16.52. Aunque este estudio se



enfocó en pavimento flexible, los resultados refuerzan la necesidad de implementar estrategias de rehabilitación vial en la región de Puno, donde el deterioro de las carreteras y calles es una problemática recurrente.

En síntesis, la evaluación de la Circunvalación Este de Juliaca ha evidenciado un estado crítico del pavimento rígido, con valores de PCI comparables o inferiores a estudios previos en otras ciudades. Las fallas predominantes identificadas son consistentes con las halladas en investigaciones anteriores, lo que sugiere la necesidad de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo inmediato. La implementación de técnicas de rehabilitación basadas en estudios exitosos en otras localidades podría contribuir a mejorar la calidad y durabilidad del pavimento, asegurando una infraestructura vial más segura y eficiente para los habitantes de Juliaca.

CONCLUSIONES

General, la evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de la Circunvalación Este de la ciudad de Juliaca permitió identificar un deterioro significativo, siendo las fallas más frecuentes la grieta de esquina, la losa dividida y la grieta lineal, con predominancia de niveles de severidad media y alta. El análisis del PCI evidenció que, aunque la mayoría de los tramos se encuentran en condición regular, existen sectores clasificados como malos y muy malos que requieren intervenciones urgentes. En función de estos hallazgos, se proponen medidas específicas según el nivel de deterioro: mantenimiento preventivo para tramos en estado regular, rehabilitación estructural para aquellos en condición mala y reconstrucción total en tramos con deterioro severo, a fin de preservar la funcionalidad vial y prolongar la vida útil del pavimento.

Primera, el análisis de fallas en los pavimentos rígidos de la Circunvalación Este de la ciudad de Juliaca reveló que las fallas de mayor incidencia son la grieta de esquina (, la losa dividida y la grieta lineal, seguidas por la escala y el parcheo grande. En cuanto al nivel de gravedad, la mayoría de las fallas presentan una severidad media (M) y alta (H), destacando la grieta de esquina (42 casos en M y 16 en H), la grieta lineal (27 en H), la escala (21 en M y 9 en H) y el parcheo grande (18 en M y 18 en H). Estos resultados evidencian un deterioro significativo del pavimento.

Segunda, el (PCI) en el pavimento rígido de la Circunvalación Este de la ciudad de Juliaca permitió determinar que las condiciones varían significativamente entre los distintos tramos evaluados. Se observó que la mayoría de los tramos presentan una clasificación regular, con valores de PCI entre 42 y 53, lo que indica un estado funcional, pero con presencia de deterioro progresivo. Sin embargo, algunos tramos específicos presentan una condición mala y muy mala, en general el pavimento rígido de la avenida circunvalación presenta un PCI "REGULAR".



Tercera, con base en la evaluación del estado de los pavimentos rígidos de la Circunvalación Este de la ciudad de Juliaca, se han propuesto alternativas de intervención acordes al nivel de severidad de las fallas identificadas. Para tramos con clasificación regular, se recomienda la aplicación de mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil del pavimento, mientras que los tramos clasificados como malos requieren rehabilitación estructural. En el caso de los tramos con condición muy mala, se sugiere la reconstrucción total del pavimento debido al alto grado de deterioro.



RECOMENDACIONES

Primera, se recomienda identificar las causas subyacentes específicas de las fallas superficiales, tales como problemas en la calidad del material, diseño inadecuado, deficiencias en el proceso de construcción o el tráfico vehicular pesado. Un análisis detallado de estos factores contribuiría a encontrar soluciones más efectivas para prevenir y reparar las fallas en el futuro.

Segunda, se recomienda ampliar la cobertura del estudio a otras zonas de la ciudad para obtener una visión más completa del estado de los pavimentos rígidos.

Tercera, se recomienda complementar el estudio con otros métodos de evaluación, como el Índice de Servicio del Pavimento (PSI) o ensayos de deflectometría, para un análisis más detallado de la capacidad estructural del pavimento.

Cuarta, se recomienda investigar nuevas tecnologías de rehabilitación de pavimentos, como el uso de concretos con autocompactación, aditivos poliméricos o tratamientos de refuerzo estructural innovadores, para mejorar el rendimiento y resistencia del pavimento.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña Niño, Y. J. (2021). Evaluación superficial aplicando el método PCI del pavimento rígido en la Av. Independencia, Huaraz, Ancash – 2021.
- Aguilar Gómez, J. M. (2021). Evaluación y mejoramiento del pavimento rígido con el método PCI de la Av. Bolognesi, Distrito de Independencia, Huaraz – 2021.
- Apaza Porto, H. N. (2021). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pci para mejoramiento de la avenida circulación noroeste, Juliaca-2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58818>
- Atoccsa Cruz, R. (2024). Evaluación superficial del pavimento rígido empleando metodología del PCI en la avenida Núñez del distrito de Abancay. <https://hdl.handle.net/20.500.14512/803>
- Bobadilla Delgado, M. I., & Vásquez Veliz, S. del C. (2021). Evaluación del pavimento rígido utilizando el método PCI en la avenida San Ignacio y jirón Comercio, San Ignacio, Cajamarca, 2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70288>
- Cabrera, P. R. (2020). Metodología de la Investigación: Un Enfoque Pedagógico. Cognitus, C.A.
- Cachay Silva, R. C. (2023). Gestión técnica para la evaluación superficial de pavimento rígido desarrollando el método del PCI, caso particular Avenida San Juan, Provincia de Cutervo, periodo 2019. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11314>
- Canchaco Ordoño, E. M. (2021). Evaluación de fallas en pavimento flexible, aplicando la metodología pci y estudio de regularidad superficial, carretera Platería – Acora, Puno, 2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58816>



- Carbajal Terrones, M. (2020). "Aplicación del método PCI para evaluar las condiciones de la superficie del pavimento rígido en la avenida Chiclayo, Jose Leonardo Ortiz". Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25666>
- Correa Cortez, Y. M. (2024). Evaluación de pavimento rígido aplicando método PCI en la avenida Andrés Razuri del distrito de Tambogrande, Piura 2024.
- Cruz Cerna, T. L. (2023). Evaluación del Estado del Pavimento Rígido según el Índice de Condición del Pavimento (PCI) del Jirón Miguel Iglesias-Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca-2020. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5467>
- Doig Sánchez, J. K. (2020). Evaluación de 0.57 kilómetros de pavimento rígido mediante el método PCI de la avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz—Áncash – 2019. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51995>
- Espeza Tello, L. (2024). Modelo de gestión de vías vecinales pavimentadas basado en el índice de regularidad internacional (IRI) aplicando sistemas de inferencia difusos, Huancayo 2022. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/11337>
- Fa Ching Cavalie, M. D. L. A., & Gonzalez Morales, N. (2023). Análisis de evaluación de pavimento rígido por efecto combinado del IRI geométrico y tolerancia de cota según EG-2013 del tramo 2 de La carretera Oyón – Ambo, 2023. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670211>
- Fernandez Robles, S. C. (2021). Análisis del pavimento rígido por el método pavement condition index (PCI) en la Avenida 27 de Noviembre—Huaraz, 2021.
- García Torres, D. L. (2022). Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI del Jirón Ricardo Palma cuerdas 01,02,03 y 04, distrito de Calleria, Coronel Portillo—Ucayali—2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97066>



- Granda Hinostroza, C. G. (2019). Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/622>
- Huete Inocente, J. E. (2021). Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón Caraz cuadras 7-8-9–Huaraz, Ancash 2021.
- Jara Valladares, J. R. (2022). Evaluación superficial del pavimento rígido aplicando el método Pavement Condition Index (PCI) en la avenida Fernando Belaunde Terry en el centro poblado Andres Araujo Moran del Distrito de Tumbes, Provincia de Tumbes—Departamento de Tumbes.
- Leandro Santiago, X. M. (2024). Diagnóstico del pavimento rígido de la Av. Juan Velasco Alvarado aplicando el método PCI, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2023. Universidad de Huánuco. <https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/20.500.14257/5487>
- Liu, Z., Yu, S., Huang, Y., Liu, L., & Pan, Y. (2024). A systematic review of rigid-flexible composite pavement. *Journal of Road Engineering*, 4(2), 203-223. <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2024.02.001>
- Lizana Cusquisiban, C. S., & Vargas Vasquez, J. G. (2024). Análisis del estado del pavimento rígido en la calle huamantanga mediante la metodología del pavement condition index (PCI), Jaén-Cajamarca. Universidad Nacional de Jaén|Repositorio Institucional – UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/handle/UNJ/646>
- Mendoza Huamán, A. H. (2019). Evaluación del estado del pavimento rígido mediante la metodología del PCI de la avenida La Paz. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3656>
- Mishra, S., Srivastava, R. K., Kumar, P., & Chopra, T. (2022). Comparison of Various Approaches for Evaluation and Overlay Design of a Concrete Pavement. En D. Singh, L. Vanajakshi, A. Verma, & A. Das (Eds.), *Proceedings of the Fifth*



- International Conference of Transportation Research Group of India (pp. 231-245). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9921-4_17
- Morales Fernández, C., & Ortega Legro, J. (2019). Evaluación funcional del pavimento rígido mediante el método PCI caso estudio: En la carrera 18 entre la calle 15 al 22 [Thesis]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5532>
- Narváz Ochoa, P. S. (2018). Modelo de predicción de la condición de pavimento en base al PCI, tiempo y volumen de tráfico en una vía de pavimento rígido. Caso de estudio Red Vial E50 tramo Loja-Zamora abscisas 29+000 a 57+000. [masterThesis]. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/21813>
- Naseri, H., Aliakbari, A., Javadian, M. A., Aliakbari, A., & Waygood, E. O. D. (2024). A novel technique for multi-objective sustainable decisions for pavement maintenance and rehabilitation. *Case Studies in Construction Materials*, 20, e03037. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e03037>
- Neyra Castañeda, P. G. (2023). Estado del Pavimento Rígido de los Jirones de la Urbanización Amauta mediante el Método PCI, 2022. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5557>
- Ortega Gonzales, F. C. (2024). Evaluación de la condición superficial del pavimento rígido mediante el método PCI de la calle Orellana, Jaén 2024. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7476>
- Paricahua Chaiña, R. C. (2021). Diseño de un Plan de Mantenimiento de Pavimentos Rígidos en Función del Índice de Condición del Pavimento en la Avenida Circunvalación Nor-Este de la Ciudad de Juliaca Año 2019.
- Pérez Contreras, Y. A. (2022). Evaluación superficial de pavimento rígido, mediante el método PCI del Casco Urbano de Cutervo, Cajamarca, 2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88333>
- Quispe Tito, G. A. (2022). Plan de mantenimiento vial en función del PCI para pavimentos rígidos del Jirón Puno de la ciudad de Juliaca, 2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97898>



- Real, I. (2019). Deterioros en pavimentos rígidos, soluciones y aplicación de un plan estratégico de conservación de la red vial en un sector de la calle Sazié. <https://1library.co/document/qmjxld5q-deterioros-pavimentos-rigidos-soluciones-aplicacion-estrategico-conservacion-sazie.html>
- Regalado Carrión, F. (2023). Evaluación del estado actual del pavimento rígido mediante el método PCI en la calle Zarumilla de la ciudad de Jaén- Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6269>
- Reyes, E. (2022). Metodología de la Investigación Científica. Page Publishing Inc.
- Romero Bravo, J. L., & Calderon Arevalo, R. M. (2023). Aplicación de un sistema de gestión de pavimentos (SGP) con datos automatizados por medio del aplicativo TotalPave, bajo el uso del índice de rugosidad (IRI) y el índice de condición del pavimento (PCI) para la determinación del estado situacional actual del pavimento rígido en la Av. 28 de Julio de la ciudad de Tingo María. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670396>
- Roshandeh, A. M., Li, Z., Zhang, S., Levinson, H. S., & Lu, X. (2022). Vehicle and pedestrian safety impacts of signal timing optimization in a dense urban street network. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 3(1), 16-27. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2016.01.001>
- Sánchez Delgado, F. L. (2023). Estado de condición del pavimento rígido mediante el método del PCI de la Av. San Pedro del Distrito de Cumba, Provincia de Utcubamba, Región Amazonas, 2023". Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6170>
- Saucedo Rodriguez, J. A. (2023). Evaluación del Pavimento Rígido Aplicando los Métodos del VIZIR, PCI y el Instituto Mexicano de SEDESOL. Repositorio Institucional - USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11136>
- Shtayat, A., Moridpour, S., Best, B., Shroff, A., & Raol, D. (2020). A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. *Journal of Traffic and*



Transportation Engineering (English Edition), 7(5), 629-638.

<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.03.004>

Silva Forti, N. C., de Oliveira Kunz, F., Forti, T. L. D., Carnio, M. A., de Ávila Jacintho, A. E.

P. G., & Pimentel, L. L. (2024). Structural Behavior of Fiber Reinforced Concrete Overlays Over Asphalt Concrete Substrate: Experimental Results and Numerical Simulation. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 17(5), 1267-1282. <https://doi.org/10.1007/s42947-023-00300-3>

Tafur Arévalo, R. (2021). Tipo de condición del pavimento rígido aplicando métodos PCI y MTC para proponer el tipo de conservación en la Urbanización Monterrico- distrito de Santiago de Surco. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3993>

Tapia Ruiz, W. E. (2018). Evaluación del comportamiento funcional del pavimento rígido del Jr. Jose Sabogal Cdra. 01—08 utilizando el rugosímetro Merlin y las propuestas de técnicas de rehabilitación. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1997>

Tingal Limay, H. (2021). Análisis de índice de rugosidad internacional (IRI) de la superficie del pavimento flexible de la vía Cajamarca—Baños del Inca, utilizando el rugosímetro de Merlin. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4366>

Torres Portella, L. V. (2018). Evaluación Superficial del pavimento rígido aplicando el método pavement condition index (PCI), en las calles del distrito de Yanama – Yungay, región Ancash. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33675>

Vasquez Moreno, E. Y. (2017). Evaluación de la condición peracional del pavimento rígido aplicando el método del Paviment Condition Index (PCI) en las piistas del barrio Yanachaca, Caraz, Ancash, abril—2016. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/285>

Villar Martos, K. X. (2023). Evaluación de la condición funcional del pavimento rígido del jirón Juan Beato Macías desde la cuadra 1 hasta la cuadra 12 de la ciudad de



Cajamarca, mediante la metodología PCI. Universidad Nacional de Cajamarca.

<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5819>



ANEXOS



Anexo. Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuáles son las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca, son fisuras con gravedad media.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Condición superficial de vías a nivel de pavimento rígido</p> <p>Dimensiones: - Índice de condición del pavimento (PCI).</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Propuesta de alternativas de intervención</p> <p>Dimensiones: - Rehabilitación - Mantenimiento</p>	<p>- Inspección visual</p> <p>- Análisis técnico</p>
<p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los tipos de fallas de mayor incidencia y el nivel de gravedad que presenta los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca? ¿Cuál es el índice de condición de pavimento por tramos y a nivel general en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca? ¿Cuáles son las alternativas de intervención o solución de los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca? 	<p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar los tipos de fallas de mayor incidencia y el nivel de gravedad que presenta los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca. Determinar el índice de condición de pavimento por tramos y a nivel general en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca. Proponer las alternativas de intervención o solución de los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca. 	<p>Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Los tipos de fallas de mayor incidencia y el nivel de gravedad que presenta los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca, son las grietas grandes y descascaramiento de junta, con gravedades medias y altas. El índice de condición de pavimento por tramos y a nivel general en los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca, es 35 con un estado regular. Las alternativas de intervención o solución de los pavimentos rígidos de la circunvalación este de la ciudad de Juliaca, es de mantenimiento rutinario con sellado de fisuras. 		



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

MUESTREO

a) MUESTREO Y UNIDADES DE MUESTRA

Según la normal ASTM D6433, inciso (2.1.7) menciona que el area de muestreo es : 225 ± 90 m2

MAXIMO: 315
MINIMO 135

Tramo a estudiar : 0+000.00 03+660.00
Longitud de la via : 3660 m
Ancho de calzada : 7 m
Longitud de muestra : 60 m
Area de muestra : 420 ok ok

N= 61 Numero total de la muestra
S= 10 desviación estandar;ASTM D6433, inciso (7.5.2)(p. asfalto)
e= 5 % Error aceptable; ASTM

ASTM D6433, inciso (7.5.2)

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

n= 12.84 13

Se obtiene : 61 unidades de muestra
de las cuales : 13 deberan ser evaluadas

b) SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

ASTM D6433, inciso (7.5.3)

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

i= 4.69 Intervalo de muestreo

Por lo tanto el intervalo de muestreo será :

i= 5 intervalo de muestreo



c) ESQUEMA DEL PAVIMENTO PARA MUESTREO





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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 01
ANCHO DE VIA (m): 7
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+080
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 00+000
FIN DE PROGRESIVA (KM): 00+080
NUMERO DE LOSAS (und): 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeco	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de vía ferrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril /Berma	DCB	37	Retraccion	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parqueo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parqueo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
23	M	1	3	2	2			8.00	28.57%	28.35	
23	H	1	1	1				3.00	10.71%	39.85	
28	M	1	1	1				3.00	10.71%	8.32	
29	H	1	3					4.00	14.29%	14.21	
26	M	1	2					3.00	10.71%	30.47	
									TOTAL VD		121.2

Valor deducido mas alto	39.85
valor deducido menor	8.32
Numero maximo de valores deducidos	5

m	6.52	m + 1+ (998) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.52	
Valor minimo	8.32	

N°	1	2	3	4	5	VDT	q	VDC	
1	39.85	30.47	28.35	14.21	8.32	121.2	5	53.21	
2	39.85	30.47	28.35	14.21	2	114.9	4	52.41	
3	39.85	30.47	28.35	2	2	102.7	3	52	
4	39.85	30.47	2	2	2	78.3	2	48.28	
5	39.85	2	2	2	2	47.9	1	47.9	
								MAX VDC	53

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

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 02 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 00+300
ANCHO DE VIA (m): 7 FIN DE PROGRESIVA (KM): 00+360
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+060 NUMERO DE LOSAS (und): 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de via ferrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril / Berma	DCB	37	Retracción	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parqueo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parqueo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
23	M	1	1	2	1		5.00	17.86%	29.1
28	H	1	2	1			4.00	14.29%	22.14
31	M	3	4	2			9.00	32.14%	8.75
31	H	2	3	2			7.00	25.00%	6.47
28	M	2	1	2			5.00	17.86%	36.89
							30.00	TOTAL VD	103.35

Valor deducido mas alto	36.89
valor deducido menor	6.47
Numero maximo de valores deducidos	5

m	6.80	$m = 1 + (2/98) (100-HDV) \leq 10$
Parte decimal	0.80	
Valor minimo	6.47	

N°	-					VDT	q	VDC	
1	36.89	29.1	22.14	8.75	6.47	103.4	5	59.84	
2	36.89	29.1	22.14	8.75	2	98.9	4	55.12	
3	36.89	29.1	22.14	2	2	92.1	3	52.46	
4	36.89	29.1	2	2	2	72.0	2	49.76	
5	36.89	2	2	2	2	44.9	1	44.9	
								MAX VDC	80

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $103 - (\text{MaxVDC} \text{ o } \text{Total VD})$
	PCI = 40 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: LM - 03 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 00+600
ANCHO DE VIA (m): 7 FIN DE PROGRESIVA (KM): 00+660
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+060 NUMERO DE LOSAS (und): 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de via ferrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril /Berna	DCB	37	Retraccion	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parqueo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parqueo (pequeño)	PAP			

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MED/UM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	2	1				3.00	10.71%	19.62
22	H	1	1	1	2		5.00	17.86%	37.85
26	M	1	1				2.00	7.14%	18.62
28	H	1	2	1			4.00	14.29%	28.67
29	H	1	2	1	3		7.00	25.00%	16.87
							21.00	TOTAL VD	121.63

Valor deducido mas alto	37.85
valor deducido menor	16.87
Numero maximo de valores deducidos	6

m	6.71	m = 1+ (9/8) (100-HDV) ** 10
Parte decimal	0.71	
Valor minimo	16.87	

N°	1	2	3	4	5	VDT	q	VDC	
1	37.85	28.67	19.62	18.62	16.87	121.6	6	63.57	
2	37.85	28.67	19.62	18.62	2	106.8	4	58.87	
3	37.85	28.67	19.62	2	2	90.1	3	56.1	
4	37.85	28.67	2	2	2	72.5	2	52.47	
5	37.85	2	2	2	2	45.9	1	45.9	
								MAX VDC	64

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC ÷ Total VD)
	PCI = 36 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCONVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCONVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 04 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+900
ANCHO DE VIA (m) : 7 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+960
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+060 NUMERO DE LOSAS (und) : 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de vía ferrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril / Berma	DCB	37	Retraccion	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parcheo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parcheo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	1	2	1	2	6.00	21.43%	30.54
26	H	2	2	1		5.00	17.86%	28.54
29	H	1	1	2		4.00	14.29%	21.83
39	M	2	2	1	1	7.00	25.00%	18.56
						0.00	0.00%	
22.00							TOTAL VD	99.27

Valor deducido mas alto	30.54
valor deducido menor	18.56
Número máximo de valores deducidos	4

m	7.38	$m = 1 + (998) (100 - HDV) \leq 10$
Parte decimal	0.38	
Valor mínimo	18.56	

N°	=				VDT	q	VDC
1	30.54	28.54	21.83	18.56	99.3	4	55.87
2	30.54	28.54	21.83	2	82.7	3	51.68
3	30.54	28.54	2	2	83.1	2	48.22
4	30.54	2	2	2	36.5	1	36.5
					0.0		0.0
MAX VDC							56

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $100 - (\text{MaxVDC} - \text{Total VD})$
	PCI = 44 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 05
ANCHO DE VIA (m): 7
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+080
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 01+200
FIN DE PROGRESIVA (KM): 01+260
NUMERO DE LOSAS (und): 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimiento de agregados	FUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de vía ferrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril / Berma	DCB	37	Retracción	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parqueo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parqueo (pequeño)	PAP			

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MED/UM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	1	2	1	2	1		7.00	25.00%	36.88
23	M	1	1	1	2	1		6.00	21.43%	36.54
24	H	1	1	1				3.00	10.71%	22.56
30	M	1	2	1	1			5.00	17.86%	5.38
								0.00	0.00%	
								21.00	TOTAL VD	100.16

Valor deducido mas alto	36.84
valor deducido menor	5.38
Numero maximo de valores deducidos	4

m	6.83	$m = 1 + (9/98) (100 - HDV) \leq 10$
Parte decimal	0.83	
Valor minimo	5.38	

N°	-				VDT	q	VDC	
1	36.54	35.68	22.56	5.38	100.2	4	56.78	
2	36.54	35.68	22.56	2	96.8	3	54.62	
3	36.54	35.68	2	2	76.2	2	53.12	
4	36.54	2	2	2	42.5	1	42.5	
					0.0			
							MAX VDC	57

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $100 - (\text{MaxVDC} \text{ o } \text{Total VD})$
	PCI = 43 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Beth. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 06
ANCHO DE VIA (m): 7
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+060
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 01+500
FIN DE PROGRESIVA (KM): 01+560
NUMERO DE LOSAS (und): 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de via ferrea	CVF
26	Seño de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril / Berma	DCB	37	Retraccion	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parqueo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parqueo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	1	2	2			5.00	17.86%	25.16
28	H	1	2	2	1		6.00	21.43%	30.59
29	M	1	1	1	2		5.00	17.86%	12.63
30	M	1	1	1	1		4.00	14.29%	9.58
							0.00	0.00%	
							20.00	TOTAL VD	77.96

Valor deducido mas alto	30.59
valor deducido menor	9.58
Numero maximo de valores deducidos	4

m	7.37	m = 1+ (9/98) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.37	
Valor minimo	9.58	

N°						VDT	q	VDC	
1	30.59	25.16	12.63	9.58		76.0	4	49.97	
2	30.59	25.16	12.63	2		70.4	3	44.57	
3	30.59	25.16	2	2		59.8	2	45.28	
4	30.59	2	2	2		36.6	1	36.6	
						0.0			
								MAX VDC	49

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 81 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 07
ANCHO DE VIA (m): 7
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+060
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 01+800
FIN DE PROGRESIVA (KM): 01+880
NUMERO DE LOSAS (und): 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de vía ferrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril / Berma	DCB	37	Retracción	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parqueo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parqueo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	2	1	1	2		6.00	21.43%	28.56
25	M	1	1	1	1		4.00	14.29%	12.32
28	H	1	1	2			4.00	14.29%	28.56
29	M	1	2	2			5.00	17.86%	11.46
38	H	2	1	1	2		6.00	21.43%	14.67
							25.00	TOTAL VD	93.6

Valor deducido mas alto	28.56
valor deducido menor	11.46
Numero maximo de valores deducidos	5

m	7.56	m = 1+ (9/98) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.56	
Valor minimo	11.46	

N°	=					VDI	q	VDC	
1	28.56	28.56	14.67	12.32	11.46	93.6	5	50.99	
2	28.56	28.56	14.67	12.32	2	84.1	4	48.58	
3	28.56	28.56	14.67	2	2	73.8	3	46.39	
4	28.56	28.56	2	2	2	61.2	2	46.0	
5	28.56	2	2	2	2	36.6	1	36.6	
								MAX VDC	51

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 49 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 08
ANCHO DE VIA (m): 7
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+050
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 02+100
FIN DE PROGRESIVA (KM): 02+160
NUMERO DE LOSAS (und): 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pullimiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombao	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de via ferrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril / Berma	DCB	37	Retracción	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parcheo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parcheo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	2	1	2	2		7.00	25.00%	32.67
22	H	2	1	1	2	0	6.00	21.43%	39.87
23	M	1	2	1			4.00	14.29%	27.62
23	H	2	2	1			5.00	17.86%	44.21
28	M	1	2	2	1		6.00	21.43%	9.97
							28.00	TOTAL VD	154.34

Valor deducido mas alto	44.21
valor deducido menor	9.97
Numero maximo de valores deducidos	5

m	6.12	m = 1+ (9/98) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.12	
Valor minimo	9.97	

N°	1	2	3	4	5	VDT	q	VDC	
1	44.21	39.87	32.67	27.62	9.97	154.3	5	77.34	
2	44.21	39.87	32.67	27.62	2	148.4	4	79.26	
3	44.21	39.87	32.67	2	2	120.8	3	72.69	
4	44.21	39.87	2	2	2	90.1	2	65.3	
5	44.21	2	2	2	2	62.2	1	52.2	
								MAX VDC	79

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI = 21 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MUY MALO**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 09 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 02+400
ANCHO DE VIA (m) : 7 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 02+480
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+090 NUMERO DE LOSAS (und) : 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de vía ferrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril / Berma	DCB	37	Retraccion	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parcheo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEL
30	Parcheo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	L	2	1	2			5.00	17.86%	15.97
23	M	1	1	3			5.00	17.86%	37.75
25	M	1	2	2			5.00	17.86%	13.44
31	L	2	1	3	1		7.00	25.00%	8.45
31	M	2	1	2	1		6.00	21.43%	7.11
							28.00	TOTAL VD	82.72

Valor deducido mas alto	37.75
valor deducido menor	7.11
Numero maximo de valores deducidos	5

m	6.72	m = 1+ (998) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.72	
Valor minimo	7.11	

N°	=					VDT	q	VDC
1	37.75	15.97	13.44	8.45	7.11	82.7	5	44.89
2	37.75	15.97	13.44	8.45	2	77.6	4	45.98
3	37.75	15.97	13.44	2	2	71.2	3	47.23
4	37.75	15.97	2	2	2	59.7	2	44.1
5	37.75	2	2	2	2	45.8	1	45.6
							MAX VDC	47

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

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 10
ANCHO DE VIA (m) : 7
LONGITUD DE MUESTRA (m): 60+050
INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 02+700
FIN DE PROGRESIVA (KM) : 02+760
NUMERO DE LOSAS (und) : 26

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de vía férrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril / Berma	DCB	37	Retracción	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parcheo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parcheo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
23	M	1	2	2			5.00	17.86%	35.59
25	L	2	1	3	1		7.00	25.00%	12.67
25	M	1	3	2			6.00	21.43%	19.12
29	M	1	3	1	3		8.00	28.57%	20.97
							0.00	0.00%	
							26.00	TOTAL VD	89.35

Valor deducido mas alto	35.59
Valor deducido menor	12.67
Numero maximo de valores deducidos	4

m	6.92	$m = 1 + (998 / (100 - HDV)) \times 10$
Parte decimal	0.92	
Valor minimo	12.67	

N°	=				VDI	q	VDC	
1	35.59	20.97	19.12	12.67				
2	35.59	20.97	19.12	2	86.4	4	51.48	
3	35.59	20.97	2	2	77.7	3	49.21	
4	35.59	2	2	2	60.6	2	46.11	
					41.6	1	41.6	
					0.0			
							MAX VDC	51

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 49 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bch. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 11
ANCHO DE VIA (m): 7
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+090
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 03+000
FIN DE PROGRESIVA (KM): 03+060
NUMERO DE LOSAS (und): 26

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de vía férrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril / Berma	DCB	37	Retracción	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parqueo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parqueo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
23	M	1	2	2			5.00	17.66%	31.67
25	M	1	2	2	1		6.00	21.43%	19.85
25	H	2	3	2	2		9.00	32.14%	43.56
30	M	1	2	2			5.00	17.66%	5.12
							0.00	0.00%	
25.00							TOTAL VD		100.4

Valor deducido mas alto	43.56
valor deducido menor	5.12
Número máximo de valores deducidos	4

m	6.18	m = 1 + (998 / (100 - HDV)) <= 10
Parte decimal	0.18	
Valor mínimo	5.12	

N°						VDT	q	VDC
1	43.56	31.67	19.85	5.12		100.4	4	56.79
2	43.56	31.67	19.85	2		97.3	3	60.29
3	43.56	31.67	2	2		79.4	2	54.76
4	43.56	2	2	2		49.6	1	49.6
						0.0		
MAX VDC								60

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

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUNVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bch. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 12
ANCHO DE VIA (m): 7
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+060
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 03+300
FIN DE PROGRESIVA (KM): 03+360
NUMERO DE LOSAS (und): 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulmiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de vía ferrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril /Berma	DCB	37	Retracción	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parcheo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parcheo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	2	1					3.00	10.71%	19.62
22	H	1	1	1	2			5.00	17.86%	37.85
26	M	1	1					2.00	7.14%	16.62
28	M	1	2	1				4.00	14.29%	14.36
29	H	1	2	1	2	1		7.00	25.00%	16.67
								21.00	TOTAL VD	107.32

Valor deducido mas alto	37.85
valor deducido menor	14.36
Numero maximo de valores deducidos	5

m	6.71	m = 1+ (5/98) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.71	
Valor maximo	14.36	

N°	37.85	19.62	18.62	16.67	14.36			VDT	q	VDC	
1	37.85	19.62	18.62	16.67	14.36			107.3	5	55.67	
2	37.85	19.62	18.62	16.67	2			95.0	4	54.36	
3	37.85	19.62	18.62	2	2			90.1	3	50.12	
4	37.85	19.62	2	2	2			63.5	2	48.33	
5	37.85	2	2	2	2			45.9	1	45.9	
										MAX VDC	55

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

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIRCUVALACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
EVALUADOR : Bach. ANTONY QUISPE AROCUTIPA
MUESTRA : UNIDADES DE MUESTRA DE LA AVENIDA CIRCUVALACIÓN ESTE
FECHA : 12 DE DICIEMBRE DEL 2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 13
ANCHO DE VIA (m): 7
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+080
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 03+800
FIN DE PROGRESIVA (KM): 03+860
NUMERO DE LOSAS (und): 28

N°	TIPO DE FALLA	COD	N°	TIPO DE FALLA	COD
21	Blow up / Buckling	BLB	31	Pulimiento de agregados	PUA
22	Grieta de esquina	GRE	32	Popouts	POP
23	Losa dividida	LOD	33	Bombeo	BOM
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	34	Punzonamiento	PUN
25	Escala	ESC	35	Cruce de vía ferrea	CVF
26	Sello de junta	SEJ	36	Desconchamiento	DES
27	Desnivel Carril / Berma	DCB	37	Retraccion	RET
28	Grieta lineal	GRL	38	Descascaramiento de esquina	DEE
29	Parqueo (grande)	PAG	39	Descascaramiento de junta	DEJ
30	Parqueo (pequeño)	PAP			

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

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	1	2	1	1		5.00	17.86%	24.56
23	M	1	1	1	1		4.00	14.29%	29.95
24	H	1	1	1	2		5.00	17.86%	35.62
30	M	1	2	1	1		5.00	17.86%	5.38
							0.00	0.00%	
TOTAL VD								95.51	

Valor deducido mas alto	35.62
valor deducido menor	5.38
Numero máximo de valores deducidos	4

m	6.91	m = 1 + (9/98) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.91	
Valor mínimo	5.38	

N°	35.62	29.95	24.56	5.38	=	VDT	q	VDC
1	35.62	29.95	24.56	5.38		95.5	4	53.87
2	35.62	29.95	24.56	2		92.1	3	58.44
3	35.62	29.95	2	2		89.6	2	60.37
4	35.62	2	2	2		41.6	1	41.6
						0.0		
MAX VDC								58

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

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**

Anexo 3. Fotografías



Fotografía 1. Medición de la Falla 23 (losa dividida), ubicado en el tramo 0+00-0+060 km.



Fotografía 2. Se realiza la medición de la Falla 22 (grieta de esquina), ubicado en el tramo 1+200-1+260 km.



Fotografía 3. Se observa las Fallas 22, 25 y 28 (grieta de esquina, escala y grietas lineales), ubicado en el tramo 1+8000-1+860 km.



Fotografía 4. Se observa la Falla 31 (pulimiento de agregados), ubicado en el tramo 2+4000-2+460 km.



Fotografía 5. Medición de la Falla 22 (grieta de esquina), ubicado en el tramo 2+4000-2+460 km.



Fotografía 6. Medición de la Falla 25 (Escala), ubicado en el tramo 2+4000-2+460 km.



Fotografía 7. Medición y registro de fallas



Fotografía 8. Fallas de severidad alta



Fotografía 9. Fallas de la losa del pavimento rígido



Fotografía 10. Fallas de severidad media



Fotografía 11. Vista de la incomodidad de tránsito debido a las fallas



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 24-06-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ANTONY QUISPE AROCUTIPA

Dirección: Jr. ECHENIQUE 343

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74404008

Teléfono: 965 719 452 email: anth4008@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

DE LA CIRCUNVACIÓN ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): FALLAS SUPERFICIALES, PAVIMENTOS RÍGIDOS, DETERIORO DEL PAVIMENTO Y

REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

¿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

24-06-2025

Fecha