



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO  
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE  
FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN  
OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA - PERÚ**

**2025**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO  
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE  
FOTOGAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN  
OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025**

**TESIS PRESENTADA POR:**


**Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

  
: \_\_\_\_\_  
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

**PRIMER MIEMBRO**

  
: \_\_\_\_\_  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**SEGUNDO MIEMBRO**

  
: \_\_\_\_\_  
Mgtr. WILFREDO DAVID SUO PACORI

**ASESOR DE TESIS**

  
: \_\_\_\_\_  
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1241-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 07 de octubre del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025 - CU - 8856 presentado por el (la) Bachiller: **JORGE LUIS CORNEJO FLORES** 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. **JORGE LUIS CORNEJO FLORES**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

**RESUELVE:**

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

- \* **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- \* **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- \* **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, **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **JORGE LUIS CORNEJO FLORES**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : miércoles 22 de octubre del 2025
- \* **HORA** : 14:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

*[Signature]*  
OSCAR V. VIAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
C.P. 32730



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

*[Signature]*  
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (s)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 906-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 23 de agosto del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU - 5766 por el señor (a): **JORGE LUIS CORNEJO FLORES** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 595 - 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 082 - 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): **JORGE LUIS CORNEJO FLORES**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 082 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JORGE LUIS CORNEJO FLORES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

**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

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730



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

cc.  
Archivo  
interesado (a)



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 327-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 23 de mayo del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 3260, presentado el señor (a) **JORGE LUIS CORNEJO FLORES** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 193 -2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 015-2025 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): **JORGE LUIS CORNEJO FLORES** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Cesar Guillermo Camargo Najar** 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° 015-2025- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025**.

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

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito 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): **JORGE LUIS CORNEJO FLORES**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

**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

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730



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

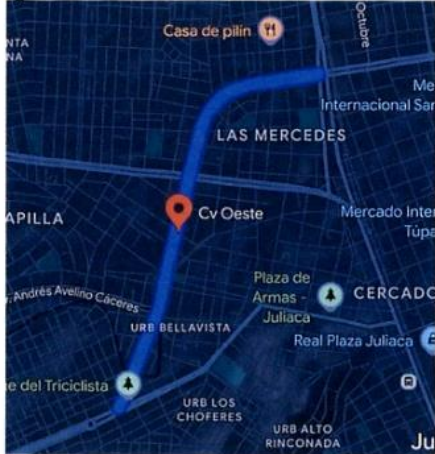
cc.  
Archivo 2025  
Interesado (a)



### Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	JORGE LUIS CORNEJO FLORES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70126147
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0005-5342-3546">https://orcid.org/0009-0005-5342-3546</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8509-7224">https://orcid.org/0000-0001-8509-7224</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción– P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>País:</b> Perú  <b>Departamento:</b> Puno  <b>Provincia:</b> San Román  <b>Distrito:</b> Juliaca  <b>Avenida:</b> Circunvalación Oeste  <b>Coordenadas:</b>  <b>Latitud:</b> 15°29'20.94" S  <b>Longitud:</b> 70°08'36.66" O  <b>URL Maps:</b></p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/gZdLzjqSMhbT6vf9?g_st=iwb">https://maps.app.goo.gl/gZdLzjqSMhbT6vf9?g_st=iwb</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo – Setiembre 2025
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> Librería	<p><b>Ingeniería Civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p> <p><b>Ingeniería de la Construcción</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>



UNIVERSIDAD NACIONAL "CESAR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y OTRAS PROFESIONES

*Dr. Fritz Willy Mamani Apaza*  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo Jorge Luis Cornejo Flores, identificado con DNI  
Nro. 70426147 en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Civil

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

"Evaluación del pavimento flexible mediante el método índice de condición del pavimento y el uso de fotogrametría en la avenida circunvalación oeste de la ciudad de Juliaca 2025"

Asesorado por: Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales

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 10 de Junio del 2026

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)



FIRMA (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A Dios que siempre me ayudo a mantenerme en pie.

A mis padres Jaime Javier y Pamela, quienes me han moldeado en la persona que soy hoy; muchos de mis éxitos, incluido este logro, les debo a ustedes; me criaron con disciplina y ciertas libertades, pero siempre me alentaron a perseguir mis sueños.

A mi novia Patricia, por su apoyo constante y respaldo que me permitió concluir con éxito esta fase de mi carrera profesional.

A Miwi, que me acompañó en cada noche de estudio y me lleno de paz con su ronroneo.

Jorge Luis Cornejo Flores



## AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar de mi vida y de mi familia, gracias a mis padres por apoyarme en cada decisión de mis proyectos y de mi vida, gracias a mi universidad por permitirme llegar a ser un especialista en aquello que me apasiona profundamente

Agradecer también al Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales, por brindarme sus conocimientos, orientación, guía y enseñanzas a lo largo de mi vida universitaria y en la presente investigación.

Finalmente agradezco a quien lee este apartado de mi tesis, por permitirme transmitir mis experiencias, investigaciones y conocimientos, adquiridos y que como titulado de esta universidad llevare siempre su nombre en alto.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ..... III

AGRADECIMIENTO ..... IV

ÍNDICE GENERAL..... V

ÍNDICE DE TABLAS..... IX

ÍNDICE DE FIGURAS ..... XI

RESUMEN .....XV

ABSTRACT.....XVI

INTRODUCCIÓN .....XVII

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.ESTUDIO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA ..... 1

1.2.FORMULACIÓN DE PROBLEMA ..... 3

    1.2.1. *PROBLEMA GENERAL* ..... 3

    1.2.2. *PROBLEMAS ESPECÍFICOS*..... 3

1.3.PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS ..... 4

    1.3.1. *OBJETIVO GENERAL*..... 4

    1.3.2. *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*..... 4

1.4.JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA..... 5

    1.4.1. *JUSTIFICACIÓN TEÓRICA*..... 5

    1.4.2. *JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA*..... 5

    1.4.3. *JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA*..... 6

    1.4.4. *JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA*..... 6

    1.4.5. *JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL*..... 7

1.5.PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS ..... 7

    1.5.1. *HIPÓTESIS GENERAL*..... 7

    1.5.2. *HIPÓTESIS ESPECÍFICAS*..... 7

1.6.VARIABLES E INDICADORES..... 8

    1.6.1. *VARIABLES DE INTERÉS*..... 8

    1.6.2. *VARIABLES DE CARACTERIZACIÓN*..... 8

1.7.OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... 9



**CAPÍTULO II**

**REVISIÓN DE LA LITERATURA**

**2.1.ANTECEDENTES DEL PROBLEMA..... 11**

    2.1.1. ESTUDIOS INTERNACIONALES..... 11

    2.1.2. ESTUDIOS NACIONALES..... 14

**2.2.MARCO TEÓRICO..... 18**

    2.2.1. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS..... 18

        2.2.1.1. Evaluación Funcional..... 19

        2.2.1.2. Evaluación Estructural..... 21

        2.2.1.3. Evaluación Superficial..... 23

    2.2.2. MÉTODO PCI (ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO)..... 24

        2.2.2.1. Generalidades..... 24

        2.2.2.2. Procedimiento de Evaluación..... 25

        2.2.2.3. Cálculo del Índice PCI..... 29

        2.2.2.4. Cálculo del PCI de una sección de pavimento..... 31

    2.2.3. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS..... 32

        2.2.3.1. Generalidades..... 32

        2.2.3.2. Finalidad..... 33

        2.2.3.3. Estrategias de Conservación..... 35

    2.2.4. USO DEL DRON..... 37

        2.2.4.1. Generalidades..... 37

        2.2.4.2. Uso del Dron..... 37

        2.2.4.3. Ventajas y Desventajas del uso del Dron..... 38

        2.2.4.4. Fotogrametría Como Método de Evaluación de Pavimentos..... 38

**2.3.MARCO CONCEPTUAL..... 40**

**2.4.MARCO NORMATIVO..... 42**

    2.4.1. NORMA ASTM D 6433 PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)..... 42

    2.4.2. MANUAL DE CARRETERAS CONSERVACIÓN VIAL MTC– 2016..... 42

**CAPÍTULO III**

**METODOLOGÍA**

**3.1.MÉTODO DE INVESTIGACIÓN..... 43**



3.1.1. <i>MÉTODO GENERAL</i> .....	43
3.1.2. <i>MÉTODOS ESPECÍFICOS</i> .....	43
<b>3.2.TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>44</b>
<b>3.3.ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>44</b>
<b>3.4.NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>44</b>
<b>3.5.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>44</b>
<b>3.6.POBLACIÓN Y MUESTRA:</b> .....	<b>45</b>
3.6.1. <i>POBLACIÓN</i> .....	45
3.6.2. <i>MUESTRA</i> .....	45
<b>3.7.ÁMBITO DE ESTUDIO</b> .....	<b>47</b>
3.7.1. <i>UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO</i> .....	47
3.7.2. <i>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</i> .....	47
<b>3.8.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	<b>48</b>
3.8.1. <i>EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO IN SITU</i> .....	48
3.8.1.1. <i>Método PCI In situ</i> .....	48
3.8.2. <i>EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO CON FOTOGRAMETRÍA</i> .....	50
3.8.2.1. <i>Método PCI con Fotogrametría</i> .....	50
3.8.3. <i>COMPARAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS IN SITU Y CON EL USO DE DRON</i> .....	55
3.8.4. <i>ANÁLISIS DE LA FOTOGRAMETRÍA EN LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS</i> .....	56
<b>3.9.VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO</b> .....	<b>57</b>
3.9.1. <i>VALIDEZ DEL INSTRUMENTO</i> .....	57
3.9.2. <i>CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO</i> .....	57
<b>3.10.DISEÑO DE LA CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS</b> .....	<b>57</b>

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1.ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>58</b>
4.1.1. <i>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EVALUADO IN SITU</i> .....	58
4.1.1.1. <i>Método PCI</i> .....	58



4.1.2. <i>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EVALUADO CON FOTOGRAMETRÍA.</i> .....	61
4.1.2.1. <i>Método PCI.</i> .....	61
4.1.3. <i>COMPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN IN SITU Y CON EL USO DE FOTOGRAMETRÍA.</i> .....	63
4.1.3.1. <i>Método PCI.</i> .....	63
4.1.3.2. <i>Eficiencia de la Fotogrametría en la Evaluación de Pavimentos.</i> .....	65
4.1.4. <i>GRADO DE RELACIÓN ENTRE LA EVALUACIÓN MANUAL (A) Y CON EL USO DE FOTOGRAMETRÍA (B).</i> .....	66
<b>4.2.DISCUSIÓN DE RESULTADOS.</b> .....	<b>70</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>73</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>76</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>77</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>81</b>
<b>ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>ANEXO 02. CURVAS Y TABLAS DE VALORES DEDUCIDOS PCI</b> .....	<b>83</b>
<b>ANEXO 03. TABLAS DE CÁLCULO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI (IN SITU)</b> .....	<b>104</b>
<b>ANEXO 04. TABLAS DE CÁLCULO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI (FOTOGRAMETRÍA)</b> .....	<b>118</b>
<b>ANEXO 05. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA</b> .....	<b>132</b>
<b>ANEXO 06. CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD DE DRONE</b> .....	<b>133</b>
<b>ANEXO 07. PANEL FOTOGRÁFICO IN SITU</b> .....	<b>135</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables. ....	9
<b>Tabla 2</b> Rango de calificación PCI. ....	25
<b>Tabla 3</b> Tipos de falla Método PCI. ....	26
<b>Tabla 4</b> Longitud de unidades de muestro Método PCI.....	28
<b>Tabla 5</b> Tareas de mantenimiento en pavimentos.....	34
<b>Tabla 6</b> Ventajas y desventajas del uso del Dron.....	38
<b>Tabla 7</b> Longitudes de unidades de muestreo en situ. ....	46
<b>Tabla 8</b> Índice de PCI de la Av. Circunvalación in situ.....	58
<b>Tabla 9</b> Condición del pavimento de la Av. Circunvalación método PCI in situ.....	59
<b>Tabla 10</b> Índice de PCI de la Av. Circunvalación con el uso de Dron. ....	61
<b>Tabla 11</b> Condición del pavimento de la Av. Circunvalación método PCI con uso de Dron.....	62
<b>Tabla 12</b> Grado de relación entre la evaluación manual (A) y con fotogrametría (B).....	67
<b>Tabla 13</b> Matriz de consistencia. ....	82
<b>Tabla 14</b> Datos para valores deducidos – piel de cocodrilo.....	83
<b>Tabla 15</b> Datos para valores deducidos – exudación. ....	84
<b>Tabla 16</b> Datos para valores deducidos – agrietamiento en bloque.....	85
<b>Tabla 17</b> Datos para valores deducidos – elevaciones, hundimientos.....	86
<b>Tabla 18</b> Datos para valores deducidos – corrugaciones. ....	87
<b>Tabla 19</b> Datos para valores deducidos – depresiones.....	88
<b>Tabla 20</b> Datos para valores deducidos – grietas de borde.....	89
<b>Tabla 21</b> Datos para valores deducidos – reflexión de juntas. ....	90
<b>Tabla 22</b> Datos para valores deducidos – desnivel de calzada. ....	91



<b>Tabla 23</b> <i>Datos para valores deducidos – grietas longitudinales y transversales.</i> .....	92
<b>Tabla 24</b> <i>Datos para valores deducidos – parcheo.</i> .....	93
<b>Tabla 25</b> <i>Datos para valores deducidos – agregados pulidos.</i> .....	94
<b>Tabla 26</b> <i>Datos para valores deducidos – huecos.</i> .....	95
<b>Tabla 27</b> <i>Datos para valores deducidos – acceso puentes, vía férrea, pontones.</i> .....	96
<b>Tabla 28</b> <i>Datos para valores deducidos – ahuellamiento.</i> .....	97
<b>Tabla 29</b> <i>Datos para valores deducidos – deformación por empuje.</i> .....	98
<b>Tabla 30</b> <i>Datos para valores deducidos – grietas de corrimiento.</i> .....	99
<b>Tabla 31</b> <i>Datos para valores deducidos – hinchamiento.</i> .....	100
<b>Tabla 32</b> <i>Datos para valores deducidos – disgregación y desgaste.</i> .....	101
<b>Tabla 33</b> <i>Datos para valores corregidos – Pavimentos flexibles.</i> .....	102



### ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** *Estado actual de la Avenida Circunvalación oeste*..... 3

**Figura 2** *Evaluación de pavimento*..... 19

**Figura 3** *Índice de serviciabilidad PSI*. .... 20

**Figura 4** *Evaluación estructural destructivo*..... 22

**Figura 5** *Evaluación estructural no destructivo*. .... 23

**Figura 6** *Evaluación superficial del pavimento asfáltico*..... 24

**Figura 7** *Evaluación superficial método PCI*. .... 32

**Figura 8** *Estrategias en el mantenimiento del pavimento*. .... 36

**Figura 9** *Presentación de dron*. .... 40

**Figura 10** *Ancho de carril in situ*..... 46

**Figura 11** *Ubicación del área de estudio*. .... 48

**Figura 12** *Evaluación pci in situ de la Avenida Circunvalación Oeste*. .... 50

**Figura 13** *Evaluación pci in situ de la Avenida Circunvalación Oeste*. .... 50

**Figura 14** *Evaluación PCI con dron de la Avenida Circunvalación Oeste*..... 51

**Figura 15** *Geo zona permitida para elaboración de plan de vuelo*..... 51

**Figura 16** *Creación de nube de puntos densa*..... 52

**Figura 17** *Procesamiento de ortofotos KMZ para Google Earth*..... 53

**Figura 18** *Imágenes KMZ sobrepuestas en Google Earth*..... 54

**Figura 19** *Procesamiento en gabinete del método PCI con imágenes KMZ en Google Earth*. .... 54

**Figura 20** *Condición del pavimento PCI in situ*..... 60

**Figura 21** *Condición del pavimento PCI con dron*..... 62

**Figura 22** *Comparación del PCI de la Av. Circunvalación in situ y con el uso de dron*..... 64



**Figura 23** *Grado de relación entre la evaluación manual (A) y con el uso de fotogrametría (B)..... 69*

**Figura 24** *Curva de valores deducidos-piel de cocodrilo. .... 83*

**Figura 25** *Curva de valores deducidos-exudación. .... 84*

**Figura 26** *Curva de valores deducidos-agrietamiento en bloque. .... 85*

**Figura 27** *Curva de valores deducidos-elevaciones, hundimientos. .... 86*

**Figura 28** *Curva de valores deducidos-corrugaciones. .... 87*

**Figura 29** *Curva de valores deducidos-depresiones. .... 88*

**Figura 30** *Curva de valores deducidos-grietas de borde. .... 89*

**Figura 31** *Curva de valores deducidos-reflexión de juntas..... 90*

**Figura 32** *Curva de valores deducidos-desnivel de calzada. .... 91*

**Figura 33** *Curva de valores deducidos-grietas longitudinales y transversales. 92*

**Figura 34** *Curva de valores deducidos-paracheo..... 93*

**Figura 35** *Curva de valores deducidos-agregados pulidos..... 94*

**Figura 36** *Curva de valores deducidos-huecos. .... 95*

**Figura 37** *Curva de valores deducidos-acceso puentes, vía férrea, pontones. 96*

**Figura 38** *Curva de valores deducidos-ahuellamiento. .... 97*

**Figura 39** *Curva de valores deducidos-deformación por empuje. .... 98*

**Figura 40** *Curva de valores deducidos-grietas de corrimiento..... 99*

**Figura 41** *Curva de valores deducidos-hinchamiento. .... 100*

**Figura 42** *Curva de valores deducidos-disgregación y desgaste. .... 101*

**Figura 43** *Curva de valores corregidos deducidos-pavimentos flexibles. .... 102*

**Figura 44** *Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-1..... 104*

**Figura 45** *Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-8..... 105*

**Figura 46** *Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-15. .... 106*



<b>Figura 47</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-22.</i> .....	107
<b>Figura 48</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-29.</i> .....	108
<b>Figura 49</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-36.</i> .....	109
<b>Figura 50</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-43.</i> .....	110
<b>Figura 51</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-50.</i> .....	111
<b>Figura 52</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-57.</i> .....	112
<b>Figura 53</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-64.</i> .....	113
<b>Figura 54</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-71.</i> .....	114
<b>Figura 55</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-78.</i> .....	115
<b>Figura 56</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-85.</i> .....	116
<b>Figura 57</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-92.</i> .....	117
<b>Figura 58</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-1.</i> .....	118
<b>Figura 59</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-8.</i> .....	119
<b>Figura 60</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-15.</i> .....	120
<b>Figura 61</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-22.</i> .....	121
<b>Figura 62</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-29.</i> .....	122
<b>Figura 63</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-36.</i> .....	123
<b>Figura 64</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-43.</i> .....	124
<b>Figura 65</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-50.</i> .....	125
<b>Figura 66</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-57.</i> .....	126
<b>Figura 67</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-64.</i> .....	127
<b>Figura 68</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-71.</i> .....	128
<b>Figura 69</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-78.</i> .....	129
<b>Figura 70</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-85.</i> .....	130
<b>Figura 71</b> <i>Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-92.</i> .....	131



**Figura 72** *Estado del pavimento flexible in situ-grietas.* ..... 135

**Figura 73** *Estado del pavimento flexible in situ-huecos.* ..... 135

**Figura 74** *Estado del pavimento flexible in situ-hueco.* ..... 136

**Figura 75** *Estado del pavimento flexible in situ-grietas.*..... 136

**Figura 76** *Estado del pavimento flexible in situ-ahuellamiento.* ..... 137

**Figura 77** *Estado del pavimento flexible in situ-hueco, material excedente.* . 137

**Figura 78** *Estado del pavimento flexible in situ-grietas long. y transv.* ..... 138

**Figura 79** *Estado del pavimento flexible in situ-piel de cocodrilo-ahuellamiento.*  
..... 138

**Figura 80** *Estado del pavimento flexible in situ-piel de cocodrilo.* ..... 139

**Figura 81** *Estado del pavimento flexible in situ-grietas de corrimiento.*..... 139

**Figura 82** *Dron Dji Mavic 2 pro* ..... 140

**Figura 83** *Aplicación Dji pilot programación de recorrido.*..... 140

**Figura 84** *Referencia de vía evaluada.*..... 141

**Figura 85** *Procesamiento y uso de fotogrametría con gabinete.* ..... 141

**Figura 86** *Procesamiento y uso de fotogrametría con gabinete.* ..... 142

**Figura 87** *Procesamiento y uso de fotogrametría con gabinete.* ..... 142

**Figura 88** *Procesamiento y uso de fotogrametría con gabinete.* ..... 143

**Figura 89** *Procesamiento y uso de fotogrametría con gabinete.* ..... 143



## RESUMEN

El deterioro del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca, especialmente en la Av. Circunvalación Oeste, afecta la seguridad y la calidad del tránsito vehicular. Los métodos tradicionales de evaluación del pavimento, como el PCI (Índice de Condición del Pavimento), es eficaz, pero demandan tiempo y recursos. En este contexto, la fotogrametría, mediante el uso de drones, surge como una alternativa innovadora que favorece un análisis más expedito y exacta del estado del pavimento. El objetivo de esta investigación fue evaluar el estado del pavimento flexible aplicando el método PCI de manera in situ y con el uso de fotogrametría, utilizando la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca como caso de estudio principal. Para lograr esto, se realizó la evaluación in situ y con drone, se compararon los resultados obtenidos por ambos enfoques para identificar las diferencias en la detección y cuantificación de fallas. Los principales resultados mostraron que la fotogrametría no solo ofrece una evaluación precisa y rápida, sino que también permite identificar fallas superficiales y estructurales de manera más eficiente. Las diferencias en los resultados numéricos entre ambos métodos fueron mínimas, lo que valida la capacidad de la fotogrametría para reemplazar o complementar las inspecciones tradicionales. En conclusión, la fotogrametría demostró ser una herramienta eficaz y precisa para la evaluación de pavimentos flexibles, optimizando el tiempo y los recursos, y mejorando la planificación del mantenimiento vial en la ciudad de Juliaca.

**Palabras clave:** Fotogrametría, Evaluación de pavimentos, PCI.



## ABSTRACT

The deterioration of flexible pavings in the city of Juliaca, particularly along Av. Circunvalación Oeste, compromises traffic safety and road quality. Traditional pavement assessment methods, thus as the Pavement Condition Index (PCI), are effective but time consuming and resource-intensive. In this context, photogrammetry enabled by drone technology emerges as an innovative alternative, offering faster and more accurate pavement evaluations.

This study geared to measure the condition of flexible pavements using both in situ PCI evaluations and photogrammetry, with Av. Circunvalación Oeste in Juliaca as the primary case study. Field inspections and drone-based surveys were performed, and the results from both approaches were compared to identify differences in detecting and quantifying pavement distresses. Key findings revealed that photogrammetry not only provides rapid and precise assessments but also improves the efficiency of identifying surface and structural failures. Numerical differences between the two methods were minimal, validating photogrammetry's potential to replace or complement traditional inspections. In conclusion, photogrammetry proved to be an accurate and effective tool for evaluating flexible pavements, optimizing time and resources while enhancing road maintenance planning in Juliaca.

**Key Words:** Photogrammetry, Pavement Assessment, PCI.



## INTRODUCCIÓN

La conservación y la revisión regular de la red de carreteras son fundamentales para asegurar la protección y el óptimo desempeño del transporte en las ciudades. En este contexto, el método de Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) ha establecido como una herramienta para medir el estado de los pavimentos y planificar adecuadamente su mantenimiento.

El presente proyecto de investigación se centra en la evaluación del pavimento flexible de la Avenida Circunvalación Oeste, ubicada en la ciudad de Juliaca, durante el año 2025. Este tramo vial es de vital importancia para la conectividad y la movilidad de la ciudad, siendo fundamental asegurar su óptimo estado para asegurar la protección de quienes transitan y la circulación de vehículos eficiente. Para llevar a cabo esta evaluación, se empleará una metodología innovadora que integra el método PCI con el uso de fotogrametría. La fotogrametría ofrece una forma precisa y no intrusiva de capturar información sobre el estado del pavimento, permitiendo obtener datos detallados sobre grietas, deformaciones y otras irregularidades, que son fundamentales para una evaluación exhaustiva.

El objetivo principal de este estudio es proporcionar una evaluación completa y precisa del estado del pavimento flexible en la Avenida Circunvalación Oeste, empleando el método PCI en conjunto con la tecnología de fotogrametría. Los hallazgos alcanzados serán sumamente valiosos para los gobiernos municipales y los encargados de la administración de infraestructuras viales, brindando informaciones relevantes para la organización del mantenimiento y la adopción de resoluciones estratégicas orientadas a garantizar la calidad y durabilidad de la red vial de la ciudad de Juliaca.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Con relación a la problemática nacional, el Perú experimenta con frecuencia los embates de la naturaleza en la época de precipitaciones, generando inundaciones, aluviones y movimientos de tierra que deterioran la red vial, afectando la movilidad de la población, la distribución de alimentos y otras labores esenciales, como lo menciona la revista Economía (Economía (revista de actualidad, gestión y turismo), 2020). En la ciudad de Juliaca la degradación del pavimento nos da como resultado daños causados por el tráfico comercial con alta transitabilidad, influencias medioambientales y el desgaste natural de las estructuras que suelen ser visibles en la superficie de los pavimentos, pero los pavimentos no fallan ni se malogran de repente, lo hacen de forma paulatina y gradual siendo la mayor dificultad radica en la ausencia de una conservación oportuna y pertinente, por lo que, con el transcurso del tiempo, únicamente se actúa cuando el pavimento presenta un daño severo.



La fotogrametría ofrece una serie de ventajas para la evaluación de pavimentos, proporcionando datos detallados y precisos que pueden utilizarse a efectos de identificar el estado estructural del pavimento, coordinar labores de preservación y perfeccionar la gestión técnica de los activos viales.

Por otro lado, en la ciudad de Juliaca se presenta problemas respecto al mal estado en la mayoría de sus vías, donde se pueden hallar daños que entorpecen la circulación habitual de los automóviles. Existen diferentes factores que producen estos fenómenos tales como: cargas actuantes del transporte y la frecuencia de estas, además, de la acción ambientales, frente al pavimento, el estándar de los componentes, los defectos de obra y la red de alcantarillado; es posible que desencadenen distintos tipos de daños en la superficie.

Se plantea efectuar el análisis de la situación de los pavimentos flexibles en la vía circunvalación oeste de Juliaca mediante métodos convencionales como el PCI, y se sugiere la inclusión de un dron para incrementar la exactitud y el rendimiento del proceso. Esta iniciativa busca optimizar el control, rendimiento y tiempo de evaluación, así como proponer métodos de rehabilitación considerando la baja serviciabilidad, daños y conservación futura de las vías. El objetivo es garantizar a todos los usuarios de esta importante vía una experiencia de rodaje cómoda, segura y económica en Juliaca, una ciudad de gran actividad comercial.

## Figura 1

*Estado actual de la Avenida Circunvalación oeste.*



## 1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA

### 1.2.1. Problema General.

¿Cuál es el estado del pavimento flexible mediante la evaluación del método tradicional PCI en comparación con el uso de fotogrametría con dron en la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca?

### 1.2.2. Problemas Específicos.

- a) ¿Cuál es la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación Oeste, según la evaluación realizada mediante el método PCI de manera tradicional (in situ)?
- b) ¿Cuál es la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación Oeste, según la evaluación realizada mediante el método PCI utilizando fotogrametría (uso de dron)?
- c) ¿Qué diferencias existen entre los resultados obtenidos de PCI mediante el método tradicional (in situ) y los resultados derivados del análisis fotogramétrico (uso de dron)?



- d) ¿Qué tan precisa y eficaz es la fotogrametría para identificar y cuantificar diferentes tipos de fallas en pavimentos flexibles en distintas condiciones?

### 1.3. PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS

#### 1.3.1. *Objetivo General.*

Evaluar el estado del pavimento flexible mediante el método tradicional PCI en comparación con el uso de la fotogrametría con dron en la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca.

#### 1.3.2. *Objetivos Específicos.*

- a) Determinar la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación Oeste utilizando el método PCI de manera tradicional (in situ).
- b) Determinar la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación utilizando el método PCI con fotogrametría (uso de dron).
- c) Comparar los resultados obtenidos de PCI mediante los métodos tradicionales (in situ) con los resultados derivados del análisis fotogramétrico (uso de dron).
- d) Analizar la precisión y eficacia de la fotogrametría en la identificación y cuantificación de diferentes tipos de fallas en pavimentos flexibles en distintas condiciones.



## 1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

### 1.4.1. *Justificación Teórica.*

La ingeniería civil ha experimentado avances notables en técnicas de evaluación y análisis de pavimentos. Mediante el uso de herramientas y tecnologías como el análisis por imágenes, la prueba de carga y los sistemas de información geográfica como satelital, es posible obtener datos precisos sobre las condiciones de los pavimentos y las características de las fallas, lo que facilita su descripción y análisis, es por ello que se describirá de forma teórica la comparación del análisis de superficies flexibles ejecutando el Índice de Condición del Pavimento (PCI) de manera tradicional y empleando la cartografía aérea mediante drones.

### 1.4.2. *Justificación Práctica.*

En el presente estudio se ejecutó una revisión exhaustiva de la hemerografía, webgrafía y bibliografía técnica y científica relacionada con el método pci; para describir y analizar los deterioros en pavimentos, abarcando estudios previos, investigaciones relevantes y normativas vigentes. Esto permitirá obtener un fundamento firme de conocimiento en el tema y establecer un marco teórico adecuado. Realizando una recopilación de datos de campo en las cuales se realizarán inspecciones visuales y mediciones en pavimentos reales de las fallas presentes. Estos datos se obtendrán mediante técnicas no destructivas, como la observación directa, la empleabilidad de dispositivos de medición y la fotogrametría con dron para que así con los datos recopilados se analicen los métodos planteados utilizando instrumentos estadísticos, técnicos y de procesamiento de imágenes, según sea aplicable. Se buscarán patrones y



correlaciones entre las variables considerando su tipo, ubicación, extensión, severidad y factores causantes que identificarán las beneficios y limitaciones de la aplicación del método de manera convencional y con el uso del dron.

### **1.4.3. Justificación Metodológica.**

Esta investigación se realiza porque es necesario incrementar nuevas tecnologías al alcance de los profesionales que faciliten la muestra, evaluación e hipótesis del estado de los pavimentos, teniendo en cuenta la accesibilidad, seguridad, tiempo y efectividad de los procesos que se van adquiriendo con avances tecnológicos, estudios e innovaciones que se dan al pasar del tiempo. Es por ello que se busca comparar y sustituir la evaluación del método pci de manera tradicional al emplear la fotogrametría con dron con el objetivo de realizar una evaluación rápida, segura y eficiente para la rehabilitación de los pavimentos asfálticos existentes, y así evitar constantes reparaciones y mantenimientos de altos costos económicos y con ineficientes resultados a corto y largo plazo.

### **1.4.4. Justificación Económica.**

Las fallas que existen alrededor de la carretera de circunvalación al oeste de la urbe juliaqueña implican un peligro significativo para la seguridad vial, perjudicando a los usuarios, provocando accidentes inesperados generando así costos significativos para reparar sus vehículos y a la vez repercutir en los presupuestos públicos afectando áreas prioritarias como salud, educación o infraestructura; al investigar y comprender el impacto social de estas fallas, podemos trabajar hacia la implementación de medidas de prevención y reparación oportuna para garantizar seguridad y serviciabilidad para todos los usuarios que contemplan conductores, vehículos y peatones.



## **1.4.5. Justificación Ambiental.**

Las condiciones ambientales de los pavimentos en la ciudad de Juliaca vienen siendo afectadas principalmente por el cambio climático extremo que se da en la zona sur del Perú como las precipitaciones pluviales, heladas y excesivo calor en distintas horas del día, lo que aumenta la posibilidad de generar nuevas fallas en los pavimentos, causando un deterioro frecuente en las vías y a su vez generan desechos al rehacer vías que pudieron ser solo reparadas con un buen mantenimiento preventivo; al estudiar y comprender estas fallas podremos desarrollar estrategias de adaptación y mitigación adecuadas ante el constante tránsito de vehículos en inmediaciones de la ciudad como lo es la zona oeste.

## **1.5. PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS**

### **1.5.1. Hipótesis General.**

La evaluación del estado del pavimento flexible, determino que el uso de la fotogrametría demuestra una efectividad comparable o superior al método tradicional in situ PCI, ofreciendo resultados precisos y eficientes en el caso de estudio de la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca.

### **1.5.2. Hipótesis Específicas.**

- a) La evaluación mediante el método PCI de manera tradicional (in situ) revela variaciones significativas en la condición del pavimento flexible entre la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca.
- b) La evaluación mediante el método PCI con fotogrametría (uso de dron) proporciona una caracterización precisa y detallada de la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca.



- c) Los resultados obtenidos de PCI mediante el método tradicional (in situ) muestran una correlación alta con los resultados derivados del análisis fotogramétrico (uso de dron), con diferencias mínimas que no afectan significativamente la evaluación global del pavimento.
- d) La fotogrametría demuestra una alta precisión y eficacia en la identificación y cuantificación de diferentes tipos de fallas en pavimentos flexibles en distintas condiciones, siendo capaz de detectar y medir con exactitud la mayoría de las fallas superficiales relevantes para el método PCI.

## 1.6. VARIABLES E INDICADORES

### 1.6.1. *Variables de Interés.*

- Estado del pavimento.

### 1.6.2. *Variables de Caracterización.*

- Metodología PCI



### 1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 1

Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Índices	Instrumentos
<b>VARIABLE DE INTERÉS</b>	-Estado del pavimento El estado superficial del pavimento alude a la condición de la capa superior o superficie de una carretera o área pavimentada. Es una medida de la calidad y la integridad de la capa de desgaste, que constituye la porción del pavimento donde ocurre la fricción con	- Condición del pavimento	- Rango de calificación por método PCI	- Excelente - Muy bueno - Bueno - Regular - Pobre - Muy pobre Colapsado	- Manual PCI - Ficha de procesamiento de datos (formato método PCI) - Software Agisoft
		- Grado de precisión y fiabilidad	- Porcentaje de incidencia de manera in situ – fotogrametría con dron	- 0-100%	- Metashape - Software Google Earth
		- Grado de relación	- Grado de relación entre la evaluación	- 0-100%	- Software de ofimática - Herramientas manuales



VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN

los neumáticos de los vehículos

manual (A) y con el uso de fotogrametría (B)

- Drone

-Metodología PCI	La metodología de investigación que brinda un índice numérico que se utiliza para estimar la situación del pavimento de una carretera o área pavimentada. Se basa en una evaluación visual y estructural de diversas categorías de daños, tales como rajaduras, hoyos, deformaciones, entre otros.	- Tipos de fallas	- Fallas superficiales	- 19 tipos
		- Niveles de severidad	- Excelente	- 100 – 85
			- Muy bueno	- 85 – 70
			- Bueno	- 70 – 56
			- Regular	- 56 – 40
			- Pobre	- 40 – 25
			- Muy pobre	- 25 – 10
			- Colapsado	- 10 – 0



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

##### *2.1.1. Estudios Internacionales.*

Pucha (2020) en su investigación enmarco en una metodología descriptiva de corte transversal y enfoque cuantitativo. Tuvo como propósito analizar el estado superficial del pavimento rígido en una sección vial, a partir de imágenes orto proyectadas capturadas con un dron implementando el método del PCI. Teniendo como muestra 680m de carretera con una longitud de 9.60 metros de ancho de calzada de las cuales obtuvo 17 unidades muestreados para la realización de la metodología PCI. En los hallazgos después del procesamiento de las imágenes generadas por ortofoto en la zona de la muestra se pudo apreciar gracias a la Vant las clases de detrimentos observables en la superficie de la carretera de manera significativa y distintiva, describiendo así sobre 340 losetas de hormigón, 185 registraban deterioros; la comparativa entre el sistema aéreo y la inspección habitual en terreno evidenció resultados afines, con errores en la determinación de longitud y área que no superaron el



centímetro, lo que indica un escenario auspicioso para la ingeniería civil. Concluyendo que es pertinente emplear el sistema de levantamiento con dron para localizar afecciones en el pavimento, facilitando la obtención de registros fidedignos y completos a partir de los datos evaluados en la investigación como fue los desperfectos y la situación de la vía constituyen una alternativa adecuada para la vigilancia y el análisis superficial de pavimentos.

García et al. (2018) se plantearon como objetivo efectuar un análisis y una contrastación de los métodos VIZIR y PCI en el segmento de vía de pavimento flexible estudiado, correspondiente al barrio Chico Norte de la localidad de Chapinero. La muestra se constituyó por vías con capa superficial asfáltica de anchura de menos de 7.30 m: El área de la unidad de muestra debe ubicarse en el rango de  $230 \pm 93 \text{ m}^2$ . El estudio se ejecutó con el propósito de analizar el segmento vial examinado mediante la metodología PCI, así como evaluar el tramo vial estudiado por el procedimiento VIZIR, Realizar una identificación y tipificación de las deficiencias visibles en la capa superficial de los tramos de carretera analizados, clasificando los daños detectados según los sistemas VIZIR y PCI. Los resultados evidenciaron una marcada discrepancia en la valoración de la calidad y el estado de ciertas vías, lo que sugiere divergencias con base en los fundamentos de los dos métodos para evaluar pavimentos. En consecuencia, al seleccionar una estrategia de reparación, la opción adoptada puede variar significativamente según la metodología de análisis empleada. Se concluye que el método PCI considera la totalidad de los daños presentes en el pavimento para calcular su estado, generando un indicador que refleja todas las anomalías en la estructura. Esto contrasta con el método VIZIR, que solo valora aquellos defectos de carácter estructural, un aspecto de gran relevancia, ya que



una vía puede presentar un número significativo de deterioros no estructurales que afectan su desempeño pero que no son considerados por este último método.

Cárdenas, y otros (2019) se fijaron como objetivo principal diagnosticar la situación superficial del pavimento utilizando la implementación complementaria de los sistemas VIZIR y PCI, para luego analizar las diferencias entre sus resultados, apoyándose en la utilización del dron DJI Phantom 4 Pro como herramienta esencial durante el desarrollo del estudio. Como resultado, se encontró que, a pesar de que las dos metodologías empleadas para la evaluación del tramo presentan distintos rangos de clasificación (el PCI con 7 categorías y el VIZIR solo con 3), ambas coincidieron en la situación integral del pavimento, clasificándolo como regular. El uso del dron durante la inspección visual permitió demostrar la eficiencia y utilidad de este recurso perteneciente al progreso tecnológico en ingeniería civil, tanto para la recopilación como para el procesamiento de información en el tramo analizado.

Amaya, y otros (2017) se plantaron como objetivo efectuar una comparación entre las metodologías VIZIR y PCI aplicadas a un trecho de la ruta construido con pavimento flexible en Bogotá D.C., con el propósito de determinar cuál de los dos sistemas refleja con mayor exactitud el estado vigente del pavimento en la zona estudiada. Es por ello que planteo una metodología adaptada y calibrada para ser utilizada en su país, utilizando los respectivos manuales de ambos métodos, se desarrolló por medio de un registro manual y una inspección ocular del firme en pavimentos flexibles, tomando en cuenta los daños existentes en la estructura, desarrollándolos en formatos por cada metodología. Se tuvo 22.5km de carril en la Avenida Bocayá entre la calle 26 y



93A. Obteniendo como resultados que ambas metodologías tienen una tendencia similar casi paralela, existiendo tramos homogéneos indicados en los rangos según el daño de severidad de los pavimentos, concluyendo que el PCI obtiene una clasificación excelente, mientras que el vizir da clasificación buena, encontrando puntos críticos con ambos métodos en los cuales se tendrá que realizar un mantenimiento preventivo y en otros puntos rehabilitación total para garantizar la comodidad de los usuarios.

Coy (2017) se planteó como objetivo de valorar y equiparar los métodos VIZIR y PCI en un pavimento flexible urbano en la ciudad de Bogotá. Utilizó una muestra de 263m lineales abarcando 10 áreas de estudio, se obtuvo como resultados datos de calificación muy parecidos, teniendo un promedio de deterioro superficial de 0.65 como estado bueno para la metodología PCI y como índice de deterioro superficial para un estado Bueno en la metodología Vizir, describiendo así que; los daños superficiales en la vía utilizada como muestra son menores, requiriendo solo reparaciones o mantenimientos rutinarios. Concluyendo que el método VIZIR emplea criterios de evaluación de mayor facilidad, se entiende de forma más sencilla y es muy práctica diferenciando los daños estructurales y funcionales; además, el PCI es la más completa, ya que considera la totalidad de los deterioros presentes en la superficie asfáltica sin distinción en su clasificación, pero su aplicación suele ser con un enfoque de mayor complejidad y menor claridad en los procedimientos de cálculo utilizados para clasificar los deterioros son más difícil en su aplicación y desarrollo.

### **2.1.2. Estudios Nacionales.**

Leiva (2021) se planteó como objetivo cotejar la metodología PCI teniendo en cuenta el empleo de un dron y la metodología tradicional, se analiza la



incidencia del uso del dron en la eficiencia del tiempo y la seguridad del proceso. Este estudio adopta un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y de corte longitudinal, considerando como población de referencia aquellas pesquisas relacionadas con la temática, publicadas en el marco del decenio pasado. Dentro de los descubrimientos más importantes destaca que la metodología más empleada es el PCI, con un 48% de adopción, a continuación, los sistemas de información geográfica con un 14%. En cuanto a los equipos, el dron fue el más utilizado, alcanzando un 31%, lo que posibilita una mayor cobertura del área, facilita el almacenamiento de datos y permite el uso de software para el análisis, además de aportar beneficios en tiempo y seguridad. Sin embargo, entre las limitaciones identificadas, se observa que el empleo de drones requiere personal capacitado para su manejo, las baterías tienen una duración limitada y, a esto, se suma la escasa normativa vigente, lo que dificulta su aplicación práctica. En conclusión, se manifestó que el empleo de drones tiene un impacto favorable en el procesamiento de datos, la extensión de área evaluada, la calidad de la documentación fotográfica, la capacidad de almacenar información y el nivel de seguridad durante la inspección.

Cárdenas (2022) se fijó como objetivo optimizar la valoración del comportamiento del pavimento flexible mediante el uso el dron Phantom 4 Pro V2.0, partiendo de los resultados generados por el método PCI en el pavimento TA-605. La evaluación se realizó en 14 sitios de recolección de muestras distribuidos en el trayecto, conforme a la metodología PCI. Se trata de una investigación aplicada debido a que fue imprescindible generar información precisa sobre los índices PCI para caracterizar la funcionalidad del pavimento flexible. Se concluyó que las cifras promedio del PCI obtenidos para el pavimento



flexible, considerando los 14 sitios de recolección, fueron de 22,13% aplicando la metodología PCI tradicional y de 16,81% empleando el dron Phantom 4 Pro V2.0. Ambos enfoques calificaron el estado del pavimento asfáltico como MUY MALO. Además, se evidenció que la empleabilidad del dron permitió reducir significativamente el lapso de inspección en contraste con la técnica estándar, incrementando la seguridad de los evaluadores. La ortofoto generada facilitó la elaboración de planos de fallas, lo que hizo posible distinguir el tipo, la severidad y la cantidad de anomalías existentes en la carretera TA-605 del distrito de Inclán.

Esteban (2016) se planteó como objetivo de su investigación, fijar la relación entre las metodologías VIZIR y PCI, con el fin de fundamentar decisiones de intervención o reparación en la vía PE-18A, tramo Km. 15+000 – Km. 25+306. El trabajo utilizó un enfoque aplicado, con un método mixto de diseño no experimental, transversal, que integró análisis cuantitativos y cualitativos. Llegó a obtener 24 y 19 muestras técnicas de las fallas detectadas a partir de las estrategias de evaluación para pci y vizir, las cuales informó mediante catálogos, donde especifico la escala de severidad, integra la medición y fotografías según el grado de daño, llegando a una conclusión de que ambos métodos fueron determinantes en la ejecución de las actividades de reconocimiento y recopilación de datos en terreno, para tomar decisiones acertadas. Dando como resultado un coeficiente de 0.834 para el carril derecho y 0,763 en el caso del carril izquierdo, valores que se sitúan dentro del rango establecido para datos considerados de excelente fiabilidad, es decir, de confiabilidad elevada. Concluyendo finalmente que ambos métodos resultan apropiados para la valoración del pavimento flexible en carreteras con un mismo



resultado como lo fue el reciclado y recapeo del pavimento (mantenimiento) de forma sectorizada.

Sullo (2022) se planteó como objetivo de su investigación, maximizar la eficiencia en costo y tiempo para inventariar las deficiencias del pavimento flexible por el método PCI con dron en Av. Los Próceres, Azángaro, Puno. Desarrolló el nivel de investigación de tipo aplicada con diseño sin experimentación con enfoque cuantitativo. Utilizó la muestra no probabilística del pavimento flexible de 600m de longitud y 10m de ancho con dos calzadas separadas por una berma central. Realizó e identificó las fallas en sus muestras, cerrando parcialmente vías, calculando el índice de severidad y estado de los pavimentos según el método pci, detectando alrededor de 60 unidades de muestras en 14 horas realizados en dos días, al obtener los datos los comparo con una tesis que también hizo uso de un dron obteniendo como resultado la implementación del dron permitió optimizar el costo y la temporalidad en la apreciación de las afectaciones del pavimento flexible utilizando el PCI, registrando un rendimiento de 203,38 m<sup>2</sup>/hora con el método manual y de 327,88 m<sup>2</sup>/hora utilizando el dron. Se concluye que el uso del dron representa una notable mejora respecto al método manual para la recolección de datos, ya que este último demanda un tiempo considerable y requiere de mayor personal para alcanzar un rendimiento adecuado, lo que incrementa tanto los costos como la duración del trabajo.

Castillo et al. (2022) se plantearon como objetivo de su investigación, efectuar una valoración superficial con los métodos PCI y Vizir en el pavimento flexible de la ruta Cochalán – La Catagua, abordando la situación problemática causada por la cantidad significativa de fallas que ponen en riesgo la



transitabilidad. Desarrollaron el método aplicado analítico básico. La muestra analizada comprendió 529 km de pavimento flexible, de los cuales se seleccionaron 58 estaciones de muestreo para el PCI y 27 para el método VIZIR. El índice PCI promedio obtenido fue de 19, lo que califica la condición del pavimento como muy pobre; mientras que, según el método VIZIR, se registró un índice superficial de 5, correspondiente a una condición mala. Entre los deterioros más frecuentes destacan los baches o huecos, presentes en un 23% de los casos, seguidos por fisuras corrientes a lo largo del eje y perpendiculares a este con un 17% de incidencia, Se comprueba que tanto el método PCI como el VIZIR determinan que la vía se encuentra en mal estado. En atención a los resultados obtenidos y en cumplimiento de lo prescrito en el Manual de Conservación Vial del MTC, se propone llevar a cabo las acciones de intervención que correspondan según la condición actual del pavimento.

## **2.2. MARCO TEÓRICO.**

### ***2.2.1. Evaluación de Pavimentos.***

La evaluación de un pavimento tiene como objetivo principal recopilar datos que permitan proponer medidas correctivas para los problemas y/o daños identificados (Altamirano, 2007). Se considera que la inspección visual es una técnica de evaluación fundada en protocolos normalizados de medición y observación, que permite obtener conclusiones acerca del estado operativo y la resistencia estructural del pavimento.

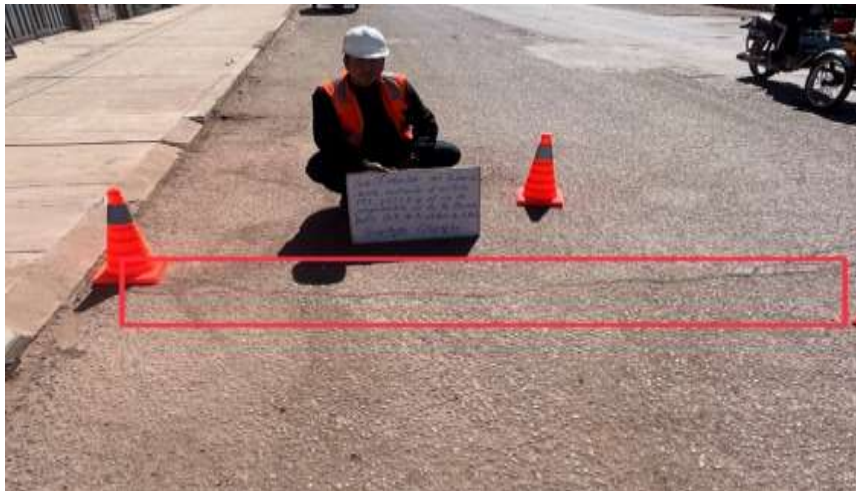
La evaluación vial ayuda a conocer oportunamente las fallas, y de esta forma realizar correcciones, además, permite optimizar el costo de la rehabilitación puede reducirse significativamente si se realizan intervenciones

oportunas, ya que así resulta factible extender la durabilidad de la superficie vial y evitar gastos mayores a largo plazo.

El estado en que se encuentra una vía a lo largo del tiempo está influenciado por las acciones de mantenimiento y rehabilitación que se apliquen, lo que hace indispensable disponer de un inventario preciso y actualizado de sus características. Becerra (2012) señala que los pavimentos deben ser concebidos y edificados con el objetivo de alcanzar un desempeño funcional y estructural óptimo a lo largo de su vida útil.

## Figura 2

*Evaluación de pavimento.*



### **2.2.1.1. Evaluación Funcional.**

Consiste en un examen superficial del pavimento, cuyo propósito es identificar los daños que impactan al usuario, abarcando elementos que repercuten directamente en la comodidad y la eficiencia del desplazamiento.

La uniformidad de la superficie destaca como característica fundamental, asociada a las vibraciones que pueden dañar la carga, incrementar el deterioro del parque vehicular y elevar el gasto de combustible. El confort durante el

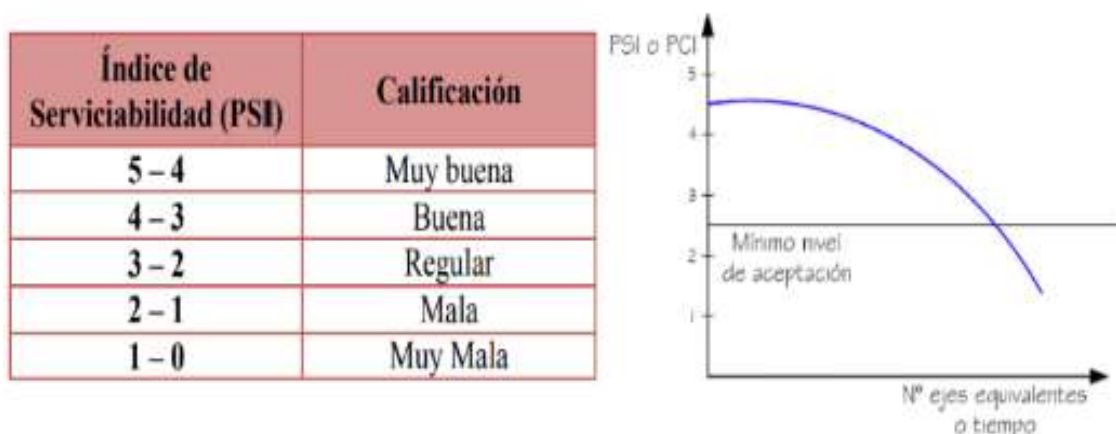
trayecto está condicionado en buena medida por las características del automóvil y por la geometría longitudinal de la carretera.

Se dispone de diversos factores para determinar la funcionalidad de un pavimento, entre los cuales se destacan aquellos más frecuentemente utilizados:

**a. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI):** De acuerdo con la American Association of State Highway Officials (AASHTO, 1993), el PSI (Índice de Serviciabilidad Presente) busca principalmente medir el grado de amortiguación de vibraciones proporcionada por el pavimento a los usuarios. Este indicador fue desarrollado por dicha asociación y se calcula utilizando cálculos matemáticos que integran varios parámetros de deterioro, asignando una calificación en una escala de 0 a 5 que refleja el nivel de comodidad en función de la calidad de rodadura a lo largo del tiempo.

**Figura 3**

*Índice de serviciabilidad PSI.*



*Nota.* Índice de serviciabilidad PSI tomado de Hiliquín.

**b. Índice de Regularidad Internacional (IRI):** El IRI evalúa la suavidad de la superficie del pavimento de una vía, calculado como la relación



entre la oscilación vertical total del sistema de amortiguadores del vehículo de referencia y la distancia recorrida. Puede expresarse en mm/m o m/km. Valores menores de este índice indican mayor uniformidad de la superficie. Para carreteras pavimentadas, el rango de valores va de 0 (superficie perfectamente homogénea) a 12 (vía prácticamente intransitable).

### **2.2.1.2. Evaluación Estructural.**

Un pavimento se sustenta durante el diagnóstico del daño en la estructura vial si el pavimento ha disminuido su capacidad resistente y ya no responde a las acciones de mantenimiento habituales, se hace imprescindible su rehabilitación para asegurar su funcionamiento. La evaluación busca establecer la resistencia estructural real del pavimento en operación, utilizando para ello pruebas destructivas y no destructivas:

#### **a. Ensayos Destructivos.**

- Excavaciones que facilitan la observación y extracción de las capas estructurales.
- Medición de la densidad "in situ" y del CBR.
- Control del flujo de vehículos en la vía.
- Ensayo de lavado de asfalto en muestras representativas.
- Ensayo Marshall en mezclas asfálticas.
- Cálculo del contenido de vacíos en el pavimento.
- Prueba de abrasión Los Ángeles para materiales pétreos.
- Estudio de las condiciones de consistencia del suelo, entre otros parámetros.

**Figura 4**

*Evaluación estructural destructivo.*



*Nota.* Tomado de Manual de Carreteras, MTC, 2013.

**b. Ensayos no Destructivos.**

- Deflexión (Viga Benkelman).
- Deflectómetro de Impacto.
- Rugosidad (Rugosímetro de Merlín).
- Textura (Prueba de la mancha).
- Evaluaciones visuales.

**Figura 5**

*Evaluación estructural no destructivo.*



Nota. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=bddUwLp-in4>

### **2.2.1.3. Evaluación Superficial.**

Es sencilla y fácil de aplicar, no requieren equipos experimentados, consiste en la examinación recurrente de la condición superficial de la calzada para detectar la naturaleza y la magnitud de los daños existentes, de modo que se pueda representar la condición del pavimento mediante la caracterización de sus defectos superficiales en el instante de la evaluación. Algunos de los procedimientos más empleados son:

- a. Índice de Condición del Pavimento (PCI).
- b. Visión e inspección zonas e itinerarios en riesgo (VIZIR).
- c. Evaluación y calificación superficial del pavimento (PASER).
- d. Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL), entre otros.

La revisión ocular es considerada una de las técnicas fundamentales al emplear estas técnicas, formando una parte clave del trabajo integral. Consiste en recorrer la superficie de la vía y detallar por escrito cada uno de los deterioros

observados, así como cualquier otra información adicional significativa. Las fallas encontradas se definen tomando en cuenta su gravedad, la cantidad de veces que aparecen y el lugar específico donde se localizan.

### Figura 6

*Evaluación superficial del pavimento asfáltico.*



#### **2.2.2. Método PCI (Índice de Condición del Pavimento).**

##### **2.2.2.1. Generalidades.**

El PCI constituye una técnica para evaluar y categorizar la condición de las estructuras de pavimentación, ya sean asfálticas o de hormigón la situación de pavimentos, flexibles o rígidos indistintamente, en el contexto de los actuales enfoques de gestión de carreteras. Su implementación es accesible y no demanda equipos específicos más allá de los contemplados en el procedimiento. (Vásquez, 2002).

La situación estructural de los pavimentos depende del tipo de deterioro, la intensidad del mismo y su extensión. Esto ha representado un desafío a la hora de definir un índice que incorpore estas tres variables, debido a la gran diversidad de escenarios posibles. Para abordar esta complejidad, se

implementaron los denominados “valores deducidos”, que permiten ponderar el impacto que cada modalidad y nivel de deterioro ejerce sobre el estado del pavimento.

El cálculo del PCI se fundamenta mediante una revisión ocular detallada del estado estructural y funcional del pavimento, en el que se registran la clase, la magnitud y la prevalencia de cada deficiencia observada. El PCI se concibió para proveer un valor que indique tanto la estabilidad estructural como la situación funcional de la capa expuesta al tránsito vehicular. (Rodríguez, 2009).

**Tabla 2**

*Rango de calificación PCI.*

Rango PCI (%)	Color	Textura	Valoración
100 – 85			Excelente
85 – 70			Muy bueno
70 – 56			Bueno
56 – 40			Regular
40 – 25			Pobre
24 – 10			Muy pobre
10 – 00			Colapsado

*Nota.* Tomado de American Society For Testing Materials (ASTM D 6433).

### **2.2.2.2. Procedimiento de Evaluación.**

Primero se efectúa una labor de campo enfocada en reconocer los deterioros según el tipo, la intensidad y la magnitud de cada uno. Esta información se documenta de manera sistemática en fichas previamente diseñadas, tal como se ilustra en la tabla.

“El índice PCI se apoya en los hallazgos derivados de un registro visual exhaustivo del estado del pavimento, donde se clasifican el tipo, la severidad y la cantidad de cada daño detectado” (Porta Romero, 2016, pág. 20).

El protocolo de análisis integral del pavimento comprende siguientes etapas

- Cálculos anticipados antes de la labor de campo.
- Labor de campo enfocada en la identificación de daños, considerando su tipo, gravedad y extensión.
- Cálculo del índice PCI.

**a. Tipo de Falla.**

La clase de falla se asocia en función a la categoría de erosión o pérdida de material en la superficie vial, se clasifican los daños manifestados en la siguiente tabla.

**Tabla 3**

*Tipos de falla Método PCI.*

<b>TIPO DE FALLAS DE DEGRADACIÓN DEL PAVIMENTO (Método PCI)</b>	
1. Piel de cocodrilo.	11. Parcheo.
2. Exudación.	12. Pulimiento de agregados.
3. Agrietamiento en bloque.	13. Huecos.
4. Abultamientos y hundimientos.	14. Cruce de vía férrea.
5. Corrugación.	15. Ahuellamiento.
6. Depresión.	16. Desplazamiento.
7. Grieta de borde.	17. Grieta parabólica.
8. Grieta de reflexión de junta.	18. Hinchamiento.
9. Desnivel carril.	19. Desprendimiento de agregados.
10. Desnivel Berma.	

*Nota.* Tomado de American Society For Testing Materials (ASTM D 6433).



## **b. Severidad.**

La severidad, representa el grado de deterioro se aborda en función de su avance progresivo; a mayor deterioro, más rigurosas deben ser las acciones correctivas. Su valoración se basa en la impresión del conductor al circular con un vehículo a velocidad habitual; es así que tenemos los distintos rangos de afectación:

- **Bajo, (B):** Se perciben sacudidas en el vehículo, semejantes a las ocasionadas por las corrugaciones, sin afectar el ritmo normal del tránsito.
- **Media (M):** Las vibraciones vehiculares son considerables y demandan una disminución de la velocidad para garantizar la conveniencia y la invulnerabilidad.
- **Alto (A):** Las vibraciones en los vehículos son tan intensas que se requiere una significativa reducción de velocidad para preservar la satisfacción de los usuarios y su protección.

## **c. Extensión.**

Se refiere a la superficie o longitud impactada por cada tipo de defecto; en el diagnóstico de losas de concreto, esta extensión se cuantifica por la frecuencia con la que la falla aparece en una o más losas (Vásquez, 2006):

- Unidad de muestra: Se considera una sección específica del pavimento elegido exclusivamente para la inspección. Para pavimentos asfálticos con un ancho inferior a 7.30 m, el área de muestreo recomendada oscila entre  $230 \pm 93 \text{ m}^2$ . (Vásquez, 2002). La siguiente tabla muestra la relación:

**Tabla 4***Longitud de unidades de muestro Método PCI.*

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestro (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (máximo)	31.50

Nota. Tomado de American Society For Testing Materials (ASTM D 6433).

Para optimizar el procedimiento de evaluación y el tamaño de muestra, es recomendable chequear todas las unidades de muestreo del proyecto. Si no resultara viable, se debe obtener un mínimo de 22 muestras determinando su número mediante una ecuación que permite estimar el PCI con una desviación de  $\pm 5$  respecto al promedio y un grado de confiabilidad del 95% (ASTM D6433).

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestra a evaluar.

N: Número total de unidades de muestra del pavimento.

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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Para una inspección preliminar, la desviación estándar ( $\sigma$ ) es de 10 para pavimentos asfálticos y de 15 para pavimentos rígidos, cifras basadas en los

resultados de múltiples estudios. No obstante, si la experiencia regional indica valores distintos, el promedio de  $\sigma$  debe ajustarse para reflejar la situación local y utilizarse en la inspección inicial.

Identificación de los elementos de la muestra: Se aconseja que las unidades escogidas se distribuyan de manera equidistante a lo largo del pavimento, comenzando con una unidad escogida al azar (usando un método de aleatoriedad sistemática) con la fórmula siguiente.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestra a evaluar.

N: Número total de unidades de muestra disponible.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

Unidades adicionales de muestreo: Una limitación del método aleatorio es que puede excluir del método de revisión aquellos daños que ocurren de forma aislada, como en el cruce de una línea férrea, que podrían quedar incorrectamente excluidos en un muestreo aleatorio.

### **2.2.2.3. Cálculo del Índice PCI.**

#### **Etapas 1: Estimación de los valores deducidos:**

- a. Sume el tipo y grado de severidad de cada daño y consigne el resultado en la columna TOTAL del formato PCI.

- b. Para calcular el porcentaje, se desglosa el número de daños de cada categoría y magnitud de daño proporcional al área completa de la unidad de muestreo.

Asigne el factor de descuento según el tipo de daño y el grado de afectación empleando las curvas conocidas como "valor deducido del daño", disponibles al final del proyecto

### **Etapla 2: Cálculo del máximo admisible de valores deducidos ( $m_i$ ):**

- a. En caso de que los valores deducidos son superiores a 2, se toma el valor total seleccionando la penalización sin aplicar la corrección máxima
- b. Liste los VD individuales deducidos de mayor a menor.
- c. Calcule el valor máximo permitido de valores deducidos ( $m$ ) empleando la siguiente ecuación:

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

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de valores deducidos.

$HDV_i$ : El mayor valor deducido por unidad de muestreo  $i$ .

- a. La cantidad de deducciones puntuales por defecto se limita a  $m$ , incluyendo la parte decimal. Si se cuenta con menos valores deducidos que  $m$ , se emplean todos los disponibles.

### **Etapla 3: Cálculo del máximo valor deducido corregido, CDV:**



- a. Calcule el número de valores deducidos superiores a 2 (q).
- b. Determine el Valor Deducido Total mediante la suma de cada valor deducido obtenido de manera individual.
- c. Calcule el CDV usando (q) y el Valor Deducido Total en la curva de corrección correspondiente a la clase de pavimentación.
- d. Iguale a 2el valor individual deducido menor que supere 2 y repita los pasos del 3.a al 3.c hasta que q sea igual a 1.
- e. El CDV máximo será el mayor entre todos los CDV calculados.

**Etap 4: Cálculo el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.**

#### **2.2.2.4. Cálculo del PCI de una sección de pavimento.**

Según Vásquez, (2002), una sección de pavimento incluye múltiples unidades de muestreo. Si se inventarían todas las unidades, el PCI de la sección correspondería a la media simple de los PCI obtenidos. En caso de usar unidades suplementarias, se calcula un promedio ponderado de esta forma:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) * PCI_R] + (A * PCI_A)}{N}$$

Donde:

$PCI_S$ : PCI de la sección del pavimento.

$PCI_R$ : PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias.

$PCI_S$ : PCI promedio de las unidades de muestra adicionales.

N: Número total de unidades de muestra en la sección.

A: Número extra de tramos del pavimento evaluados

**Figura 7**

*Evaluación superficial método PCI.*



### **2.2.3. Conservación y Mantenimiento de Pavimentos.**

#### **2.2.3.1. Generalidades.**

“Las propiedades originales de un pavimento se deterioran gradualmente con el tiempo por la circulación vehicular y las condiciones climáticas. Por tanto, las intervenciones realizadas para recuperar estas propiedades se consideran parte integral del mantenimiento vial” (Bañón & Beví, 2010, pág. 26/1).

Según Bañón & Beví, (2010): La construcción y el mantenimiento están estrechamente vinculados; una vía diseñada y construida con holgura para el tránsito genera menores costos de conservación, aunque es necesario evaluar si estos ahorros compensan la inversión inicial más elevada. Por otro lado, una carretera planificada con un presupuesto limitado puede implicar gastos de mantenimiento altos e tanto que impiden la ejecución.



“La conservación vial puede contemplar la base de la vía, sistemas de conducción de aguas, construcciones y estructuras, señales de tránsito, iluminación, vegetación en márgenes y taludes” (Bañón & Bevíá, 2010).

### **2.2.3.2. Finalidad.**

Las acciones de conservación siguen tres objetivos de mantenimiento:

- Se lleva a cabo para garantizar una resistencia al deslizamiento adecuada, asegurando que el pavimento ofrezca la seguridad necesaria a los vehículos que lo transitan.
- Una uniformidad superficial que se ajuste al diseño de la vía y a las velocidades habituales de circulación, asegurando un viaje confortable para el usuario.
- Una capacidad estructural adecuada para soportar el volumen de tráfico previsto en la carretera. (Bañón & Bevíá, 2010, pág. 26/2).

Estos parámetros antes mencionados indicarán el nivel de deterioro del pavimento, es decir, la deterioro que proporciona al usuario. Para preservar un nivel apropiado de calidad, se ejecutan diferentes operaciones de sostenimiento.

#### **a. Acciones de Mantenimiento.**

En las labores de mantenimiento y conservación se identifican dos categorías. La primera incluye actividades realizadas de forma rutinaria y periódica, ya sea semanal o mensualmente, y también previo o posterior a la época de lluvias; mientras que la segunda comprende trabajos extraordinarios que surgen ante daños significativos que necesitan intervenciones urgentes, tal como se describe a continuación.

Tabla 5

Tareas de mantenimiento en pavimentos.

### Tareas de mantenimiento en pavimentos

<b>Mantenimiento ordinario</b>	Actuaciones extraordinarias
<b>Operaciones preventivas</b>	<b>Rehabilitaciones estructurales</b>
Limpieza de márgenes y cunetas	Renovación superficial
Limpieza de obras de paso	Fresado
Limpieza del drenaje subterráneo	Rehabilitaciones estructurales
Mejora de arceles	Recalce de losas de hormigón
Mantenimiento de la señalización	Mejora del drenaje subterráneo
Tratamientos de impermeabilización	Refuerzos
Control de la erosión y desprendimientos	
Mantenimiento de las condiciones óptimas de circulación en épocas de frío	
<b>Operaciones curativas</b>	<b>Reconstrucciones y reciclados</b>
Saneamiento de blandones	Reconstrucción parcial o total
Bacheo	Reciclado del firme
Sellado de grietas y fisuras	
Corrección de mordientes	
Reparación y resellado de juntas	

Nota. Tomado de (Bañón Blázquez & Beví García, 2010, pág. 26/3).

#### b. Niveles de Mantenimiento.

El mantenimiento vial puede distinguirse diversos niveles dependiendo según la gravedad de las fallas evidenciadas en el pavimento

- **Mantenimiento Preventivo:** Orientado a prevenir fallos en los pavimentos o a repararlos prontamente para evitar daños mayores. Estas acciones no modifican sustancialmente la sección estructural. Se ejecutan regularmente para detener la detección de fallas



(mantenimiento preventivo) o para actuar rápidamente cuando los deterioros existen (conservación curativa).

- **Rehabilitaciones Estructurales:** Se emplea cuando el tránsito vehicular y los factores climáticos causan una reducción notable en la solidez de respuesta ante cargas del pavimento. En muchos casos, las labores consisten en reforzar el pavimento mediante la aplicación de una o más capas que brindan resistencia y extensión de la vida útil de la infraestructura bajo condiciones apropiadas.
- **Reconstrucción y Reciclado de Firmes:** En estas situaciones, el daño alcanza una escala considerable que es necesario remover y reinstalar el tramo del pavimento afectado.; justificado por tres razones:
  - Presencia de capas subyacentes inadecuadas debido a su naturaleza plástica.
  - Cuando la intervención se realiza de manera tardía y el deterioro es tan avanzado que la rehabilitación estructural ya no es viable.
  - Cuando el daño ha avanzado al extremo que reforzar el pavimento es más caro que realizar una nueva construcción.

### **2.2.3.3. Estrategias de Conservación.**

Es el conjunto de trabajos y/o acciones a implementar durante el periodo total de funcionalidad de la ruta o tramo, con el fin de mantener su índice de servicio por encima del mínimo aceptable. Su diseño depende de numerosos elementos técnicos y financieros accesibles para su mantenimiento. El propósito fundamental de la estrategia de conservación es, considerando sus

restricciones., maximizar la vida útil del firme al menor costo posible. (Bañón & Beví, 2010, pág. 26/6).

### a. Estrategias Puntuales.

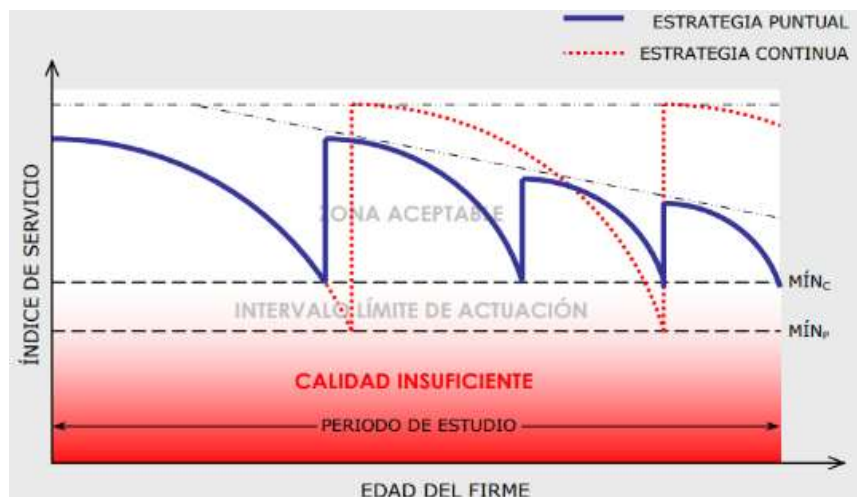
Trabajos que prevén importantes intervenciones de conservación que se efectúan en momentos específicos y distantes en el tiempo, para restaurar las situaciones originales del firme.

### b. Estrategias Continuas.

Se refiere a estrategias donde predominan operaciones constantes y muy frecuentes, con el objetivo de preservar las condiciones iniciales del firme por el mayor tiempo posible.

**Figura 8**

*Estrategias en el mantenimiento del pavimento.*



*Nota.* Tomado de Bañón Blázquez & Beví García, 2010, pág. 26/6).



#### **2.2.4. Uso del Dron.**

##### **2.2.4.1. Generalidades.**

El dron representa una tecnología avanzada en los campos de la robótica, aeronáutica y electrónica. Son vehículos aéreos no tripulados (VANTs) que varían en tamaño y forma, y generalmente se controlan mediante un sistema remoto desde tierra o vía satélite, utilizando transmisores y receptores de señales. Su operación puede ser manual, semiautomática, automática o autónoma (Condevel, 2018).

##### **2.2.4.2. Uso del Dron.**

La recopilación de datos en campo para el monitoreo de obras en construcción, así como para la inspección y evaluación de infraestructuras civiles mediante métodos tradicionales, presenta desafíos en aspectos tales como la salvaguardia del personal técnico y la facilidad de acceso a zonas difíciles y el tiempo requerido para la recopilación de datos, por lo que en la actualidad los drones se han consolidado como herramientas preferidas por los profesionales. Su uso abarca diversas aplicaciones, aprovechando su potencial en ingeniería para realizar levantamientos topográficos, inspección de carreteras y seguimiento de proyectos de construcción.

Por lo tanto, se emplea para recopilar datos del proyecto con el fin de realizar seguimiento, análisis y evaluación del objeto de estudio de manera tradicional, pero optimizada con tecnología. En la actualidad, utilizamos drones que facilitan el ejercicio operativo en campos y espacios determinados de investigación científica y de ingeniería, con múltiples aplicaciones.

### 2.2.4.3. Ventajas y Desventajas del uso del Dron.

La siguiente tabla muestra las ventajas y desventajas del uso del dron:

Tabla 6

*Ventajas y desventajas del uso del Dron.*

Uso del Dron	
Ventajas	Desventajas
Posibilidad de uso en áreas de alto riesgo o difícil acceso	Técnica: Demora entre la transmisión de instrucciones y su recepción, la comunicación vía satélite puede verse bloqueada, la autonomía de vuelo está limitada por la batería.
No requiere la actuación de pilotos en la zona	Económica: Alto costo de su adquisición y mantenimiento
Disminuye el tiempo que una persona tarda en inspeccionar determinados sitios	Invasión a la intimidad
Fines de exploración y fines preventivos	Comercialización no controlada

*Nota.* Tomado de Fiestas y Merino, 2020, p. 16.

### 2.2.4.4. Fotogrametría Como Método de Evaluación de Pavimentos.

La fotogrametría consiste en una técnica que usa fotografías para realizar mediciones precisas de elementos y terrenos. En el contexto de la evaluación de pavimentos, la fotogrametría se puede utilizar de varias maneras:

- a. **Evaluación visual:** La fotogrametría puede proporcionar imágenes detalladas de la superficie del pavimento, lo que facilita a los ingenieros y técnicos examinar visualmente la situación del pavimento, identificar grietas, deformaciones u otros defectos.



- b. Análisis de Deformaciones:** Las técnicas fotogramétricas avanzadas, permiten el análisis de modificaciones en la capa superficial del pavimento. Al comparar imágenes de diferentes momentos en el tiempo, se pueden detectar y cuantificar cambios en la geometría del pavimento, lo que ayuda a evaluar su deterioro y prever su vida útil restante.
- c. Modelado Tridimensional:** Mediante la captura de múltiples imágenes desde diferentes ángulos, la fotogrametría puede utilizarse para generar modelos tridimensionales precisos del pavimento. Ayudado en la examinación de la geometría del pavimento, la detección de irregularidades y la planificación de trabajos de mantenimiento y reparación.
- d. Mediciones Dimensionales:** Puede utilizarse para realizar mediciones precisas de dimensiones del pavimento. Esto es útil para la conformidad de diseño y para planificar trabajos de rehabilitación.
- e. Inspección Remota:** La fotogrametría aérea puede permitir la inspección remota de extensas redes de pavimentos, lo que permite detectar áreas afectadas y la programación adecuada de las operaciones de mantenimiento.

En resumen, la fotogrametría ofrece una serie de ventajas para la evaluación de pavimentos, proporcionando datos detallados y precisos que pueden utilizarse con el fin de inspeccionar la condición del pavimento y organizar labores de mantenimiento y optimizar la gestión de activos de infraestructura vial.

**Figura 9**

*Presentación de dron.*



### 2.3. MARCO CONCEPTUAL.

- **Dron:** Vehículo aéreo que no cuenta con tripulación a bordo, destinado a la obtención de datos necesarios (captura de imágenes) del pavimento para su posterior análisis.
- **Evaluación de pavimentos:** Consiste en la tarea de valorar y medir las condiciones de deterioro de la vía, siendo una evaluación efectuada utilizando métodos normativos de medición y observación.
- **Evaluación estructural:** Implica el análisis de las divisiones del proyecto donde el deterioro del pavimento ha disminuido su capacidad estructural y el mantenimiento convencional no resulta viable, realizándose a través de pruebas de laboratorio.
- **Evaluación funcional:** Se trata de una revisión externa realizada en el revestimiento del pavimento para reconocer las deficiencias que impactan a los usuarios, empleando las metodologías PSI e IRI.
- **Evaluación superficial:** La extensión se entiende como la superficie o distancia perjudicada por cada tipo de falla; en el caso de los pavimentos



de concreto, la valoración de la extensión se expresará según la frecuencia con la que esa falla aparece en una o varias losas (Vásquez, 2006).

- **Fallas del pavimento:** Estas se presentan por el desgaste de la capa superficial, sin que estén vinculadas a la estructura del pavimento, Para Rico y Del Castillo (2011), son producto de unión de la resistencia al esfuerzo cortante presente en cada capa.
- **Fotogrametría:** La American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS), define la fotogrametría como “el arte, ciencia y tecnología para obtener información fiable sobre los objetos físicos y sobre el entorno mediante procesos de registro, media e interpretación de imágenes fotográficas”.
- **Mantenimiento de pavimentos:** Consiste en una intervención planificada para remediar el desgaste del pavimento antes de que este se agrave. Está dirigida a pavimentos cuya estructura se mantiene en un estado aceptable.
- **Pavimento:** Montejo (1998), Estructura conformada por varias capas dispuestas una sobre otra, elaborada con materiales idóneos y correctamente compactados, que se asienta directamente sobre la subrasante.
- **PCI:** Representa un método integral para la inspección y valoración objetiva de la superficie de los pavimentos.
- **Reconstrucción de pavimentos:** Significa destruir, retirar y sustituir una parte o la totalidad del pavimento cuando este ha sufrido un colapso.



- **Rehabilitación de pavimentos:** Es la intervención requerida para recuperar la capacidad base de soporte de carga del pavimento y restaurar sus niveles de seguridad y confortabilidad para los usuarios.
- **Severidad:** La severidad, indica el nivel de severidad del daño según su avance; cuanto mayor sea este, más significativas deberán ser las acciones correctivas necesarias. Este parámetro se determina a partir de la experiencia percibida por el usuario al circular a velocidad habitual sobre el pavimento.

## 2.4. MARCO NORMATIVO.

### 2.4.1. *Norma ASTM D 6433 Pavement Condition Index (PCI).*

Esta técnica consiste en evaluar el estado de los pavimentos asfálticos a partir de observaciones visuales realizadas en campo.

Abarcando capas de alta porosidad y fricción (Porous Friction Courses), así como pavimentos de hormigón –simple o armado– elaborados con cemento Pórtland y disipación de juntas, aplicando el PCI como procedimiento estandarizado de medición.

### 2.4.2. *Manual de Carreteras Conservación Vial MTC – 2016.*

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, como ente rector nacional en transporte y tránsito terrestre, está facultado para establecer las normas relacionadas con la dirección de la infraestructura vial y supervisar que se cumplan.

El Manual de Mantenimiento Vial (2016) es un soporte técnico que permite a los encargados organizar, presupuestar, llevar a cabo y monitorear las labores de mantenimiento vial.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Para conocer el estado superficial de la vía en estudio fue indispensable efectuar diversas inspecciones visuales en terreno, registrando el tipo y grado de daño, para establecer el índice PCI in situ y realizar un levantamiento con Dron; y a partir de estos resultados proponer las acciones a considerar la mejorar la serviciabilidad y extender la vida útil de la vía.

##### 3.1.1. *Método General.*

El método empleado para la presente tesis fue la evaluación por medio de la observación; mediante la auscultación visual plasmada en fichas y formatos normados por los métodos empleados para la evaluación.

##### 3.1.2. *Métodos Específicos.*

La evaluación fue realizada atendiendo a las distintas modalidades y severidad de fallas del pavimento, ejecutando el método preestablecido en el manual del PCI in situ y mediante fotogrametría, respondiendo a los objetivos;



con esta información podremos proponer las acciones a seguir para elevar el nivel de la vía, cumpliendo con las disposiciones del Manual de mantenimiento de carreteras del MTC.

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

La tesis se ajusta al tipo Aplicada; puesto que: "Pretende comprender, intervenir, crear y transformar una situación problemática; además, se distingue por su enfoque en la implementación inmediata a un problema específico" (Borja, 2012, pág. 10).

### **3.3. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.**

De enfoque Cuantitativo; puesto que: "Apoya su análisis en datos numéricos, el recuento y el uso habitual de la estadística para identificar y evaluar patrones de conducta relevantes" (Borja, 2012, pág. 11),

### **3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.**

De nivel descriptivo relacional por "Facultad para escoger las características clave del objeto de estudio y detallar sus partes, categorías o tipos de manera precisa" (Borja, 2012, pág. 13).

### **3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

De Diseño no experimental; puesto que: "La investigación no determina ni puede demostrar vínculos causales directos entre las dos variables o factores" (Borja, 2012, p. 13).



### 3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA:

#### 3.6.1. Población.

- **Caso de Estudio Principal:**

La población de la presente investigación comprende aquellos pavimentos con revestimiento asfálticos o también conocidos como los pavimentos flexibles que se utiliza en distintos lugares dependiendo de su serviciabilidad para la población en general.

#### 3.6.2. Muestra.

- **Caso de Estudio Principal:**

La población del caso de estudio principal de la investigación comprende la Av. Circunvalación tramo: Av. Independencia – Av. Héroes del Pacifico de la ciudad de Juliaca; con un total de 22 cuadras evaluadas y una longitud de 2.4 km.

- **Unidades de Muestreo:**

Las unidades de muestreo se obtuvieron del manual PCI, calculados tomando en cuenta el ancho y la longitud de la vía con la siguiente ecuación

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

Se ubicaron las unidades muestrales según el ancho de vía como se manifiesta en la tabla; debe encontrarse dentro del intervalo de 230.0 m<sup>2</sup>, con una tolerancia de ±93.0 m<sup>2</sup>:

**Figura 10**

Ancho de carril in situ.



El ancho que presentó mediante el método PCI fue de 13.60 m, y según se manifiesta en la tabla siguiente, excede el rango máximo; para esta situación, se calculó la longitud de cada unidad muestral basada en el área:

**Tabla 7**

Longitudes de unidades de muestreo in situ.

Ancho de calzada (m)	Longitud de unidad de muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (máximo)	31.50

Nota. Tomado de Vásquez, 2002, p 3.

- **Cálculo de la longitud de unidades de muestreo (l):**

$$\text{Longitud de unidad } (l) = \frac{320 \text{ m}^2}{13.60 \text{ m}} = 23.53 \cong 24.00\text{m}$$

- **Cálculo de número total de unidades de muestreo (N):**



$$N = \frac{\text{Longitud del tramo "B"}}{\text{Longitud de unidad (l)}} = \frac{2400.00 \text{ m}}{24.00 \text{ m}} = 100$$

- **Número mínimo de unidades de muestreo (n):**

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2} = \frac{100 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (100 - 1) + 10^2} = 13.91 \cong 14$$

- **Intervalo de unidades de muestreo (i):**

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

$$i = \frac{100}{14} = 7$$

### 3.7. ÁMBITO DE ESTUDIO.

#### 3.7.1. *Ubicación del Área en Estudio.*

El área de investigación de la presente tesis se halla situada en la zona Noreste del distrito de Juliaca, provincia de San Román del departamento o de Puno, región sureña del Perú.

#### 3.7.2. *Descripción del Área de Estudio.*

La vía construida por pavimento flexible comprende de un total de 22 cuadras; con una distancia de 2.4 kilómetros, tiene una antigüedad mayor de 15 años, cuenta con dos sentidos de circulación y tres carriles por cada sentido, siendo una de las vías más relevantes de la ciudad.

**Figura 11**

*Ubicación del área de estudio.*



### **3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

La información fue reunida mediante la observación directa a en campo, que permitió examinar de cerca las condiciones del pavimento. Esta observación se complementó con el uso de métodos específicos de examinación de pavimentos, principalmente el método PCI, el que brindó un enfoque sistemático para la evaluación del estado del pavimento.

Por otro lado, para la captura de datos visuales, se empleó el método de fotogrametría. Esta técnica involucró la captura de imágenes detalladas del pavimento, utilizando drones equipados con cámaras. La fotogrametría permitió conseguir una imagen visual que refleje la calidad del pavimento para su posterior análisis.

#### **3.8.1. Evaluación de la Condición del Pavimento In situ.**

##### **3.8.1.1. Método PCI In situ.**

El acopio de datos para evaluar la situación del pavimento flexible se realizó aplicando el método PCI de manera tradicional in situ en la Av.



Circunvalación Oeste de Juliaca y en cuatro vías adicionales con diferentes condiciones de pavimento. La Av. Circunvalación Oeste, con una longitud total de 2.4 km, se organizó en 14 segmentos de muestreo.

El equipo de investigación recorrió a pie cada unidad de muestreo en el caso de estudio principal, llevar a cabo una observación minuciosa y a la vista de la superficie del pavimento. Se identificaron y ordenaron las fallas encontradas, midiendo su severidad y extensión con instrumentos como reglas y flexómetros. Todos los datos se registraron en formatos de inspección PCI estandarizados (Anexo 03), complementándose con fotografías de las fallas más representativas.

Durante la inspección, se realizaron cálculos preliminares del PCI para cada unidad muestreada, siguiendo e el procedimiento descrito en el marco teórico. Esto incluyó la determinación de densidades de fallas, el uso de curvas de valor deducido y la estimación de los valores deducidos totales y ajustados.

Este proceso se aplicó sistemáticamente a lo largo de las 14 unidades muestreadas en la Av. Circunvalación Oeste, asegurando una evaluación consistente, proporcionando una fuente para el análisis comparativo posterior de la condición del pavimento flexible con distintas condiciones de pavimento.

**Figura 12**

*Evaluación pci in situ de la Avenida Circunvalación Oeste.*



**Figura 13**

*Evaluación pci in situ de la Avenida Circunvalación Oeste.*



### **3.8.2. Evaluación de la Condición del Pavimento con Fotogrametría.**

#### **3.8.2.1. Método PCI con Fotogrametría.**

La recolección de datos para examinar el estado del pavimento flexible mediante la técnica PCI utilizando fotogrametría en la Av. Circunvalación Oeste con una longitud total de 2.4 km.

**Figura 14**

*Evaluación PCI con dron de la Avenida Circunvalación Oeste.*



El proceso de acopio de datos se desarrolló con la ayuda de un dron equipado con una cámara de alta resolución Dji mavic 2 pro. Se realizó un levantamiento fotogramétrico completo de todas las vías seleccionadas utilizando el software Dron Dj Fly para planificar y ejecutar el vuelo del dron. Este enfoque permitió capturar imágenes aéreas detalladas de la superficie del pavimento de manera eficiente, comprobando que el área a evaluar no tenga tránsito restringido para vuelo de vehículos no tripulados como se verifica en el aplicativo.

**Figura 15**

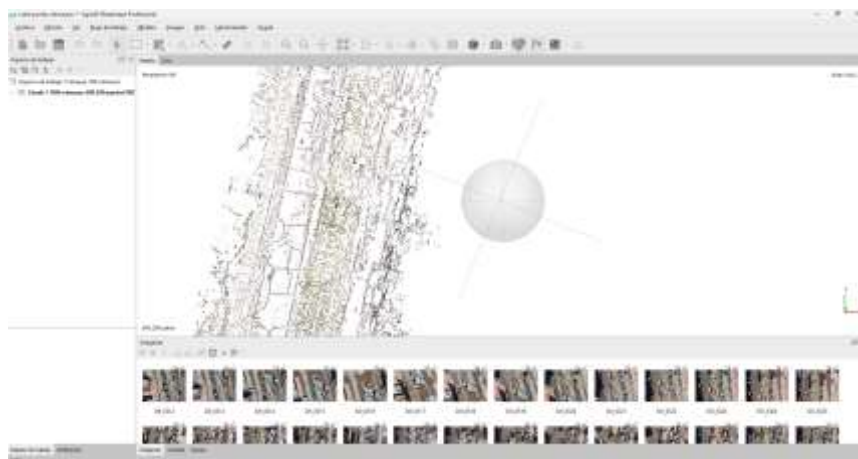
*Geo zona permitida para elaboración de plan de vuelo.*



Donde la zona roja, por el aeropuerto de la ciudad de Juliaca es una zona con impedimento de vuelo y la zona azul es una zona donde se puede realizar el vuelo, para ello los usuarios del aplicativo Dj Fly deben de contar con cuentas verificadas. Una vez completado el vuelo y la captura de imágenes, los datos recopilados se procesaron utilizando el software Agisoft Metashape, una herramienta de libre acceso especializada en fotogrametría. Este procesamiento incluyó la integración de las imágenes y la formación de una nube de puntos densa, la creación de un modelo digital de elevación (DEM) y, finalmente, la producción de una ortofoto de alta resolución de cada vía estudiada.

### Figura 16

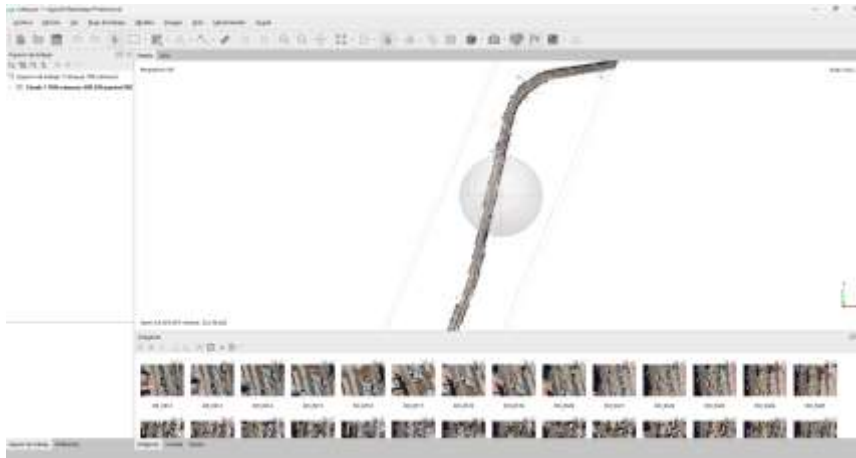
*Creación de nube de puntos densa.*



La ortofoto resultante proporcionó una vista aérea detallada y georreferenciada de la superficie del pavimento, permitiendo el reconocimiento y medición precisa de las fallas existentes. Utilizando esta ortofoto, se procedió a aplicar el método PCI, dividiendo virtualmente las vías en las unidades de análisis (14 para la Av. Circunvalación Oeste).

**Figura 17**

*Procesamiento de ortofotos KMZ para Google Earth.*



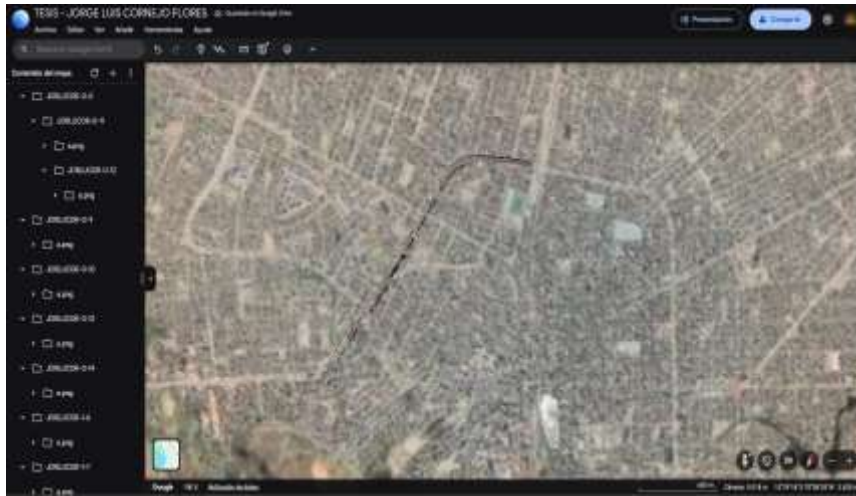
Para cada segmento de muestreo se realizó una revisión visual exhaustiva de la ortofoto, identificando y clasificando los tipos de fallas según el catálogo del método PCI. Se midió la severidad y extensión de cada falla utilizando herramientas de medición digital disponibles en el software de procesamiento.

Los datos de las fallas identificadas se registraron en formatos de inspección PCI digitales, incluyendo el tipo de falla, su gravedad y la extensión. El PCI fue calculado para cada unidad de muestreo conforme al procedimiento estándar presentado en el marco teórico, pero utilizando las mediciones obtenidas de la ortofoto en lugar de mediciones in situ.

Adicionalmente, se generó un archivo KMZ de las ortofotos para su visualización en Google Earth, lo que permitió una fácil referencia geográfica y comparación con otras capas de información geoespacial.

**Figura 18**

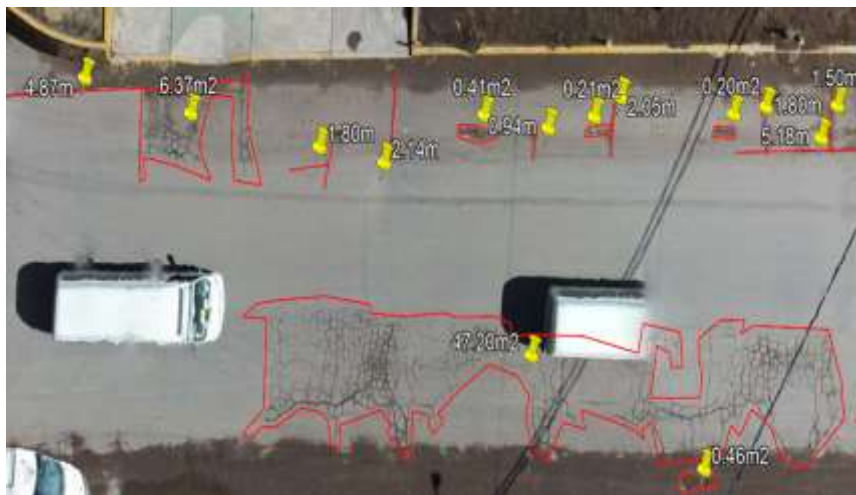
*Imágenes KMZ sobrepuestas en Google Earth.*



Este enfoque basado en fotogrametría con drones proporcionó la valoración del estado superficial del pavimento en todas las vías estudiadas, ofreciendo la ventaja adicional de tener un registro visual completo y georreferenciado que puede ser utilizado para análisis posteriores y comparaciones futuras.

**Figura 19**

*Procesamiento en gabinete del método PCI con imágenes KMZ en Google Earth.*





### **3.8.3. Comparar los Resultados Obtenidos In situ y Con el Uso de Dron.**

Una vez completadas las evaluaciones del pavimento ejecutando el método PCI, tanto de manera tradicional in situ como mediante fotogrametría con dron, se efectuó una comparación entre los resultados alcanzados.

En primer lugar, se recopilaron todos los datos de las evaluaciones realizadas en la Av. Circunvalación Oeste. Estos datos incluyeron los valores de PCI para cada unidad muestreado y sección, respectivamente.

Se creó un repositorio de datos unificado de los resultados de PCI y de ambas técnicas de acopio de datos (in situ y fotogramétrica). Esta base de datos permitió una comparación directa y sistemática de los resultados.

Para cada vía, se realizaron análisis comparativos que incluyeron:

- Comparación de los valores de PCI obtenidos in situ con los obtenidos mediante fotogrametría para cada unidad de muestreo.
- Análisis de las diferencias en la identificación y cuantificación de fallas entre los métodos tradicionales y fotogramétricos para el método PCI.

Se utilizaron técnicas estadísticas para cuantificar las diferencias entre los resultados, incluyendo el cálculo de errores medios, desviaciones y coeficientes. Estos análisis permitieron evaluar la consistencia y las discrepancias entre los métodos tradicionales y fotogramétricos.

Se prestó especial atención a las áreas donde se hallaron desigualdades notables entre los métodos tradicionales y fotogramétricos, investigando las posibles causas de estas discrepancias. Esto incluyó un examen detallado de



las ortofotos y los registros in situ para identificar factores que pudieran haber influido en las evaluaciones.

Finalmente, se elaboraron gráficos comparativos y tablas resumen que ilustraban las semejanzas y disparidades en los resultados, por el mismo método y distinta técnica (in-situ - fotogrametría). Estos elementos visuales facilitaron la comprensión de los hallazgos y la identificación de modelos o tendencias en las evaluaciones.

#### **3.8.4. Análisis de la Fotogrametría en la Evaluación de Pavimentos.**

Inicialmente, se recopilaron todos los datos obtenidos de las evaluaciones fotogramétricas y las inspecciones in situ de la Av. Circunvalación Oeste y las cuatro vías adicionales seleccionadas estratégicamente por presentar diferentes condiciones de pavimento, lo que permitió un análisis más completo y diverso.

Para cada tipo de falla comúnmente encontrada en pavimentos flexibles (como fisuras, baches, deformaciones, etc.), se efectuó un análisis comparativo entre los hallazgos obtenidos mediante fotogrametría y las obtenidas in situ:

- Porcentaje de detección.
- Precisión en la cuantificación.
- Análisis de falsos positivos y falsos negativos.
- Evaluación de la eficacia según las condiciones del pavimento.

Este análisis proporcionó una comprensión de la precisión y eficacia de la fotogrametría como soporte para la inspección de pavimentos, ofreciendo perspectivas sobre su aplicabilidad en diferentes condiciones y tipos de fallas.



### **3.9. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.**

#### **3.9.1. Validez del Instrumento.**

El instrumento utilizado para la recopilación de datos en esta tesis fue un formato o cuestionario diseñado por el propio autor, sustentado en la norma ASTM 6433-07, con el propósito de confirmar la presencia o inexistencia de los criterios de evaluación y del CPI según el método PCI del pavimento de la Av. Circunvalación oeste de la ciudad de Juliaca, los cuales forman parte de materia de la investigación.

#### **3.9.2. Confiabilidad del Instrumento.**

Los instrumentos de acopio de datos siguen una normativa que dan la validez y confiabilidad de los instrumentos; como los de la norma americana ASTM 6433 (2007) "PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)", dando confiabilidad y validez a los hallazgos obtenidos de la evaluación; donde se expresa las partidas a considerar según el tipo de daño del pavimento.

### **3.10. DISEÑO DE LA CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.**

En la presente tesis no fue necesario la aplicación de técnicas estadísticas para la verificación o contrastación de hipótesis, dado que los instrumentos para la obtención de datos han sido validados y respaldados por una normativa; la validación de los resultados se efectuó a través de la discusión comparativa con estudios previos.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

##### 4.1.1. Condición del Pavimento Evaluado In situ.

##### 4.1.1.1. Método PCI.

##### a. Av. Circunvalación.

Tabla 8

Índice de PCI de la Av. Circunvalación in situ.

#### PCI IN SITU (A)

N°	Unidad de muestreo	Progresivas		PCI	Condición del pavimento
		Del	Hasta		
1	A - 01	0+000	0+024	54.97	Regular
2	A - 08	0+024	0+192	41.80	Regular
3	A - 15	0+192	0+360	36.22	Pobre
4	A - 22	0+360	0+528	57.53	Bueno
5	A - 29	0+528	0+696	63.88	Bueno
6	A - 36	0+696	0+864	40.88	Regular



7	A - 43	0+864	1+032	48.00	Regular
8	A - 50	1+032	1+200	69.00	Bueno
9	A - 57	1+200	1+368	47.08	Regular
10	A - 64	1+368	1+600	76.80	Muy bueno
11	A - 71	1+600	1+846	68.00	Bueno
12	A - 78	1+846	2+106	76.55	Muy bueno
13	A - 85	2+106	2+295	64.60	Bueno
14	A - 92	2+295	2+484	44.92	Regular

En la siguiente tabla presentamos el % de incidencia de cada condición del pavimento de la vía en estudio por el método PCI in situ:

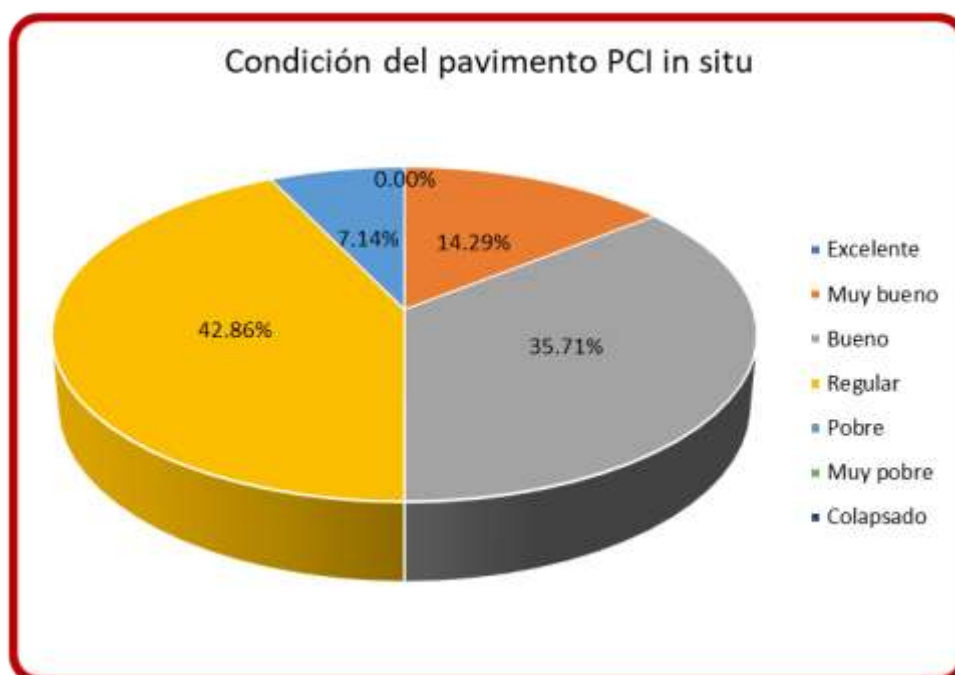
**Tabla 9**

*Condición del pavimento de la Av. Circunvalación método PCI in situ.*

Rango PCI	Condición del pavimento	Unidades de muestreo	Porcentaje de incidencia
100 – 85	Excelente	0.00	0.00%
85 – 70	Muy bueno	2.00	14.29%
70 – 56	Bueno	5.00	35.71%
56 – 40	Regular	6.00	42.86%
40 – 25	Pobre	1.00	7.14%
24 – 10	Muy pobre	0.00	0.00%
10 – 00	Colapsado	0.00	0.00%
<b>Total</b>		<b>14.00</b>	<b>100.00%</b>

Figura 20

Condición del pavimento PCI in situ.



Se observa una alta variabilidad en la condición del pavimento a lo largo de la Avenida. Los valores de PCI oscilan desde 34.55 (condición "Pobre") hasta 76.80 (condición "Muy bueno"), lo que indica la existencia de secciones en diferentes niveles de deterioro.

1. La unidad de muestreo A-15 (progresivas 0+192 - 0+360) presenta la condición más crítica con un PCI de 36.22, calificada como "Pobre". Esta sección debería ser priorizada para trabajos de rehabilitación.
2. Existen varias secciones que se encuentran en buenas condiciones, como A-64 (PCI 76.80, "Muy bueno"), A-78 (PCI 76.55, "Muy bueno") y otras calificadas como "Bueno". Estas secciones podrían requerir únicamente operaciones de mantenimiento periódico para aumentar su longevidad.

3. La mayoría de las unidades muestreada (42.86%) se hallan en condición "Regular", lo que sugiere que, en general, el pavimento de la avenida se encuentra en un estado aceptable. Sin embargo, se tiene un (7.14%) en estado "Pobre", que requiere atención.

Ambas representaciones revelan que, si bien existe una variabilidad considerable en el estado del pavimento, con secciones en diferentes niveles de deterioro, la mayor parte del pavimento evaluado se encuentra en condición "Buena" o "Regular". Sin embargo, existe una sección "Pobre" que requiere atención prioritaria para su reparación o rehabilitación.

#### 4.1.2. Condición del pavimento evaluado con fotogrametría.

##### 4.1.2.1. Método PCI.

Tabla 10

*Índice de PCI de la Av. Circunvalación con el uso de Dron.*

#### PCI CON EL USO DE FOTOGRAMETRÍA (B)

N°	Unidad de muestreo	Progresivas		PCI	Condición del pavimento
		Del	Hasta		
1	B - 01	0+000	0+024	55.48	Regular
2	B - 08	0+024	0+192	40.52	Regular
3	B - 15	0+192	0+360	39.60	Pobre
4	B - 22	0+360	0+528	57.11	Bueno
5	B - 29	0+528	0+696	63.42	Bueno
6	B - 36	0+696	0+864	48.40	Regular
7	B - 43	0+864	1+032	43.84	Regular
8	B - 50	1+032	1+200	68.60	Bueno
9	B - 57	1+200	1+368	46.20	Regular
10	B - 64	1+368	1+600	76.80	Muy bueno
11	B - 71	1+600	1+846	67.90	Bueno
12	B - 78	1+846	2+106	75.19	Muy bueno
13	B - 85	2+106	2+295	64.00	Bueno
14	B - 92	2+295	2+484	45.80	Regular

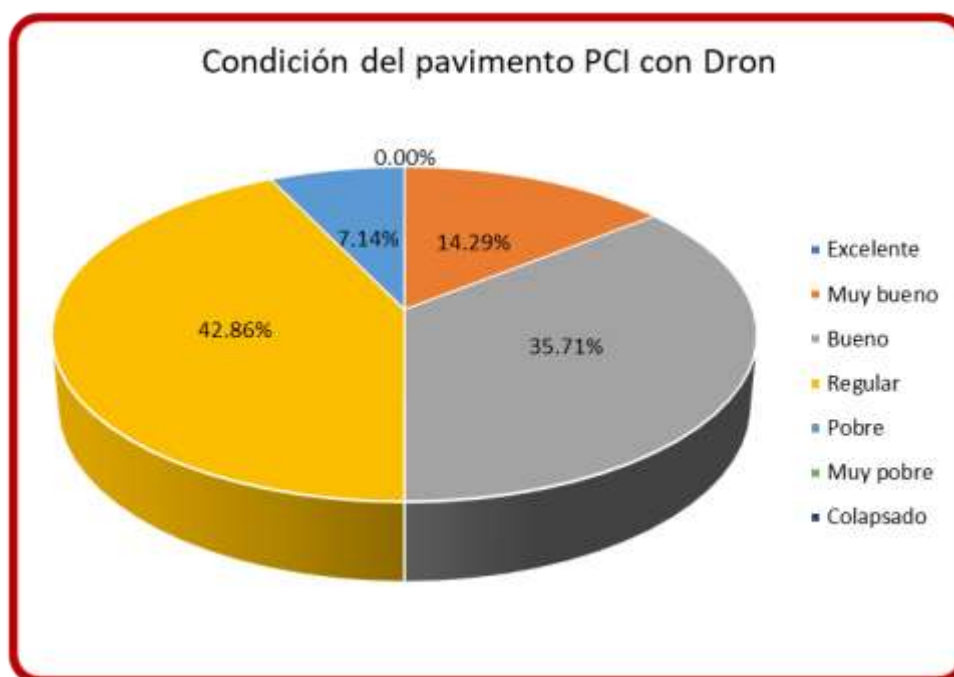
**Tabla 11**

*Condición del pavimento de la Av. Circunvalación método PCI con uso de Dron.*

Rango PCI	Condición del pavimento	Unidades de muestreo	Porcentaje de incidencia
100 – 85	Excelente	0.00	0.00%
85 – 70	Muy bueno	2.00	14.29%
70 – 56	Bueno	5.00	35.71%
56 – 40	Regular	6.00	42.86%
40 – 25	Pobre	1.00	7.14%
24 – 10	Muy pobre	1.00	0.00%
10 – 00	Colapsado	0.00	0.00%
<b>Total</b>		<b>14.00</b>	<b>100.00%</b>

**Figura 21**

*Condición del pavimento PCI con dron.*



1. Se observa una alta variabilidad en la condición del pavimento a lo largo de la Avenida. Los valores de PCI oscilan desde 39.60



- (condición "Pobre") hasta 76.80 (condición "Muy bueno"), lo que indica la existencia de secciones en diferentes niveles de deterioro.
2. La unidad de muestreo B-15 (progresivas 0+192 - 0+360) presenta la condición más crítica con un PCI de 39.60, calificada como "Pobre". Esta sección debería ser priorizada para trabajos de rehabilitación.
  3. Existen varias secciones que se encuentran en buenas condiciones, como B-64 (PCI 76.80, "Muy bueno"), B-78 (PCI 75.19, "Muy bueno") y otras calificadas como "Bueno". Estas secciones podrían requerir únicamente labores de mantenimiento rutinario para extender su vida útil.
  4. La mayoría de las unidades muestreadas (42.86%) se hallan en condición "Regular", lo que sugiere que, en general, el pavimento de la avenida se encuentra en un estado aceptable. Sin embargo, se tiene un (7.14%) en estado "Pobre", que requiere atención.

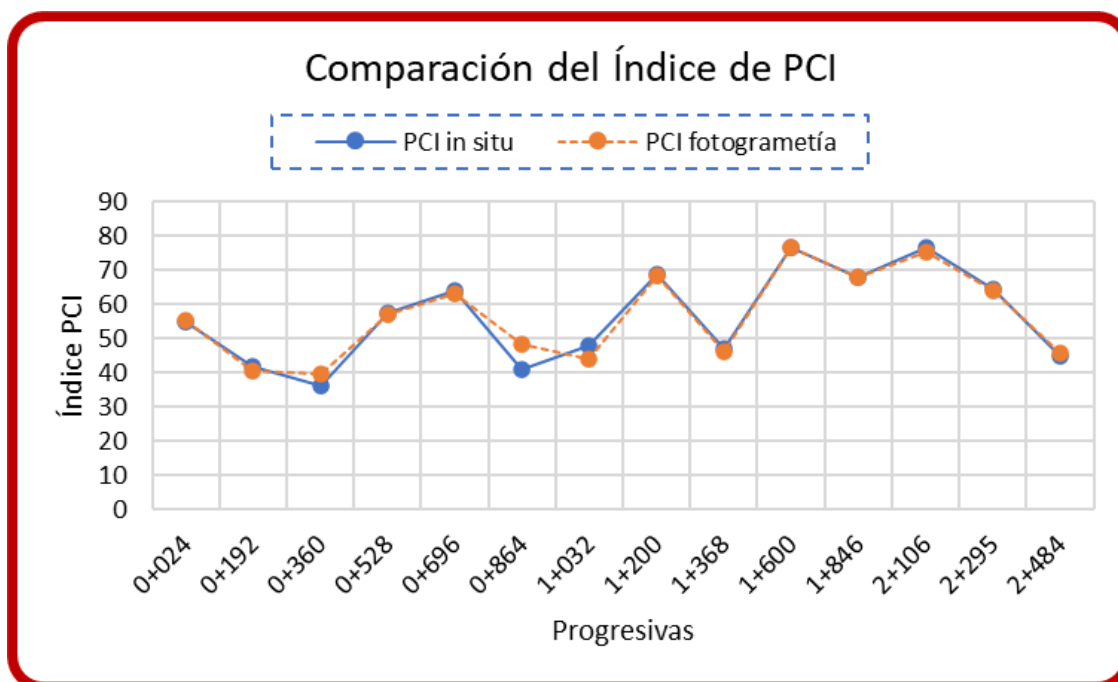
Ambas representaciones revelan que, si bien existe una variabilidad considerable en el estado del pavimento, con secciones en diferentes niveles de deterioro, la mayor parte del pavimento evaluado se encuentra en condición "Buena" o "Regular". Sin embargo, existe una sección "Pobre" que requiere atención prioritaria para su reparación o rehabilitación.

#### **4.1.3. Comparación de la evaluación in situ y con el uso de fotogrametría.**

##### **4.1.3.1. Método PCI.**

**Figura 22**

*Comparación del PCI de la Av. Circunvalación in situ y con el uso de dron.*



Observamos que el índice PCI in situ y con el uso de fotogrametría obtenida de la evaluación del pavimento, que no existen diferencias significativas en algunas unidades de muestreo, estas diferencias sugieren que ambos métodos pueden proporcionar resultados distintos para una misma sección del pavimento; sin embargo, a pesar de las diferencias numéricas, en algunas unidades muestreadas, ambos métodos coinciden en la clasificación de la situación del pavimento flexible de la Av. Circunvalación de la ciudad de Juliaca; las diferencias observadas entre los valores de PCI podrían atribuirse a varios factores, como: Precisión y limitaciones inherentes a cada método de evaluación, subjetividad en el reconocimiento y la estimación de los deterioros del pavimento, factores ambientales o condiciones de iluminación que afectan la inspección visual o la captura de imágenes o errores o sesgos en el procesamiento de datos.



Apreciamos en las figuras y tablas que existe una coincidencia general en los hallazgos de ambos enfoques. No obstante, se observaron variaciones leves en las mediciones realizadas en campo y con el uso de drones. En el caso del método PCI, aunque las cifras numéricas variaron ligeramente entre ambos métodos, la clasificación del estado del pavimento fue consistente en la mayoría de las unidades muestreadas, lo que sugiere que la fotogrametría puede ofrecer resultados confiables. La principal diferencia se atribuye a la precisión de los datos visuales y al grado de detalle que se logra con la fotogrametría, donde algunos defectos podrían haberse subestimado o sobrestimado en una inspección visual tradicional debido a la subjetividad y a las limitaciones humanas.

#### ***4.1.3.2. Eficiencia de la Fotogrametría en la Evaluación de Pavimentos.***

El análisis de la precisión y eficacia de la fotogrametría en el reconocimiento y cuantificación de defectos en pavimentos asfálticos demuestra que esta tecnología ofrece ventajas significativas en contraste frente a las técnicas convencionales, puesto que permite capturar imágenes de alta calidad sobre amplias áreas del pavimento en un tiempo mucho más reducido que las inspecciones in situ que permite obtener datos detallados sobre variedades de fallas, como grietas, baches, deformaciones, fisuras longitudinales y transversales, entre otros tipos de daños.

La precisión radica en su capacidad para reducir los márgenes de error que comúnmente se asocian con la inspección visual in situ. Al procesar las imágenes capturadas con dron, se obtiene una representación del estado del pavimento, permitiendo identificar fallas mínimas que podrían pasar



desapercibidas durante una inspección visual. Además, el almacenamiento de la información propicia un análisis posterior más profunda y la creación de registros históricos de las condiciones del pavimento.

Por otro lado, la eficacia de la fotogrametría también se refleja en su capacidad para realizar una evaluación en condiciones difíciles o peligrosas para los evaluadores (tránsito vehicular o en áreas de difícil acceso).

El análisis comparativo en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca muestra que, aunque existen ligeras variaciones numéricas en los resultados con fotogrametría frente a los métodos in situ, estas diferencias no afectan la clasificación general del pavimento. De hecho, los drones permiten detectar de manera más rápida y precisa fallas que podrían no ser evidentes durante una observación visual, lo que ayuda a la priorización de secciones críticas para su reparación.

#### **4.1.4. Grado de Relación Entre la Evaluación Manual (A) y con el uso de Fotogrametría (B).**

Con el propósito de determinar el grado de relación entre los resultados obtenidos mediante la evaluación manual in situ (Método A) y la evaluación por fotogrametría con dron (Método B), se elaboró un análisis comparativo basado en los valores del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y en las principales variables técnicas asociadas al proceso de evaluación según la siguiente fórmula.

$$R_{A-B} = \left(1.00 - \frac{A - B}{A}\right) \times 100$$

Donde:

A: Valor obtenido por el método manual (in situ)

B: Valor obtenido por el método con ayuda de la fotogrametría (dron)

$R_{A-B}$ : Grado de relación expresado en %

**Tabla 12**

*Grado de relación entre la evaluación manual (A) y con fotogrametría (B)*

Aspecto evaluado	Método A: Evaluación manual (in situ)	Método B: Evaluación con fotogrametría (dron)	Grado de relación A-B (%)	Interpretación técnica
<b>Tipo de fallas identificadas</b>	19 tipos de fallas del método PCI observadas directamente en campo.	19 tipos de fallas identificadas mediante imágenes aéreas procesadas.	99.6 %	Coincidencia casi total en los tipos de fallas detectadas.
<b>Valor promedio del PCI</b>	56.45 (condición: Bueno)	56.63 (condición: Bueno)	99.7 %	Diferencia de 0.33 %, estadísticamente no significativa.



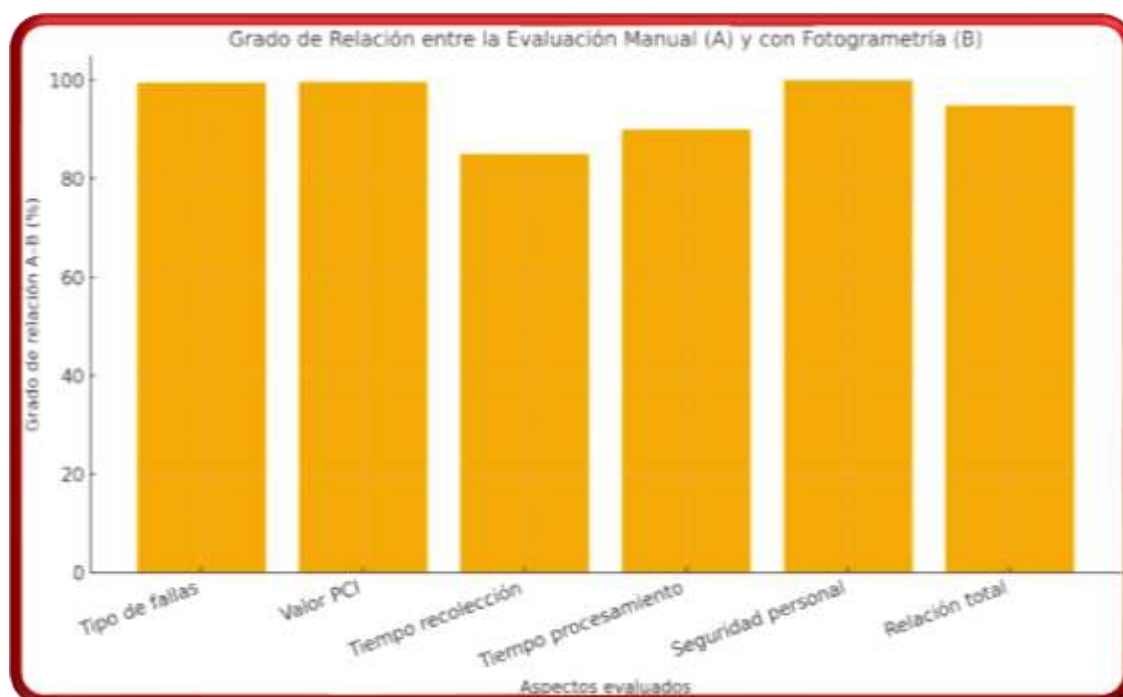
<b>Tiempo de recolección de datos</b>	28 horas aprox. (cinco jornadas de campo).	5 horas aprox. (plan de vuelo y captura de imágenes).	85 %	La fotogrametría reduce significativamente el tiempo de recolección de datos
<b>Tiempo de procesamiento de datos</b>	15 horas aprox. (procesamiento de datos en gabinete).	10 horas aprox. (procesamiento de capturas y datos en gabinete).	90 %	La fotogrametría reduce el tiempo en un 40–50 %.
<b>Seguridad del personal evaluador</b>	Exposición directa al tránsito vehicular.	Evaluación remota, sin riesgo de exposición.	100%	Método B elimina el riesgo físico en campo.
<b>Nivel de relación PCI total (A vs. B)</b>	—	—	94.86	Se confirma una alta correlación y equivalencia entre ambos métodos.

En la Tabla 12 se muestra el grado de relación entre ambos métodos considerando aspectos como la identificación de fallas, el valor promedio del PCI, el tiempo de recolección y procesamiento de datos, así como también la seguridad del personal evaluador. Los resultados evidencian una alta correlación promedio del 94.86 %, lo que demuestra que los valores obtenidos mediante fotogrametría son plenamente consistentes con los obtenidos por la metodología tradicional.

La evaluación fotogramétrica no solo mantiene la fiabilidad del método PCI, sino que además mejora la precisión en la detección de fallas menores y reduce significativamente los tiempos de inspección, al mismo tiempo que elimina los riesgos asociados al trabajo de campo directo. Estos resultados validan la pertinencia de aplicar la fotogrametría como herramienta complementaria en la gestión del mantenimiento vial.

### Figura 23

Grado de relación entre la evaluación manual (A) y con el uso de fotogrametría (B)



En la Figura 23 se representa gráficamente el grado de relación entre los métodos A y B. Se aprecia una correlación prácticamente lineal en todos los parámetros evaluados, con diferencias mínimas que no alteran la clasificación final del pavimento. Este comportamiento estadísticamente estable confirma que la fotogrametría constituye una alternativa tecnológica eficiente, capaz de proporcionar resultados objetivos y repetibles con una mínima intervención humana.

Finalmente, el análisis comparativo demuestra que ambos métodos ofrecen resultados compatibles, pero la fotogrametría presenta ventajas operativas y metodológicas que la posicionan como una opción más eficiente y moderna para la evaluación de pavimentos flexibles dentro del contexto de la ingeniería civil contemporánea.

#### **4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

En esta sección, examinamos y contextualizaremos los hallazgos derivados del estudio sobre la inspección y puntuación del pavimento flexible con el sistema PCI y el uso de fotogrametría.

Los resultados de nuestro estudio muestran que el estado superficial del pavimento flexible en la Av. Circunvalación oeste de la ciudad de Juliaca en el periodo 2025 evaluado a partir del método PCI in situ obtuvo en su mayoría una valoración de regular a bueno y a través del método PCI por fotogrametría se obtuvieron resultados muy parecidos.

Nuestros hallazgos son consistentes con estudios previos que han demostrado los beneficios del uso del Dron (Fotogrametría) como método de inspección visual de la capa de los pavimentos con la metodología PCI, por



ejemplo, Pucha (2020) encontraron resultados similares en cuanto que el uso de la técnica de medición con Vehículo aéreo no tripulado es adecuado cuando se pretende identificar defectos en la capa de rodadura, permitiendo obtener datos precisos y minuciosos sobre los daños y el estado de la vía, constituyendo una alternativa adecuada para el monitoreo y la evaluación superficial de pavimentos, por su parte, Cárdenas et al. (2019) con sus hallazgos afirma que la utilización del Drone DJI Phantom 4 pro en la revisión visual del pavimento durante el estudio manifestó la ventaja de la tecnología en la ingeniería civil., tanto para el levantamiento y procesamiento del tramo a estudiar; y de igual manera Leiva (2021) estableció que el empleo del dron contribuye positivamente al análisis de datos, al alcance recorrido en cada evaluación, a la calidad fotográfica, espacio disponible para almacenar información a la seguridad proporcionada. Por tanto, se aceptó la hipótesis de que la ejecución de la metodología PCI con dron mejora significativamente los factores tiempo y seguridad.

Por su parte, Sullo (2022), a través de su investigación concluye que se obtiene una notable ventaja de usar el dron para recopilar información en comparación con el método manual, que consume mucho tiempo y necesita más personal para mejorar su eficiencia, elevando así el costo.

Por otro lado, Castillo et al. (2022) concluye que ambos métodos concuerdan en que la vía está en condiciones deficientes, siendo así que con estos resultados según el Manual de Conservación Vial del MTC, es recomendable aplicar los trabajos oportunas de acuerdo con el estado del pavimento; de la misma manera Esteban (2016) que afirma que ambos métodos son idóneos para valorar el pavimento flexible de una vía con un mismo resultado



como lo fue el reciclado y recapeo del pavimento (mantenimiento) de forma sectorizada

En resumen, nuestros hallazgos sugieren que el uso del Dron y la información que proporciona (fotogrametría), la evaluación visual del pavimento en el marco del estudio mostró la eficacia de la tecnología aplicada dentro del campo de la ingeniería civil, tanto para el levantamiento y procesamiento del tramo a estudiar. Estos resultados respaldan la promoción del uso de la fotogrametría como un instrumento y metodología para la estimación superficial del pavimento, reduciendo costos y tiempo, además, que ayuda en el tema de seguridad al no exponer personal en la vía reduciendo accidentes.



## CONCLUSIONES

**Primera** Del objetivo general, en el contexto de la ciudad de Juliaca, y tomando como caso de estudio la Av. Circunvalación Oeste, se diagnosticó la situación del pavimento flexible aplicando la metodología PCI de manera in situ con fotogrametría con dron, concluyendo que, el método in situ, se realiza de manera insegura para el evaluador, por el flujo vehicular constante por ser una avenida principal además de realizarse en un porcentaje mayor de tiempo y costos operativos al tratarse de una vía de gran extensión, obteniendo un valor de PCI in situ promedio de 56.45 brindándonos una calificación de "bueno" y un valor de PCI con fotogrametría con dron de 56.63 brindándonos una calificación de "bueno" según el rango evaluado en la metodología PCI de la norma ASTM 6433-07, también podemos afirmar que la fotogrametría, aplicada mediante el uso de drones, es una herramienta efectiva y confiable para la examinación del pavimento flexible, comparable con el método tradicional PCI in situ, se comprobó que la fotogrametría no solo ofrece resultados precisos y detallados, sino que, además optimiza el tiempo de evaluación, mejora la seguridad de los evaluadores y reduce costos operativos. Esta tecnología permite identificar y cuantificar fallas superficiales y estructurales con una alta precisión, lo que favorece una mejor estructuración de las tareas de conservación vial; además, concluimos que:

**Segunda** Del primer objetivo específico mencionamos que la evaluación de la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación Oeste,



utilizando el método tradicional PCI in situ, posibilitó calificar la integridad total de la superficie vial, evidenciando deterioros como fracturas, oquedades y asentamientos que afectan la transitabilidad. En los **resultados** se observa la variabilidad en la situación del pavimento a lo largo de la avenida obteniendo valores PCI que oscilan desde 34.55 (condición "Pobre") hasta 76.80 (condición "Muy bueno"), mostrando que la vía evaluada presenta un deterioro progresivo que exige actividades de restitución de condiciones para evitar un mayor daño estructural.

**Tercera** Del segundo objetivo específico mencionamos que al aplicar el método PCI con fotogrametría (uso de Dron), se obtuvo una evaluación más detallada del pavimento. La tecnología de drones permitió capturar imágenes de alta resolución que facilitaron la identificación de fallas menores, como fisuras finas y deformaciones incipientes, que podrían no haber sido detectadas mediante la evaluación ocular in situ. Esto demuestra la capacidad de la fotogrametría para ofrecer una valoración objetiva y detallada de las características del pavimento. En los resultados se observa la variación presente en el estado del pavimento a lo largo de la avenida obteniendo valores PCI que oscilan desde 39.60 (condición "Pobre") hasta 76.80 (condición "Muy bueno"), mostrando de igual manera que la vía evaluada evidencia un deterioro continuo que exige intervenciones correctivas para evitar su agravamiento un mayor daño estructura y una mejor serviciabilidad.



**Cuarta** Del tercer objetivo específico concluimos que la comparación entre los resultados obtenidos in situ y los derivados del análisis fotogramétrico mostró que, en el método PCI, aunque las cifras numéricas variaron ligeramente entre ambos métodos, la clasificación del estado del pavimento fue consistente en la casi totalidad de los tramos inspeccionados, lo que sugiere que la fotogrametría puede ofrecer resultados confiables, la variación entre los resultados obtenidos de manera in situ y con el uso de fotogrametría con dron fue del 0.33%, aunque ambos métodos proporcionan evaluaciones similares en términos de clasificación global del pavimento, el uso de drones mejora la precisión en la cuantificación de las fallas. Las diferencias observadas fueron mínimas y no afectaron la interpretación general, pero la fotogrametría demostró una mayor eficacia en la detección de fallas superficiales y de menor escala.

**Quinta** Finalmente, del cuarto objetivo podemos concluir que la fotogrametría se confirmó como una tecnología altamente precisa y eficaz en la determinación y cuantificación de diferentes variedades de fallas en pavimentos flexibles. Su capacidad para cubrir grandes áreas en menor tiempo, junto con la reducción de la subjetividad en la inspección, convierte a esta metodología en una alternativa superior para la gestión y conservación de la red vial, maximizando el uso de los recursos y asegurando una mejor planificación del mantenimiento.



## RECOMENDACIONES

- Primera** Se recomienda a los profesionales en ingeniería capacitarse en el uso de drones y software especializado para la interpretación de los datos fotogramétricos. Esta capacitación permitirá maximizar los beneficios de la tecnología, asegurando que los resultados obtenidos sean interpretados correctamente y se tomen decisiones acertadas sobre las intervenciones necesarias en las vías
- Segunda** Es aconsejable que, en futuras evaluaciones, se amplíe el tamaño y la diversidad de las muestras, considerando distintos tipos de pavimentos, niveles de tránsito y condiciones climáticas. Esto permitirá obtener una base de datos más robusta y representativa, que contribuya a validar estadísticamente la efectividad de la fotogrametría en diferentes contextos.
- Tercera** Se recomienda también evaluar la influencia de la resolución de las imágenes y del software empleado en el procesamiento fotogramétrico, con el fin de estandarizar los criterios técnicos utilizados y mejorar la reproducibilidad de los resultados en investigaciones posteriores.
- Cuarta** Además, se podría investigar la integración de tecnologías complementarias, como el uso de sensores para evaluar la resistencia estructural del pavimento en conjunto con la fotogrametría, lo que permitiría obtener una evaluación más completa tanto a nivel superficial como estructura.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Economía (revista de actualidad, gestión y turismo). 2020. Economía revista de actualidad, gestión y turismo, 29 de marzo de 2020, de <https://shre.ink/tcBh>

Amaya Camargo, Andrés Fernando y Rojas Guavita, Efraín Esteban. 2017, de Repositorio USTA. 2017, de <https://shre.ink/tcwr>.

APD profesionales de drones. 2021, de [apddrones.com](http://apddrones.com).

Jose Arias Gonzales. 2021, de <https://shre.ink/tcBG>

Bernal Ardila, Dlego Felipe, Gomez Hernandez, Edwin Fernando y Cespedes Perafan, Yissel Tatiana. 2017. Repositorio UCC. Colombia. 2017. <https://shre.ink/tcB7>

Cárdenas Chambilla, Edwin. 2022. Repositorio De La Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. [En línea] 2022. <https://shre.ink/tcBA>

Cárdenas Lemus, Diana Rocio, Holguin Rojas, Omar Fernando y Zabala Muñoz, Shirley Jazmin. 2019. Repositorio Universidad Piloto De Colombia. [En línea] 2019. [Citado el: 23 de 06 de 2025.] <https://shre.ink/tcB5>.

Cardenas Rivero, Juan Ruben. 2016. REPOSITORIO ULADECH. 19 de 06 de 2016. <https://shre.ink/tcwf>

Castillo Troyes, Jhon Stalin y Contreras Moreto, Juan Alberto. 2022. Repositorio.unj.edu.pe. [En línea] 06 de 09 de 2022. <https://shre.ink/tcwp>

civil, Cueva del ingeniero. 2018. CUEVA DEL INGENIERO CIVIL . 03 de 10 de 2018. <https://shre.ink/tcBq>



CivilNeting. 2019. CIVILNETING. [En línea] 01 de 05 de 2019.

<https://shre.ink/tcBo>

vías, I. n. (2008). Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Obtenido de <https://shre.ink/tcBS>

Cossi Arocutipa, Patricia. 2014. hugoalcantara.files.wordpress. [En línea] 02 de 2014. <https://shre.ink/tcxc>

Coy Pineda, Oscar Mauricio. 2017. Repositorio Institucional UMNG. [En línea] 28 de 06 de 2017. <https://shre.ink/tcxl>.

De La Cruz Romero, Janill M. 2016. Repositorio UPC Barcelonatech. [En línea] Febrero de 2016. <https://shre.ink/tcBe>

Esteban Rojas, Wilson. 2016. Repositorio.unheval.edu.pe. [En línea] 2016. <https://shre.ink/tc wd>

Evaluación superficial de pavimentos rígidos encarreteras mediante ortoimágenes obtenidas mediante un vehículo aéreo no tripulado. Pucha Aguinsaca, Pablo Andrés y Zárate Torres, Belizario Amador. 2020. 2020.

García Salazar, Daniel Ricardo y Silva Castillo, Daniel Alberto. 2018. Repositorio De La Universidad Militar Nueva Granada. [En línea] 23 de 06 de 2018. [Citado el: 23 de 06 de 2025.] <https://shre.ink/tcwk>

Hernández, Fernández y Baptista. 2010. Metodología de la Investigación. 2010.

INVIAS. 2012. Determinación del índice de deterioro superficial de un pavimento asfáltico mediante el método vizir E-813. 2012.



Leiva Romero , Yeyson Yamir. 2021. Repositorio Universidad Privada Del Norte. [En línea] 23 de 06 de 2021. <https://shre.ink/tcBM>

Meneses Guzmán, Elkin Alexander y Castro Lozano, Luis Carlos. 2013. Repositorio De La Universidad Militar Nueva Granada. [En línea] 01 de 04 de 2013. <https://shre.ink/tcx9>.

METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES: TENDENCIAS, ALCANCES Y LIMITACIONES. Rondón Quintana, Hugo Alexander y Reyes Lizcano, Fredy Alberto. 2007. 2007, Ciencia e Ingeniería Neogranadina, págs. 42-43.

Morales Olivares , Javier Pául. 2005. Repositorio Institucional PIRHUA. [En línea] 05 de Enero de 2005. <https://shre.ink/tcBg>

Morocco Lopez, Raul Henry. 2017. Repositorio Universidad Alas Peruanas. 2017. pág. 44. <https://shre.ink/tctY>

MTC. 2013. Ministerio de transporte y comunicaciones. [En línea] 2013. [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/5346.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/5346.pdf).

Ramirez Rojas , Walter David y Zavaleta Alvarado, Roger Junior. 2017. Repositorio Nacional Digital UPAO. [En línea] 2017. <https://shre.ink/tctJ>

Rattia, Jorge. 2014. Scribd. [En línea] 14 de Julio de 2014. <https://shre.ink/tcB8>

Romero, Janill M. De la Cruz. 2016. Repositorio UPC Barcelonatech. [En línea] 02 de 2016. <https://shre.ink/tcBI>

Ruiz L., Ramón. 2007. El Método Científico y sus Etapas. México : s.n., 2007.



Sullo Condori, Amador. 2022. Repositorio.ucv.edu.pe. [En línea] 2022.

<https://shre.ink/tcBf>

Supo Pacori, Wilfredo David. 2018. Diseño de Pavimentos. 2018. págs. 13-14.

Supo Pacori, Wilfredo David. 2020. Diseño de Pavimentos. Juliaca : Wsupo, 2020.

Vargas Cordero , Zoila Rosa. 2008. LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER. 2008.

Vásquez Varela, Luis Ricardo. 2002. 2002. pág. 6.

Vergara Vicuña, Antony Luis. 2015. Repositorio UNCP. [En línea] 2015.

<https://shre.ink/tctw>

Zevallos Gamarra, Rafael Ernesto. 2018. Repositorio UCV. [En línea] 2018.

<https://shre.ink/tcBs>



# ANEXOS



ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 13

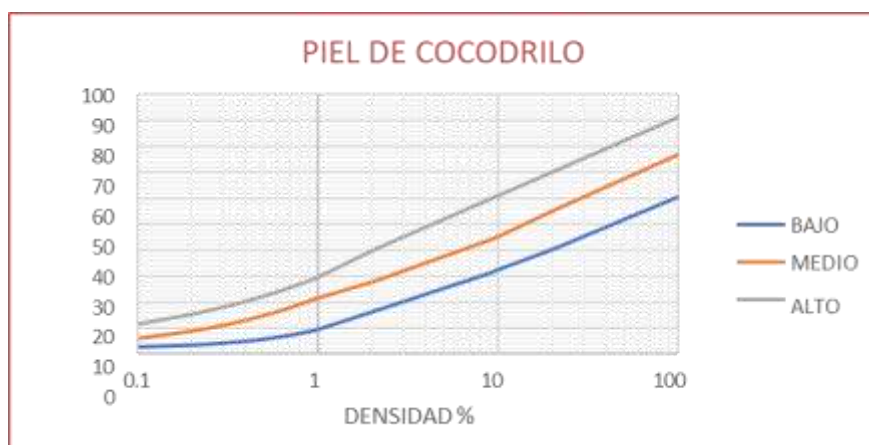
Matriz de consistencia.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES/INDICADOR	METODOLOGÍA	INSTRUMENTOS
PG. ¿Cuál es el estado del pavimento flexible mediante la evaluación del método tradicional PCI en comparación con el uso de fotogrametría con dron en la Av. Circunvalación oeste en Juliaca?	OG. Evaluar el estado del pavimento flexible mediante el método tradicional PCI en comparación con el uso de la fotogrametría con dron en la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca.	HG. La evaluación del estado del pavimento flexible, determino que el uso de la fotogrametría demuestra una efectividad comparable o superior al método tradicional in situ PCI, ofreciendo resultados precisos y eficientes en el caso de estudio de la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca.				
<b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>Variable de interés:</b> Estado del pavimento	1. Condición del pavimento (rango de calificación PCI) 2. Grado de precisión y fiabilidad (porcentaje de incidencia (in situ- fotogrametría con dron))	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Tipo:</b> Aplicado  <b>Nivel:</b> Descriptivo-relacional  <b>Diseño:</b> No experimental  <b>Método:</b> Científico  <b>Población:</b> Juliaca 2025  <b>Muestra:</b> Av. Circunvalación Oeste de la Ciudad de Juliaca	1. Manual PCI 2. Ficha de Procesamiento de datos (formato método PCI) 3. Software Agisoft Metashape 4. Software Google Earth 5. Software Ofimática 6. Herramientas Manuales 7. Drone
PE1. ¿Cuál es la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación Oeste, según la evaluación realizada mediante el método PCI de manera tradicional (in situ)?	OE1. Determinar la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación Oeste utilizando el método PCI de manera tradicional (in situ).	HE1. La evaluación mediante el método PCI de manera tradicional (in situ) revela variaciones significativas en la condición del pavimento flexible entre la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca.				
PE2. ¿Cuál es la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación Oeste, según la evaluación realizada mediante el método PCI utilizando fotogrametría (uso de dron)?	OE2. Determinar la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación utilizando el método PCI con fotogrametría (uso de dron).	HE2. La evaluación mediante el método PCI con fotogrametría (uso de dron) proporciona una caracterización precisa y detallada de la condición del pavimento flexible de la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca.				
PE3. ¿Qué diferencias existen entre los resultados obtenidos de PCI mediante el método tradicional (in situ) y los resultados derivados del análisis fotogramétrico (uso de dron)?	OE3. Comparar los resultados obtenidos de PCI mediante los métodos tradicionales (in situ) con los resultados derivados del análisis fotogramétrico (uso de dron).	HE3. Los resultados obtenidos de PCI mediante el método tradicional (in situ) muestran una correlación alta con los resultados derivados del análisis fotogramétrico (uso de dron), con diferencias mínimas que no afectan significativamente la evaluación global del pavimento.	<b>Variable de caracterización:</b> Metodología PCI	1. Parámetros de evaluación (19 fallas superficiales) 2. Niveles de severidad (Excelente-Muy bueno-Bueno-Regular-Pobre-Muy pobre-Fallido)		
PE4. ¿Qué tan precisa y eficaz es la fotogrametría para identificar y cuantificar diferentes tipos de fallas en pavimentos flexibles en distintas condiciones?	OE4. Analizar la precisión y eficacia de la fotogrametría en la identificación y cuantificación de diferentes tipos de fallas en pavimentos flexibles en distintas condiciones.	HE4. La fotogrametría demuestra una alta precisión y eficacia en la identificación y cuantificación de diferentes tipos de fallas en pavimentos flexibles en distintas condiciones, siendo capaz de detectar y medir con exactitud la mayoría de las fallas superficiales relevantes para el método PCI.				

## ANEXO 02. CURVAS Y TABLAS DE VALORES DEDUCIDOS PCI

**Figura 24**

*Curva de valores deducidos-piel de cocodrilo.*



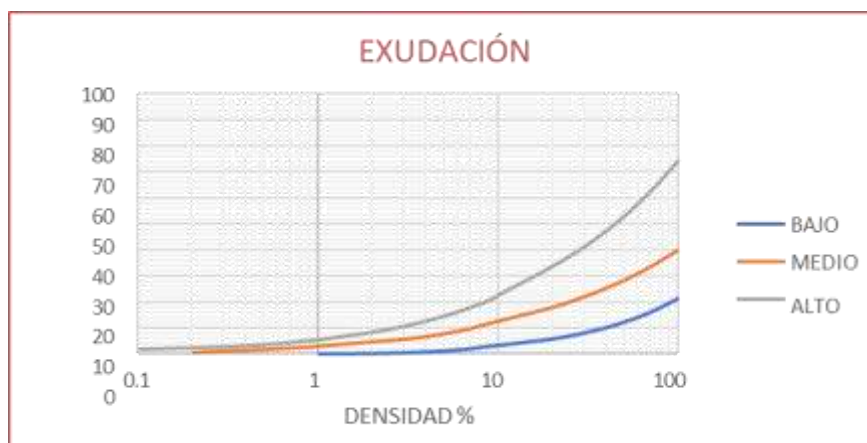
**Tabla 14**

*Datos para valores deducidos – piel de cocodrilo*

DENSIDAD	PIEL DE COCODRILO VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	3.1	6.4	11.8
0.2	3.8	9.3	15.6
0.3	4.6	11.6	18.4
0.4	5.3	13.5	20.6
0.5	6.1	15.3	22.6
0.6	6.9	16.8	24.3
0.7	7.6	18.3	25.9
0.8	8.4	19.7	27.3
0.9	9.1	20.9	28.6
1	9.9	22	29.9
2	16.7	28.2	40.05
3	20.7	32.5	45.5
4	23.6	35.6	49.3
5	25.8	38	52.2
6	27.6	39.9	54.6
7	28.1	41.6	56.7
8	30.5	43	58.4
9	31.6	44.3	60
10	33	49.6	61.3
20	40.8	55.4	70.4
30	45.9	60.9	75.8
40	49.5	64.8	79.5
50	52.4	67.8	82.5
60	54.7	70.2	84.9
70	56.6	72.3	86.9
80	58.3	74.1	88.6
90	59.8	75.7	90.2
100	61.1	77.1	91.6

**Figura 25**

*Curva de valores deducidos-exudación.*



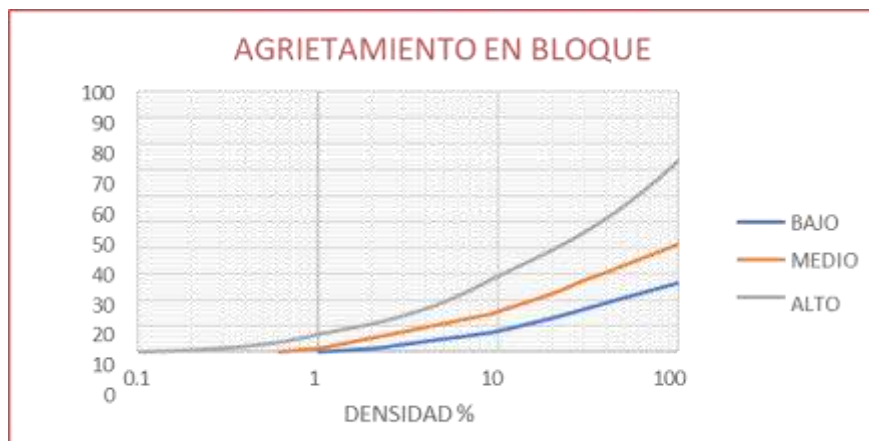
**Tabla 15**

*Datos para valores deducidos – exudación.*

DENSIDAD	EXUDACIÓN		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			2.2
0.2		0.8	2.7
0.3		1.4	3.1
0.4		1.8	3.5
0.5		2.1	3.9
0.6		2.4	4.3
0.7		2.6	4.7
0.8		2.8	5.1
0.9		2.95	5.5
1	0.1	3.3	5.8
2	0.3	5	8.7
3	0.6	6	11
4	0.9	7	13.1
5	1.2	8.1	14.9
6	1.7	9.1	16.6
7	2.1	10.1	18.2
8	2.6	11.2	19.7
9	3.1	12.2	21.1
10	3.4	13	23
20	5.9	18.3	34.1
30	8.2	22.4	41.6
40	10.3	25.8	47.9
50	12.4	28.8	53.4
60	14.3	31.5	58.4
70	16.2	34	63
80	18.1	36.4	67.3
90	19.9	38.6	71.3
100	21.6	40.6	75.1

**Figura 26**

*Curva de valores deducidos-agrietamiento en bloque.*



**Tabla 16**

*Datos para valores deducidos – agrietamiento en bloque.*

DENSIDAD	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			0.2
0.2			0.9
0.3			1.7
0.4			2.4
0.5			3.2
0.6		0.4	3.9
0.7		0.8	4.7
0.8		1.2	5.4
0.9		1.5	6.2
1	0	1.7	7
2	1.3	5.8	11.1
3	2.9	8.2	14.3
4	4.1	10	17
5	5	11.3	19.5
6	5.9	12.9	21.9
7	6.3	13.4	24
8	6.9	14.2	26.1
9	7.4	14.9	28
10	8	16	29.5
20	13.1	22.9	39.6
30	16.5	28	46.4
40	19	31.1	51.9
50	20.9	33.8	56.6
60	22.4	35.9	60.8
70	23.7	37.7	64.6
80	24.8	39.3	68
90	25.8	40.7	71.2
100	26.7	42	74.2

**Figura 27**

*Curva de valores deducidos-elevaciones, hundimientos.*



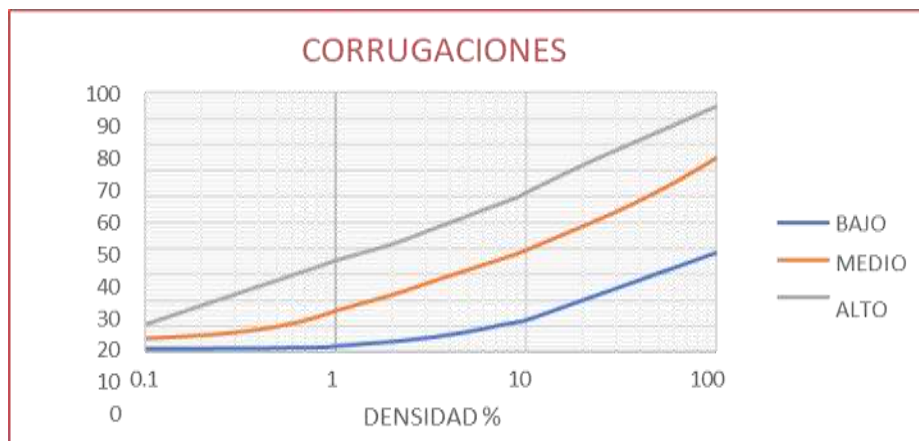
**Tabla 17**

*Datos para valores deducidos – elevaciones, hundimientos*

DENSIDAD	ELEVACIONES, HUNDIMIENTOS		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3		4.4	20.5
0.4	0.9	6.4	23.1
0.5	1.6	7.9	25.3
0.6	2.2	9.2	27.3
0.7	2.7	10.2	29.1
0.8	3.2	11.2	30.8
0.9	3.6	12	32.3
1	3.9	12.7	33.7
2	6.8	17.6	44.8
3	8	21.9	50.5
4	9.2	25.5	55
5	10.4	28.7	58.8
6	11.5	31.7	62.1
7	12.7	34.4	65
8	13.9	36.9	67.6
9	15.1	39.3	70
10	16.3	41.6	72.3
20	28.1	60.2	88.8
30	39.9	74.8	100.2
32	40	75	100.3
50			
60			
70			
80			
90			
100			

**Figura 28**

*Curva de valores deducidos-corrugaciones.*



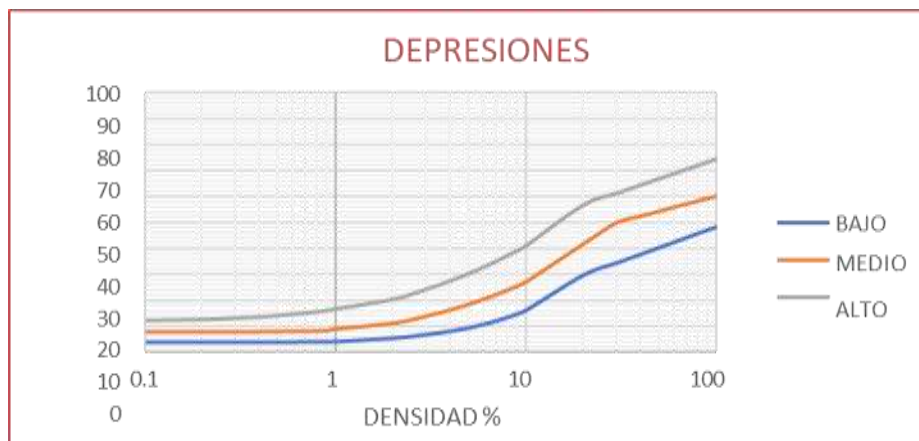
**Tabla 18**

*Datos para valores deducidos – corrugaciones.*

DENSIDAD	CORRUGACIONES VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	1.4	5.5	10.9
0.2	1.5	6.7	18.3
0.3	1.6	7.9	22.6
0.4	1.6	9	25.7
0.5	1.7	10.2	28
0.6	1.8	11.4	30
0.7	1.8	12.6	31.6
0.8	1.9	13.8	33
0.9	2	15	34.3
1	2.4	16.2	35.5
2	4.2	22.4	41.9
3	5.6	26.7	46.7
4	6.9	29.7	50.1
5	8.1	32	52.8
6	9.2	33.9	55
7	10.3	35.5	56.8
8	11.1	36.9	58.4
9	11.8	38.1	59.8
10	12.5	39.5	61.6
20	20.4	48.8	72.3
30	25	54.4	78
40	28.3	58.8	82
50	30.9	62.4	85.1
60	32.9	65.5	87.6
70	34.7	68.3	89.8
80	36.2	70.8	91.7
90	37.6	73	93.3
100	38.8	75.1	94.8

**Figura 29**

*Curva de valores deducidos-depresiones.*



**Tabla 19**

*Datos para valores deducidos – depresiones.*

DENSIDAD	DEPRESIONES		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	3.8	7.8	12.6
0.2	3.9	7.8	13
0.3	3.9	7.8	13.5
0.4	3.9	7.9	14
0.5	3.9	8	14.5
0.6	3.9	8.1	15
0.7	4	8.1	15.5
0.8	4	8.2	15.9
0.9	4	8.3	16.4
1	4.1	9	17
2	5.4	11.2	20.7
3	6.8	14	24.6
4	8.1	16.4	27.8
5	9.4	18.6	30.6
6	10.8	20.6	33.1
7	12.1	22.4	35.4
8	13.5	24.1	37.5
9	14.8	25.7	39.4
10	16.2	27.3	41.3
20	29.8	42	56.9
30	34.5	50.3	61.3
40	37.8	52.7	64.5
50	40.4	54.6	66.9
60	42.5	56.2	68.9
70	44.3	57.5	70.6
80	45.9	58.6	72
90	47.2	59.6	73.3
100	48.4	60.5	74.5

**Figura 30**

*Curva de valores deducidos-grietas de borde.*



**Tabla 20**

*Datos para valores deducidos – grietas de borde.*

DENSIDAD	GRIETAS DE BORDE VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4	1.2	3.9	7.9
0.5	1.2	4.3	8.2
0.6	1.3	4.6	8.4
0.7	1.4	4.8	8.6
0.8	1.5	5.1	8.8
0.9	1.6	5.3	9
1	1.7	5.5	9.2
2	3.2	7.1	10.7
3	3.4	8.4	12.9
4	3.6	9.5	14.7
5	3.8	10.4	16.2
6	4	11.2	17.6
7	4.3	11.9	18.9
8	4.5	12.6	20.1
9	4.7	13.2	21.2
10	4.9	13.8	22.3
20	7.1	18.4	30.5
30	9.3	21.8	36.7
40	11.5	24.6	41.9
50	13.7	26.9	46.4
60	15.9	29.1	50.4
70			
80			
90			
100			

**Figura 31**

*Curva de valores deducidos-reflexión de juntas.*



**Tabla 21**

*Datos para valores deducidos – reflexión de juntas.*

DENSIDAD	REFLEXIÓN DE JUNTAS VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4		1.6	2.8
0.5		1.8	4
0.6		2	5
0.7		2.1	5.8
0.8		2.3	6.5
0.9		2.5	7.1
1	0.4	2.6	7.1
2	1.1	4.3	11.2
3	1.9	5.9	14.4
4	2.6	7.5	17.3
5	3.3	9.2	19.9
6	4	10.8	22.3
7	4.7	12.5	24.5
8	5.4	14.1	26.7
9	6.1	15.7	28.7
10	6.6	16.6	30.7
20	10.1	26.2	49.5
30	12.9	31.8	59
40	15.3	36.1	63.8
50	17.5	38.1	66.6
60	19.5	39.8	68.9
70	21.5	41.2	70.8
80	23.3	42.2	72.5
90	25	43.5	73.9
100	26.6	44.4	75.3

**Figura 32**

*Curva de valores deducidos-desnivel de calzada.*



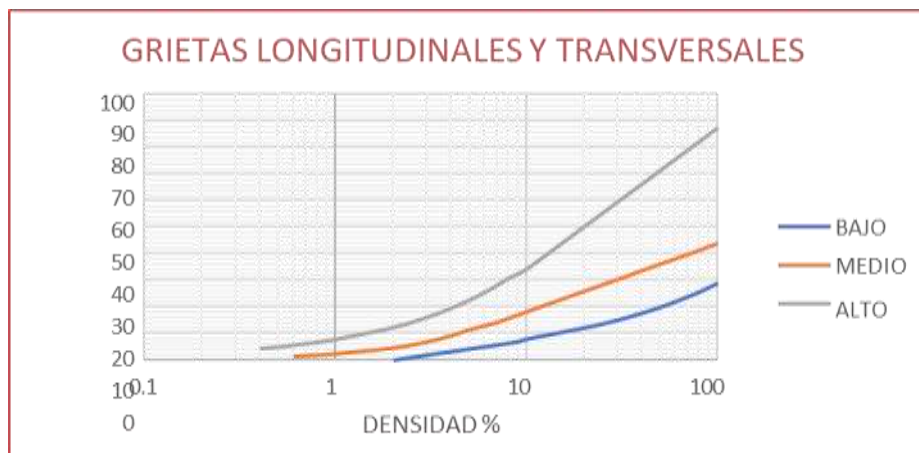
**Tabla 22**

*Datos para valores deducidos – desnivel de calzada.*

DENSIDAD	DESNIVEL DE CALZADA		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1			
2	1.9	3.9	7
3	2.2	4.4	7.8
4	2.5	4.9	8.6
5	2.8	5.4	9.4
6	3.1	5.9	10.2
7	3.4	6.4	11
8	3.7	6.9	11.8
9	4	7.4	12.6
10	4.3	7.9	13.4
20	7.3	12.8	21.5
30	10.3	17.8	29.6
40	13.4	22.7	37.6
50	16.4	27.7	45.7
60			
70			
80			
90			
100			

**Figura 33**

Curva de valores deducidos-grietas longitudinales y transversales.



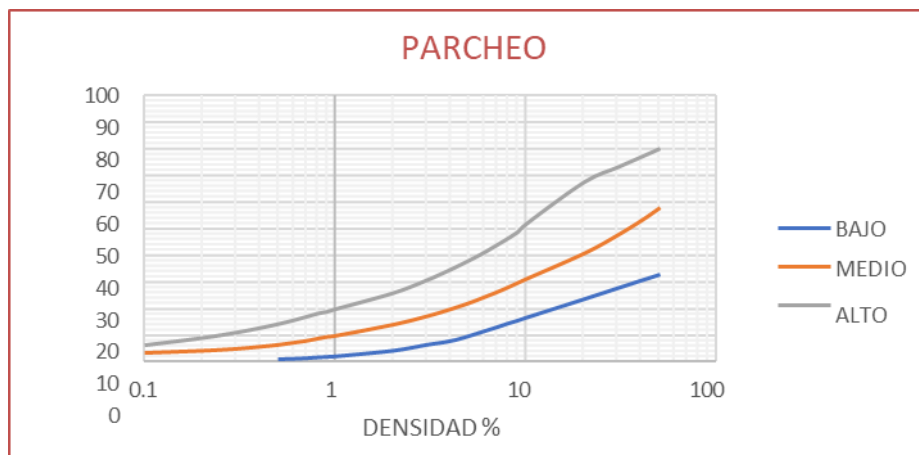
**Tabla 23**

Datos para valores deducidos – grietas longitudinales y transversales.

DENSIDAD	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			4.3
0.5			4.9
0.6		1.4	5.6
0.7		1.7	6.2
0.8		1.9	6.7
0.9		2.1	7.3
1		2.4	7.8
2	0.1	4.6	12.3
3	2	6.9	16.1
4	3.3	9.2	19.5
5	4.3	11.5	22.6
6	5.1	13	25.5
7	5.8	14.3	28.2
8	6.4	15.8	30.8
9	7	17.1	32.5
10	8	18.3	34.3
20	12.2	26.1	50.3
30	15.1	30.6	59.7
40	17.7	33.9	66.3
50	19.9	36.4	71.5
60	22	38.4	75.7
70	23.9	40.1	79.3
80	25.6	41.6	82.3
90	27.3	43	85.1
100	28.9	44.2	87.5

**Figura 34**

*Curva de valores deducidos-paracheo.*



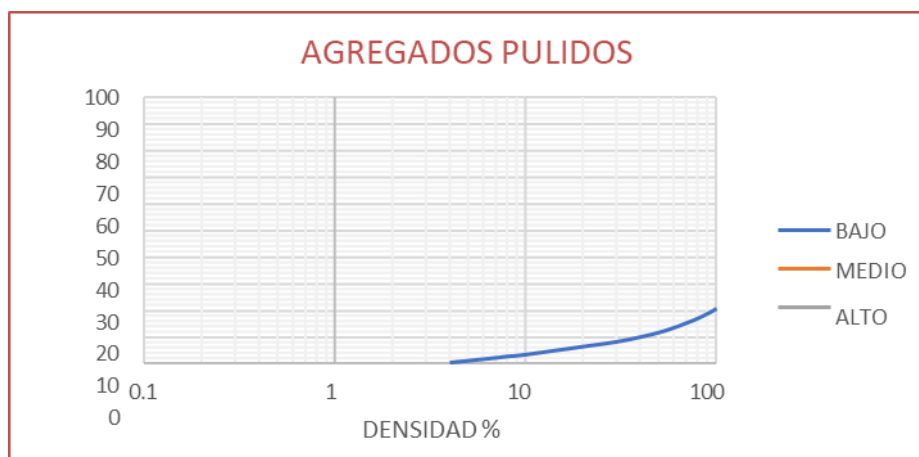
**Tabla 24**

*Datos para valores deducidos – parcheo.*

DENSIDAD	PARCHEO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1		3.7	6.5
0.2		4.5	9.2
0.3		5.2	11.2
0.4		6	12.9
0.5	1.2	6.7	14.4
0.6	1.4	7.5	15.8
0.7	1.6	8.2	17.1
0.8	1.9	9	18.3
0.9	2.1	9.7	19
1	2.3	10.1	20
2	4.4	14.3	26
3	6.6	17.4	30.8
4	8	20.1	34.8
5	9.9	22.4	38.2
6	11.7	24.6	41.2
7	13.2	26.5	44
8	14.6	28.3	46.5
9	15.7	30	48.9
10	16.8	31.5	52
20	23.7	41	67.5
30	27.8	47.9	73.1
40	30.7	53.4	77
50	32.9	58.2	80.1
60			
70			
80			
90			
100			

**Figura 35**

*Curva de valores deducidos-agregados pulidos.*



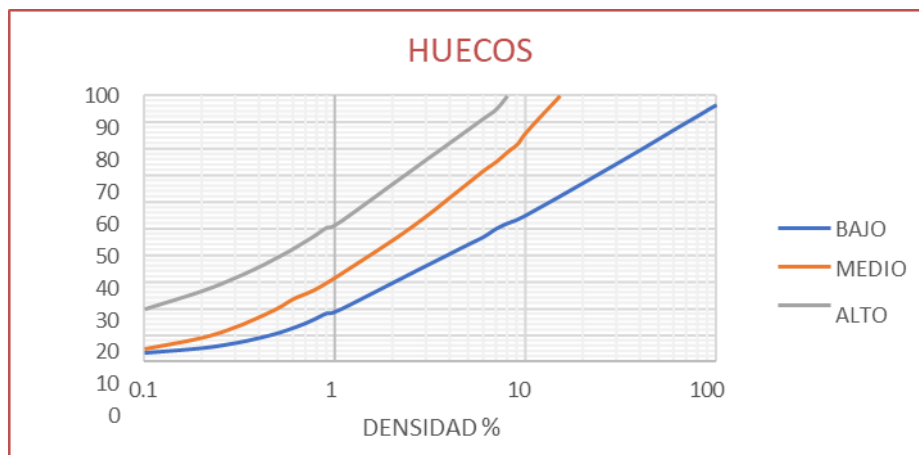
**Tabla 25**

*Datos para valores deducidos – agregados pulidos.*

DENSIDAD	AGREGADOS PULIDOS		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1			
2			
3			
4	0.5		
5	1.2		
6	1.8		
7	2.3		
8	2.8		
9	3.1		
10	3.5		
20	6.5		
30	8.3		
40	10.1		
50	11.8		
60	13.6		
70	15.4		
80	17.1		
90	18.9		
100	20.7		

**Figura 36**

Curva de valores deducidos-huecos.



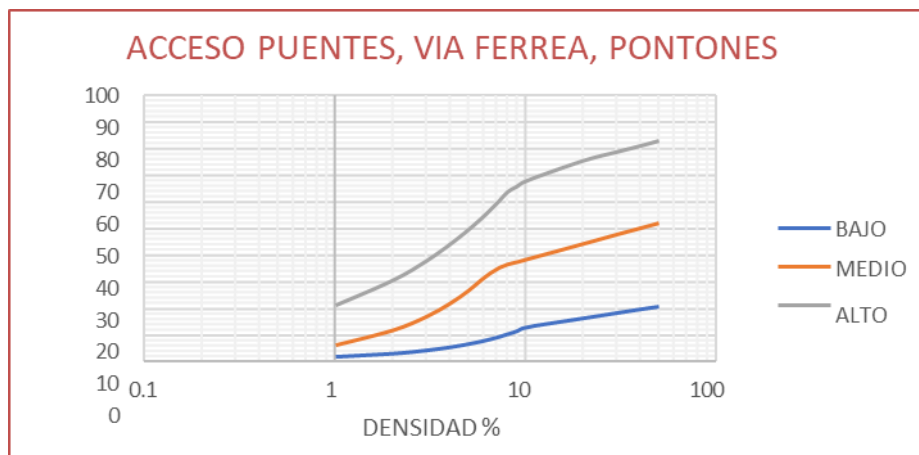
**Tabla 26**

Datos para valores deducidos – huecos.

DENSIDAD	HUECOS		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	3.5	5.2	19.9
0.2	5.3	9.4	26.7
0.3	7.2	13.4	31.7
0.4	9.1	17.2	35.8
0.5	10.9	20.5	39.4
0.6	12.8	23.9	42.5
0.7	14.6	25.9	45.4
0.8	16.5	27.8	48
0.9	18.3	30	50.5
1	18.8	32	51.4
2	29.7	46	66.9
3	36.1	55	76
4	40.6	62.1	82.4
5	44.1	67.6	87.4
6	46.9	72.1	91.5
7	50	75.5	95
8	52	79.1	100
9	53.3	82	
10	55	86.5	
15	62	100	
30	74.3		
40	79.5		
50	83.6		
60	87		
70	89.8		
80	92.2		
90	94.4		
100	96.3		

**Figura 37**

Curva de valores deducidos-acceso puentes, vía férrea, pontones.



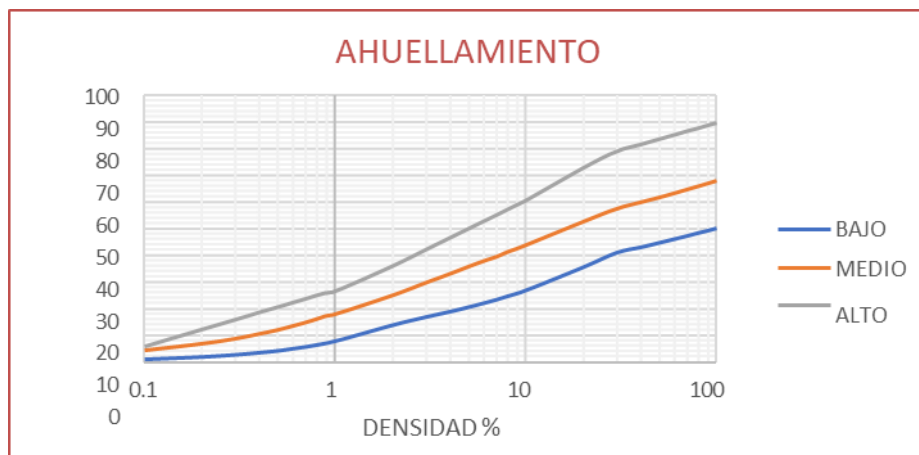
**Tabla 27**

Datos para valores deducidos – acceso puentes, vía férrea, pontones.

DENSIDAD	ACCESO PUENTES, VIA FERREA, PONTONES		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1	2	6.5	21.2
2	3.2	12.1	30.6
3	4.4	17.2	37.9
4	5.6	22.2	44.2
5	6.8	27	49.7
6	8	31.7	54.7
7	9.2	35	59.4
8	10.5	36.8	63.8
9	11.7	37.7	66
10	13.1	38.6	68
20	16.5	44.5	75.6
30	18.5	48	78.9
40	19.9	50.4	81.2
50	20.9	52.3	83.1
60			
70			
80			
90			
100			

**Figura 38**

*Curva de valores deducidos-ahuellamiento.*



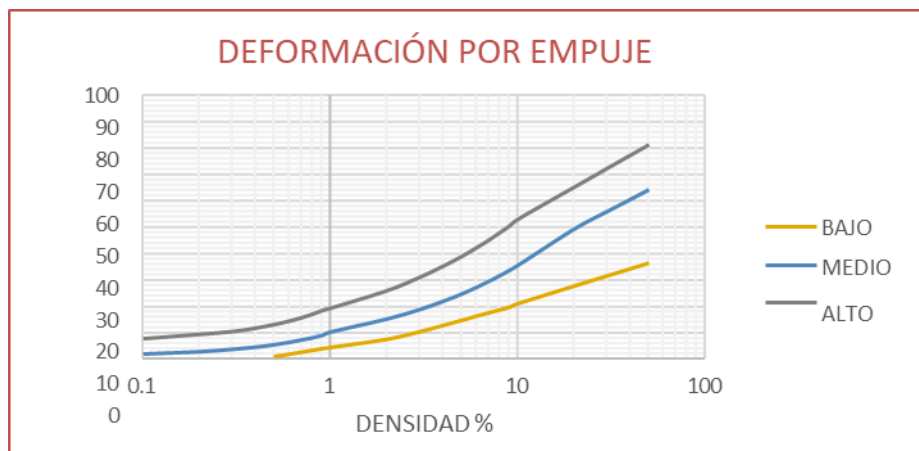
**Tabla 28**

*Datos para valores deducidos – ahuellamiento.*

DENSIDAD	AHUELLAMIENTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	1.1	4.6	6
0.2	2	7.1	12.4
0.3	2.8	9	16.1
0.4	3.6	10.8	18.8
0.5	4.3	12.3	20.8
0.6	5.1	13.8	22.5
0.7	5.8	15.1	23.9
0.8	6.5	16.4	25.2
0.9	7.2	17.6	26.2
1	7.9	18.2	26.7
2	14	25.3	36.2
3	17.1	30.1	42.4
4	19.1	33.4	46.8
5	20.8	36.1	50.2
6	22.3	38.2	53
7	23.6	39.8	55.3
8	24.9	41.6	57.4
9	26	42.9	59.2
10	27.1	44.2	60.8
20	35.9	53	73
30	41.4	57.9	79.3
40	43.4	60.3	81.8
50	45.1	62.1	83.8
60	46.5	63.7	85.4
70	47.7	65.1	86.8
80	48.8	66.3	87.9
90	49.7	67.4	89
100	50.6	68.4	89.9

**Figura 39**

*Curva de valores deducidos-deformación por empuje.*



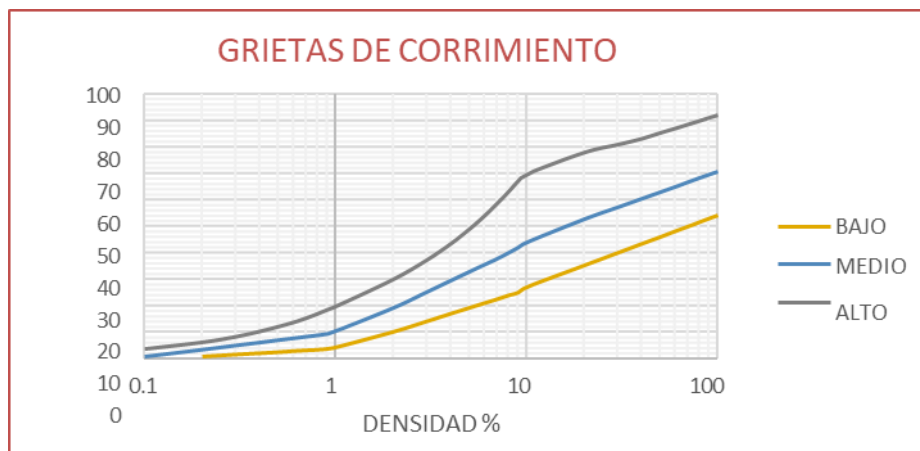
**Tabla 29**

*Datos para valores deducidos – deformación por empuje.*

DENSIDAD	DEFORMACIÓN POR EMPUJE		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1		2.2	8
0.2		3.1	9.63
0.3		4	10.7
0.4		4.8	12
0.5	1.1	5.7	13.3
0.6	2	6.6	14.6
0.7	2.8	7.5	15.9
0.8	3.5	8.3	17.2
0.9	4.1	9.2	18.6
1	4.6	10.5	19.5
2	7.7	15.4	26.1
3	10.6	19	31.2
4	13	22.1	35.4
5	14.9	24.8	39
6	16.5	27.3	42.3
7	17.8	29.6	45.2
8	18.9	31.7	48
9	19.9	33.7	50.5
10	21.3	35.6	53.1
20	28	49.3	65.2
30	31.9	55.9	72.3
40	34.6	60.5	77.3
50	36.8	64.1	81.2
60			
70			
80			
90			
100			

**Figura 40**

*Curva de valores deducidos-grietas de corrimiento.*



**Tabla 30**

*Datos para valores deducidos – grietas de corrimiento.*

DENSIDAD	GRIETAS DE CORRIMIENTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1		1	4
0.2	0.8	3.6	6.5
0.3	1.6	5.2	8.6
0.4	2.1	6.3	10.6
0.5	2.5	7.2	12.4
0.6	2.9	7.9	14
0.7	3.2	8.5	15.6
0.8	3.4	9	17.2
0.9	3.7	9.5	18.7
1	4.3	10.6	20
2	10.2	19.3	30.2
3	14.2	25.3	37.5
4	17.1	29.6	43.6
5	19.3	32.9	49.1
6	21.1	35.6	54.1
7	22.6	37.8	58.8
8	24	40	63.1
9	25.1	42	67.2
10	27.2	44	69.9
20	35.4	52.7	78
30	40.2	57.2	81
40	43.6	60.4	83.2
50	46.2	62.9	85.4
60	48.4	64.9	87.1
70	50.2	66.7	88.6
80	51.8	68.2	89.9
90	53.2	69.5	91.1
100	54.4	70.6	92.1

**Figura 41**

Curva de valores deducidos-hinchamiento.



**Tabla 31**

Datos para valores deducidos – hinchamiento.

DENSIDAD	HINCHAMIENTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1	2.8	14.1	32.5
2	4.4	18.5	37.8
3	5.7	21.8	41.3
4	6.8	24.4	44
5	7.8	26.7	46.2
6	8.7	28.7	48.1
7	9.6	30.5	49.8
8	10.5	32.2	51.3
9	11.3	33.8	52.6
10	12	35.2	53.8
20	18.6	46.4	62.7
30	23.9	54.6	68.5
40			
50			
60			
70			
80			
90			
100			

**Figura 42**

*Curva de valores deducidos-disgregación y desgaste.*



**Tabla 32**

*Datos para valores deducidos – disgregación y desgaste.*

DENSIDAD	DISGREGACIÓN Y DESGASTE		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	0.3	4.4	5.7
0.2	0.4	5.7	8.8
0.3	0.8	6.5	10.6
0.4	1.2	7	11.9
0.5	1.4	7.4	12.9
0.6	1.6	7.8	13.7
0.7	1.7	8.1	14.4
0.8	1.9	8.3	15
0.9	2	8.5	15.5
1	2	8.9	16
2	2.3	10	21
3	2.7	11.2	24.9
4	3	12.3	28.2
5	3.3	13.4	30.9
6	3.7	14.5	33.4
7	4	15.7	35.6
8	4.3	16.8	37.7
9	4.6	17.9	39.6
10	4.6	19	42
20	8	25.3	54.5
30	10	29.9	60.6
40	11.4	33.1	65
50	12.5	35.6	68.4
60	13.4	37.6	71.1
70	14.1	39.3	73.5
80	14.8	40.8	75.5
90	15.3	42.1	77.3
100	15.8	43.3	78.9

**Figura 43**

*Curva de valores corregidos deducidos-pavimentos flexibles.*



**Tabla 33**

*Datos para valores corregidos – Pavimentos flexibles.*

**CORRECIÓN DE LOS VALORES DEDUCIDOS - PAVIMENTOS FLEXIBLES**

VDT	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
0	0						
10	10						
12	12	8					
18	18	12.5	8				
20	20	14	10				
25	25	18	13.5	8			
28	28	20.4	15.6	10.4	8		
30	30	22	17	12	10		



40	40	30	24	19	17		
42	42	31.4	25.4	20.4	18.2	15	15
50	50	37	31	26	23	20	20
60	60	44	38	33	29	26	26
70	70	51	44.5	39	35	32	32
80	80	58	50.5	45	41	38	38
90	90	64	57	51	46	44	44
100	100	71	63	57	52	49	49
110		76	68	62	57	54	54
120		81	73	68	62	59	59
130		86	78.5	73	67	63	63
135		88.5	81.5	75.5	69.5	65	65
140		91	84	78	72	68	67
150		94	88	82	76	72	70
160		98	93	86	81	76	74
166		100	94.8	88.4	83.4	79	75.2
170			96	90	85	81	76
180			99	93	88	84	79
182			100	93.6	88.6	84.8	79.6
190				96	91	88	82
200				98	94	90	84

## ANEXO 03. TABLAS DE CÁLCULO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI (IN SITU)

Figura 44

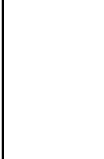
Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-1.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>martes, 10 de junio 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <i>A - 1</i>						
Progresiva: <i>0+000 al 0+024</i>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
FALLAS EXISTENTES		1			5					
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)		10.80		10.50					
MEDIUM	MEDIA (M)		17.60							
HIGH	ALTA (A)		2.64							
TOTAL POR FALLA		0.00	31.04	0.00	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
1	M	9.51%	47.05	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
5	B	3.22%	6.42							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				6						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= 54.97						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	53.47					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	45.03					
				Regular						

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JULIO CESAR FLORES CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de Colección de Colegios del Perú N° 10040

**Figura 45**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-8.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>martes, 10 de junio del 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>A - 8</b>							
Progresiva: <b>0+024</b> al <b>0+192</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo	11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00				
PCI		2.- Exudación	12.- Agregados pulidos							
Clasificación		3.- Agrietamiento en bloque	13.- Huecos							
100-85	Excelente	4.- Elevaciones, hundimientos	14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.							
85-70	Muy bueno	5.- Corrugaciones	15.- Ahuellamiento							
70-55	Bueno	6.- Depresiones	16.- Deformación por empuje							
55-40	Regular	7.- Grietas de borde	17.- Grietas de corrimiento							
40-25	Pobre	8.- Reflexión de juntas	18.- Hinchamiento							
24-10	Muy pobre	9.- Desnivel de calzada	19.- Disgregación y desgaste							
10-00	Colapsado	10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		10			11			3		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)			5.70	5.77	5.51			6.60	
MEDIUM	MEDIA (M)			8.00	20.48				4.06	
HIGH	ALTA (A)			13.00	2.80				8.00	
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	26.70	29.05	5.51	0.00	0.00	18.66	0.00
FALLAS EXISTENTES		12			1			2		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
		312.00			9.40			5.00		
					4.50					
					8.90					
TOTAL POR FALLA		312.00	0.00	0.00	22.80	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
10	A	8.18%	29.80	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
11	B	8.90%	13.80							
11	M	1.69%	12.75							
3	M	5.72%	12.87							
12	B	95.59%	19.18	NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
1	B	6.99%	28.00	7						
2	B	1.53%	0.08	PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= <b>41.80</b>						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	116.48					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	58.20					
				Regular						

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JULIO CESAR FLORES CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N.º 14642 del Registro de Profesionales N.º 15040

**Figura 46**

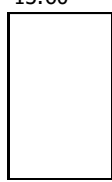
Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-15.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025									
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>					Fecha: <i>martes, 10 de junio del 2025</i>				
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>					Unidad de muestreo: <b>A - 15</b>				
Progresiva: <b>0+192</b> al <b>0+360</b>					Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>				
TIPOS DE FALLA									
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00	
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos				
Clasificación		3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos				
100-85	Excelente	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.				
85-70	Muy bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento				
70-55	Bueno	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje				
55-40	Regular	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento				
40-25	Pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento				
24-10	Muy pobre	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste				
10-00	Colapsado	10.- Grietas long. y transv.							
FALLAS EXISTENTES		13			1			3	
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	A
LOW	BAJA (B)	0.72	0.28		9.00	34.10		1.70	4.05
MEDIUM	MEDIA (M)	0.72				3.75		5.90	
HIGH	ALTA (A)	0.20				7.40		3.60	
TOTAL POR FALLA		1.64	0.28	0.00	9.00	45.25	0.00	11.20	4.05
FALLAS EXISTENTES		16			7				
		B	M	A	B	M	A	B	A
		13.32			2.70	23.78			
TOTAL POR FALLA		13.32	0.00	0.00	2.70	23.78	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV					
13	B	0.50%	11.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
13	M	0.09%	20.00						
1	B	2.76%	5.51						
1	M	13.86%	55.45						
3	B	3.43%	6.86						
3	M	1.24%	4.96	<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b>					
16	B	4.08%	17.00	<b>5</b>					
7	B	0.83%	3.31	<b>PCI = 100 - VDC</b>					
7	M	7.29%	14.57	<b>VALORACIÓN</b>					
				<b>PCI= 36.22</b>					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	138.67				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	63.78				
				<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>					
				<b>Pobre</b>					

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JULIO CESAR FLORES CHURRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. Profesional de Ingeniería N° 10640

**Figura 47**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-22.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>martes, 10 de junio 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>A - 22</b>						
Progresiva: <b>0+360</b> al <b>0+528</b>				Área de muestra (m²): <b>326.40</b>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo				11.- Bacheo		FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60   Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación				12.- Agregados pulidos				
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque				13.- Huecos				
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos				14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.				
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones				15.- Ahuellamiento				
55-40	Regular	6.- Depresiones				16.- Deformación por empuje				
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde				17.- Grietas de corrimiento				
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas				18.- Hinchamiento				
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada				19.- Disgregación y desgaste				
FALLAS EXISTENTES		15			9					13
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	A	
LOW	BAJA (B)	14.50	2.20		36.00			1.20	0.24	
MEDIUM	MEDIA (M)	21.60	1.50					0.80	0.95	
HIGH	ALTA (A)		2.12					0.70		
TOTAL POR FALLA		36.10	5.82	0.00	36.00	0.00	0.00	2.70	1.19	0.00
FALLAS EXISTENTES		7								
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
		0.43	1.00							
		0.84	1.60							
		1.20	2.40							
TOTAL POR FALLA		2.47	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
15	B	11.06%	20.05	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
15	M	1.78%	14.46							
9	B	11.03%	7.22							
13	B	0.83%	18.00							
13	M	0.36%	17.60	<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b>						
7	B	0.76%	1.80	<b>8</b>						
7	M	1.53%	6.86	<b>PCI = 100 - VDC</b>						
				<b>VALORACIÓN</b>						
				<b>PCI= 57.53</b>						
				<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>						
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>				VDT =	85.99					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>				VDC =	42.47		<b>Bueno</b>			

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JULIO CESAR FLORES CHURPA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. Profesional en Ingeniería N° 10040

**Figura 48**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-29.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>martes, 10 de junio del 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>A - 29</b>							
Progresiva: <b>0+528</b> al <b>0+696</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES		
PCI	Clasificación	2.- Exudación			12.- Agregados pulidos			B= 13.60  Lm= 24.00		
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
FALLAS EXISTENTES		15			16			12		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)		35.40		7.20			17.80		
MEDIUM	MEDIA (M)									
HIGH	ALTA (A)									
TOTAL POR FALLA		0.00	35.40	0.00	7.20	0.00	0.00	17.80	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
15	M	10.85%	47.20	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
16	B	2.21%	10.00							
12	B	5.45%	1.83							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				6						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= 63.88						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	59.03					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	36.12		Bueno			

JULIO CESAR FLORES CHURPA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N.º 10454 del C.º Profesional de Ingeniería Civil

**Figura 49**

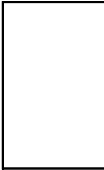
Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-36.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>martes, 10 de junio del 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>A - 36</b>							
Progresiva: <b>0+696</b> al <b>0+864</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
		10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		12			15			16		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)		10.84			18.20		7.00		
MEDIUM	MEDIA (M)					8.25				
HIGH	ALTA (A)					7.80				
TOTAL POR FALLA		0.00	10.84	0.00	0.00	34.25	0.00	7.00	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		11								
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
			1.20							
			2.40							
TOTAL POR FALLA		0.00	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
12	M	3.32%	1.10	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
15	M	10.49%	41.10							
16	B	2.14%	9.98							
11	M	1.10%	10.02							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				6						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= <b>40.88</b>						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	62.20					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	59.12					
				Regular						

*J. Flores Chura*  
 JORGE LUIS FLORES CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 10040

**Figura 50**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-43.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>martes, 10 de junio del 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>A - 43</b>						
Progresiva: <b>0+864</b> al <b>1+032</b>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
FALLAS EXISTENTES		10			13			1		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	6.50			2.20			12.50		
MEDIUM	MEDIA (M)	6.30						33.82		
HIGH	ALTA (A)							13.24		
TOTAL POR FALLA		12.80	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	59.56	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
10	B	3.92%	1.98	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
13	B	0.67%	13.40							
1	B	18.25%	40.00							
				<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b> <b>7</b>						
				<b>PCI = 100 - VDC</b>						
				<b>VALORACIÓN</b> <b>PCI= 48.00</b>						
				<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	55.38					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	52.00					
				<b>Regular</b>						

  
 JULIO CESAR FLORES CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. en el Registro de Ingenieros del Perú N° 10940

**Figura 51**

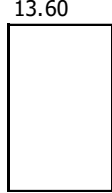
Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-50.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025									
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>					Fecha: <i>martes, 10 de junio del 2025</i>				
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>					Unidad de muestreo: <b>A - 50</b>				
Progresiva: <b>1+032</b> al <b>1+200</b>					Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>				
TIPOS DE FALLA									
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60   Lm= 24.00	
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos				
100-85		3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos				
85-70		4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.				
70-55		5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento				
55-40		6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje				
40-25		7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento				
24-10		8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento				
10-00		9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste				
10-00		10.- Grietas long. y transv.							
FALLAS EXISTENTES		10			7			1	
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	A
LOW	BAJA (B)	13.10			4.00	6.20	1.12	1.76	
MEDIUM	MEDIA (M)	3.00			1.30				
HIGH	ALTA (A)				3.50				
TOTAL POR FALLA		16.10	0.00	0.00	8.80	6.20	1.12	1.76	0.00
FALLAS EXISTENTES		13							
		B	M	A	B	M	A	B	A
		3.00							
TOTAL POR FALLA		3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV					
10	B	4.93%	2.24	<b>19.00</b>					
7	B	2.70%	3.06	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
7	M	1.90%	7.84						
7	A	0.34%	9.00						
1	B	0.54%	6.68						
13	B	0.92%	19.00	<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b>					
				<b>8</b>					
				<b>PCI = 100 - VDC</b>					
				<b>VALORACIÓN</b>					
				<b>PCI = 69.00</b>					
				<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>			<b>VDT =</b>	47.82					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>			<b>VDC =</b>	31.00	<b>Bueno</b>				

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JULIO CESAR FLORES CHUVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. Profesional de Ingeniería N° 10040

**Figura 52**

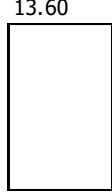
Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-57.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>martes, 10 de junio del 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>A - 57</b>						
Progresiva: <b>1+200</b> al <b>1+368</b>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
FALLAS EXISTENTES		<b>1</b>			<b>11</b>					
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	65.00			79.20					
MEDIUM	MEDIA (M)				13.39					
HIGH	ALTA (A)									
TOTAL POR FALLA		65.00	0.00	0.00	92.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
1	B	19.91%	40.24	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
11	B	28.37%	24.50							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				6						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= <b>47.08</b>						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	64.74					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	52.92					
				Regular						

*J. Flores Chura*  
 JULIO CEBAR FLORES CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de Ingeniería Civil No. 11000

**Figura 53**

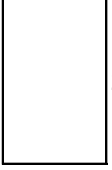
Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-64.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>martes, 10 de junio del 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroe del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>A - 64</b>						
Progresiva: <b>1+368</b> al <b>1+600</b>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo				11.- Bacheo		FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60   Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación				12.- Agregados pulidos				
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque				13.- Huecos				
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos				14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.				
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones				15.- Ahuellamiento				
55-40	Regular	6.- Depresiones				16.- Deformación por empuje				
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde				17.- Grietas de corrimiento				
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas				18.- Hinchamiento				
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada				19.- Disgregación y desgaste				
FALLAS EXISTENTES		6			7					2
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	0.70	1.33		11.50	9.2		13.60	20.02	
MEDIUM	MEDIA (M)					0.86				
HIGH	ALTA (A)					1.54				
TOTAL POR FALLA		0.70	1.33	0.00	11.50	11.60	0.00	13.60	20.02	0.00
FALLAS EXISTENTES										
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
6	B	0.21%	5.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$  <b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b> <b>9</b>  <b>PCI = 100 - VDC</b> <b>VALORACIÓN</b> <b>PCI = 76.80</b>  <b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>						
6	M	0.41%	10.00							
7	B	3.52%	3.50							
7	M	3.55%	9.78							
2	B	4.17%	1.00							
2	M	6.13%	9.84							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =	39.12						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:			VDC =	23.20	<b>Muy bueno</b>					

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JORGE LUIS CORNEJO FLORES CHIRPA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de la Junta de Regulación del Pisco N° 10040

**Figura 54**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-71.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>martes, 10 de junio 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>A - 71</b>						
Progresiva: <b>1+600</b> al <b>1+846</b>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo	11.- Bacheo				FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00			
PCI		2.- Exudación	12.- Agregados pulidos							
Clasificación		3.- Agrietamiento en bloque	13.- Huecos							
100-85	Excelente	4.- Elevaciones, hundimientos	14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.							
85-70	Muy bueno	5.- Corrugaciones	15.- Ahuellamiento							
70-55	Bueno	6.- Depresiones	16.- Deformación por empuje							
55-40	Regular	7.- Grietas de borde	17.- Grietas de corrimiento							
40-25	Pobre	8.- Reflexión de juntas	18.- Hinchamiento							
24-10	Muy pobre	9.- Desnivel de calzada	19.- Disgregación y desgaste							
10-00	Colapsado	10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		11			9			7		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)		4.25			14.00		1.20		
MEDIUM	MEDIA (M)		3.68					2.40		
HIGH	ALTA (A)		5.80					2.80		
TOTAL POR FALLA		0.00	13.73	0.00	0.00	14.00	0.00	6.40	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		17								
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
		14.04								
TOTAL POR FALLA		14.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
11	M	4.21%	20.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
9	M	4.29%	5.60							
7	B	1.96%	3.92							
17	B	4.30%	7.90							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				8						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= <b>68.00</b>						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	37.42					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	32.00					
				<b>Bueno</b>						

  
 JULIO CESAR FLORES CHIRPA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. en la Oficina de Regulación del PVA N° 10040

**Figura 55**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-78.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025									
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>					Fecha: <i>martes, 10 de junio 2025</i>				
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>					Unidad de muestreo: <b>A - 78</b>				
Progresiva: <b>1+846</b> al <b>2+106</b>					Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>				
TIPOS DE FALLA									
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00	
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos				
100-85		3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos				
85-70		4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.				
70-55		5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento				
55-40		6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje				
40-25		7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento				
24-10		8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento				
10-00		9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste				
10-00		10.- Grietas long. y transv.							
FALLAS EXISTENTES		13			18			15	
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	A
LOW	BAJA (B)	0.40			16.40	4.60		1.20	1.20
MEDIUM	MEDIA (M)	0.60			9.20	3.84		2.40	
HIGH	ALTA (A)					2.90		0.40	
TOTAL POR FALLA		1.00	0.00	0.00	25.60	11.34	0.00	4.00	1.20
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
13	B	0.31%	8.70	<b>11.45</b>					
18	B	7.84%	3.40						
18	B	3.47%	11.45						
15	B	1.23%	6.40						
15	A	0.37%	10.02		<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b>				
				<b>9</b>					
				<b>PCI = 100 - VDC</b>					
				<b>VALORACIÓN</b>					
				<b>PCI = 76.55</b>					
				<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>				<b>VDT =</b>	39.97				
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>				<b>VDC =</b>	23.45		<b>Muy bueno</b>		

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JULIO CESAR FLORES CHURPA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de Colegiación Profesional No. 10040

**Figura 56**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-85.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>martes, 10 de junio 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>A - 85</b>						
Progresiva: <b>2+106</b> al <b>2+295</b>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo				11.- Bacheo		FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación				12.- Agregados pulidos				
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque				13.- Huecos				
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos				14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.				
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones				15.- Ahuellamiento				
55-40	Regular	6.- Depresiones				16.- Deformación por empuje				
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde				17.- Grietas de corrimiento				
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas				18.- Hinchamiento				
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada				19.- Disgregación y desgaste				
10-00		10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		16			4			13		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	3.57			6.30					0.36
MEDIUM	MEDIA (M)	5.04								0.20
HIGH	ALTA (A)									
TOTAL POR FALLA		8.61	0.00	0.00	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
16	B	2.64%	11.00	<b>23.40</b>						
4	B	1.93%	6.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
13	A	0.17%	23.40							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				<b>8</b>						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				<b>PCI= 64.60</b>						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	40.40					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	35.40					
				<b>Bueno</b>						

JULIO CÉSAR FLORES CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. en Ingeniería de la Oficina de Prof. N° 10040

**Figura 57**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro A-92.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>martes, 10 de junio del 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>A - 92</b>						
Progresiva: <b>2+295</b> al <b>2+484</b>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo 2.- Exudación 3.- Agrietamiento en bloque 4.- Elevaciones, hundimientos 5.- Corrugaciones 6.- Depresiones 7.- Grietas de borde 8.- Reflexión de juntas 9.- Desnivel de calzada 10.- Grietas long. y transv.			11.- Bacheo 12.- Agregados pulidos 13.- Huecos 14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje. 15.- Ahuellamiento 16.- Deformación por empuje 17.- Grietas de corrimiento 18.- Hinchamiento 19.- Disgregación y desgaste			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		5			3					
Clasificación		B			M			A		
100-85	Excelente		50.40				3.10			
85-70	Muy bueno									
70-55	Bueno									
55-40	Regular									
40-25	Pobre									
24-10	Muy pobre									
10-00	Colapsado									
FALLAS EXISTENTES		5			3					
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)		50.40				3.10			
MEDIUM	MEDIA (M)									
HIGH	ALTA (A)									
TOTAL POR FALLA		0.00	50.40	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
5	B	15.44%	45.08	<b>45.08</b>						
3	B	0.95%	6.64	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
					<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b>					
					<b>6</b>					
					<b>PCI = 100 - VDC</b>					
					<b>VALORACIÓN</b>					
					<b>PCI= 44.92</b>					
					<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>				<b>VDT =</b>	51.72					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>				<b>VDC =</b>	55.08	<b>Regular</b>				

JULIO CESAR FLORES CHURA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. N.º 14544 de la Oficina de Registro de Valores N.º 10040

## ANEXO 04. TABLAS DE CÁLCULO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI (FOTOGRAMETRÍA)

Figura 58

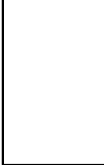
Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-1.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>viernes, 13 de junio 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>B - 1</b>							
Progresiva: <b>0+000</b> al <b>0+024</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI	Clasificación	2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
FALLAS EXISTENTES		1			5					
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)		10.74		10.45					
MEDIUM	MEDIA (M)		17.55							
HIGH	ALTA (A)		2.57							
TOTAL POR FALLA		0.00	30.86	0.00	10.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
1	M	9.45%	46.50	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
5	B	3.20%	6.25							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				6						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= 55.48						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =	52.75						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:			VDC =	44.53		Regular				

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
JORGE LUIS CORNEJO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. N° 10444 de la Oficina de Reg. N° 10444

**Figura 59**


Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-8.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>viernes, 13 de junio 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>B - 8</b>							
Progresiva: <b>0+024</b> al <b>0+192</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo	11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00				
PCI	Clasificación	2.- Exudación	12.- Agregados pulidos							
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque	13.- Huecos							
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos	14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.							
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones	15.- Ahuellamiento							
55-40	Regular	6.- Depresiones	16.- Deformación por empuje							
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde	17.- Grietas de corrimiento							
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas	18.- Hinchamiento							
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada	19.- Disgregación y desgaste							
FALLAS EXISTENTES		<b>10</b>			<b>11</b>					<b>3</b>
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	A	
LOW	BAJA (B)			5.74	5.84	5.50		6.50		
MEDIUM	MEDIA (M)			8.15	20.50			4.10		
HIGH	ALTA (A)			13.20	2.80			8.10		
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	27.09	29.14	5.50	0.00	0.00	18.70	0.00
FALLAS EXISTENTES		<b>12</b>			<b>1</b>			<b>2</b>		
		B	M	A	B	M	A	B	A	
		320.00			9.50			5.00		
					4.40					
					9.00					
TOTAL POR FALLA		320.00	0.00	0.00	22.90	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
10	A	8.30%	29.90	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
11	B	8.93%	14.00							
11	M	1.69%	13.10							
3	M	5.73%	13.00	NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
12	B	98.04%	19.80	7						
1	B	7.02%	29.40	PCI = 100 - VDC						
2	B	1.53%	0.08	VALORACIÓN						
				PCI= 40.52						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	119.28		Regular			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	59.48					

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JORGE LUIS CORNEJO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 10040

**Figura 60**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-15.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>viernes, 13 de junio 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>B - 15</b>						
Progresiva: <b>0+192</b> al <b>0+360</b>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
10-00		10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		13			1			3		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	0.80	0.30		9.00	34.20		1.80	4.10	
MEDIUM	MEDIA (M)	0.80				4.00		6.00		
HIGH	ALTA (A)	0.20				7.50		3.60		
TOTAL POR FALLA		1.80	0.30	0.00	9.00	45.70	0.00	11.40	4.10	0.00
FALLAS EXISTENTES		16			7					
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
		13.40			2.80	23.80				
TOTAL POR FALLA		13.40	0.00	0.00	2.80	23.80	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
13	B	0.55%	12.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
13	M	0.09%	20.00							
1	B	2.76%	5.51							
1	M	14.00%	52.40	<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b>						
3	B	3.49%	4.90	<b>5</b>						
3	M	1.26%	4.00	<b>PCI = 100 - VDC</b>						
16	B	4.11%	17.30	<b>VALORACIÓN</b>						
7	B	0.86%	3.10	<b>PCI= 39.60</b>						
7	M	7.29%	11.90	<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	131.11					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	60.40					
					<b>Pobre</b>					

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JULIO CESAR FLORES CHURPA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N° 14544 de la Oficina de Registro de Valores N° 10040

**Figura 61**


Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-22.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>viernes, 13 de junio 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>B - 22</b>							
Progresiva: <b>0+360</b> al <b>0+528</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85		3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70		4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55		5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40		6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25		7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10		8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00		9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
10-00		10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		15			9			13		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	14.44	2.18		36.20			1.26	0.30	
MEDIUM	MEDIA (M)	21.56	1.48					0.84	0.90	
HIGH	ALTA (A)		2.10					0.60		
TOTAL POR FALLA		36.00	5.76	0.00	36.20	0.00	0.00	2.70	1.20	0.00
FALLAS EXISTENTES		7								
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
		0.48	1.00							
		0.85	1.60							
		1.22	2.50							
TOTAL POR FALLA		2.55	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
15	B	11.03%	20.20	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
15	M	1.76%	14.60							
9	B	11.09%	7.00							
13	B	0.83%	18.00							
13	M	0.37%	17.68	<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b>						
7	B	0.78%	1.84	<b>8</b>						
7	M	1.56%	7.12	<b>PCI = 100 - VDC</b>						
				<b>VALORACIÓN</b>						
				<b>PCI= 57.11</b>						
				<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>						
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>				<b>VDT =</b>	86.44					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>				<b>VDC =</b>	42.89		<b>Bueno</b>			

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JORGE LUIS CORNEJO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N.º 12345 del Registro Profesional N.º 12345

**Figura 62**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-29.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>viernes, 13 de junio 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>B - 29</b>						
Progresiva: <b>0+528</b> al <b>0+696</b>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
10-00		10.- Grietas long. y transv.			19.- Disgregación y desgaste					
FALLAS EXISTENTES		15			16			12		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)		35.42		7.00			17.78		
MEDIUM	MEDIA (M)									
HIGH	ALTA (A)									
TOTAL POR FALLA		0.00	35.42	0.00	7.00	0.00	0.00	17.78	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
15	M	10.85%	48.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
16	B	2.14%	9.96							
12	B	5.45%	1.95							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				6						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= 63.42						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	59.91					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	36.58					
				Bueno						

  
 JULIO CESAR FLORES CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N.º 14693 del Colegio de Ingenieros del Perú N.º 19840

**Figura 63**

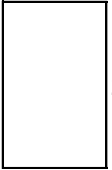
Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-36.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>viernes, 13 de junio del 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>B - 36</b>						
Progresiva: <b>0+696</b> al <b>0+864</b>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
10-00		10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		12			15			16		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)		10.90			18.24		7.10		
MEDIUM	MEDIA (M)					8.30				
HIGH	ALTA (A)					8.00				
TOTAL POR FALLA		0.00	10.90	0.00	0.00	34.54	0.00	7.10	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		11								
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
			1.30							
			2.46							
TOTAL POR FALLA		0.00	3.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
12	M	3.34%	1.10	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
15	M	10.58%	43.20							
16	B	2.18%	10.00							
11	M	1.15%	10.05							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				6						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= 46.80						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	64.35					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	53.20					
				Regular						

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JULIO CESAR FLORES CHUVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N° 14642 del Registro de Profesionales del Perú N° 15040

**Figura 64**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-43.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>				Fecha: <i>viernes, 13 de junio del 2025</i>						
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>				Unidad de muestreo: <b>B - 43</b>						
Progresiva: <b>0+864</b> al <b>1+032</b>				Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>						
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
10-00		10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		10			13			1		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	6.40			2.15			12.40		
MEDIUM	MEDIA (M)	6.20						33.60		
HIGH	ALTA (A)							12.15		
TOTAL POR FALLA		12.60	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	58.15	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
10	B	3.86%	1.98	<b>39.60</b>						
13	B	0.66%	14.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
1	B	17.82%	39.60							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				<b>7</b>						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				<b>PCI= 48.40</b>						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	55.58					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	51.60					
				<b>Regular</b>						

*J. Flores Chura*  
 JULIO CESAR FLORES CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N° 14643 del Colegio de Ingenieros N° 10040

**Figura 65**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-50.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>viernes, 13 de junio del 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>B - 50</b>							
Progresiva: <b>1+032</b> al <b>1+200</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
Clasificación		3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
100-85	Excelente	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
85-70	Muy bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
70-55	Bueno	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
55-40	Regular	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
40-25	Pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
24-10	Muy pobre	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
10-00	Colapsado	10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		10			7			1		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	13.20			4.00	6.24	1.20	1.80		
MEDIUM	MEDIA (M)	3.00			1.50					
HIGH	ALTA (A)				3.60					
TOTAL POR FALLA		16.20	0.00	0.00	9.10	6.24	1.20	1.80	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		13								
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
		3.00								
TOTAL POR FALLA		3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
10	B	4.96%	4.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
7	B	2.79%	3.00							
7	M	1.91%	7.90							
7	A	0.37%	9.40							
1	B	0.55%	7.00	NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
13	B	0.92%	19.40	8						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI = 68.60						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	50.70					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	31.40					
				<b>Bueno</b>						

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JORGE LUIS CORNEJO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de la Oficina de Investigación N° 10040

**Figura 66**

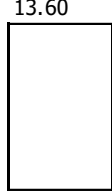
Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-57.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>viernes, 13 de junio del 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>B - 57</b>							
Progresiva: <b>1+200</b> al <b>1+368</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI	Clasificación	2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
FALLAS EXISTENTES		1			11					
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	64.80			79.00					
MEDIUM	MEDIA (M)				13.36					
HIGH	ALTA (A)									
TOTAL POR FALLA		64.80	0.00	0.00	92.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
1	B	19.85%	41.00	<b>41.00</b>						
11	B	28.30%	25.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
				<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b>						
				<b>6</b>						
				<b>PCI = 100 - VDC</b>						
				<b>VALORACIÓN</b>						
				<b>PCI= 46.20</b>						
				<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	66.00					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	53.80		<b>Regular</b>			

JULIO CESAR FLORES CHURA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 15040

**Figura 67**


Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-64.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>viernes, 13 de junio del 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>B - 64</b>							
Progresiva: <b>1+368</b> al <b>1+600</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
FALLAS EXISTENTES		6			7					
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	0.80	1.40		12.00	9.20		13.60	20.00	
MEDIUM	MEDIA (M)					0.90				
HIGH	ALTA (A)					1.60				
TOTAL POR FALLA		0.80	1.40	0.00	12.00	11.70	0.00	13.60	20.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
6	B	0.25%	5.10	<b>10.00</b>						
6	M	0.43%	10.00							
7	B	3.68%	4.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
7	M	3.58%	10.00							
2	B	4.17%	1.10	<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b>						
2	M	6.13%	10.00							
				<b>9</b>						
				<b>PCI = 100 - VDC</b>						
				<b>VALORACIÓN</b>						
				<b>PCI= 76.80</b>						
				<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>						
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>				<b>VDT =</b>	40.20					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>				<b>VDC =</b>	23.20					
				<b>Muy bueno</b>						

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JORGE LUIS CORNEJO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 10040

**Figura 68**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-71.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>viernes, 13 de junio del 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>B - 71</b>							
Progresiva: <b>1+600</b> al <b>1+846</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
10-00		10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		11			9			7		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)		4.35			14.20		1.35		
MEDIUM	MEDIA (M)		3.74					2.50		
HIGH	ALTA (A)		5.82					2.90		
TOTAL POR FALLA		0.00	13.91	0.00	0.00	14.20	0.00	6.75	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		17								
		B	M	A	B	M	A	B	M	A
		14.20								
TOTAL POR FALLA		14.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
11	M	4.26%	20.10	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
9	M	4.35%	6.10							
7	B	2.07%	4.16							
17	B	4.35%	8.10							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				8						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= 67.90						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	38.46		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	32.10					

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JORGE LUIS CORNEJO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de la Oficina de Investigación N° 10040

**Figura 69**

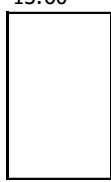
Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-78.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesisista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>viernes, 13 de junio 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>B - 78</b>							
Progresiva: <b>1+846</b> al <b>2+106</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
Clasificación		3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
100-85	Excelente	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
85-70	Muy bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
70-55	Bueno	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
55-40	Regular	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
40-25	Pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
24-10	Muy pobre	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
10-00	Colapsado	10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		13			18			15		
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	0.30			16.38	4.50		1.14		1.00
MEDIUM	MEDIA (M)	0.58			9.15	3.80		2.30		
HIGH	ALTA (A)					2.80		0.38		
TOTAL POR FALLA		0.88	0.00	0.00	25.53	11.10	0.00	3.82	0.00	1.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
13	B	0.27%	9.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
18	B	7.82%	4.00							
18	M	3.40%	12.00							
15	B	1.17%	6.80	NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
15	A	0.31%	4.00	9						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI = 75.19						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =	35.80						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:			VDC =	24.81		Muy bueno				

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JORGE LUIS CORNEJO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. al Colegio de Ingenieros del Perú N° 10040

**Figura 70**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-85.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>viernes, 13 de junio 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>B - 85</b>							
Progresiva: <b>2+106</b> al <b>2+295</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <b>326.40</b>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
100-85	Excelente	3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
85-70	Muy bueno	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
70-55	Bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
55-40	Regular	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
40-25	Pobre	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
24-10	Muy pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
10-00	Colapsado	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
FALLAS EXISTENTES		16			4					
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)	3.60			6.40					0.40
MEDIUM	MEDIA (M)	5.10								0.30
HIGH	ALTA (A)									
TOTAL POR FALLA		8.70	0.00	0.00	6.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
16	B	2.67%	11.10	24.00						
4	B	1.96%	6.20	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
13	A	0.21%	24.00							
				NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS						
				8						
				PCI = 100 - VDC						
				VALORACIÓN						
				PCI= <b>64.00</b>						
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	41.30					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:				VDC =	36.00					
				Bueno						

  
 JULIO CESAR FLORES CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. Nº 14563 del Colegio de Ingenieros del Perú

**Figura 71**

Procesamiento de datos de la unidad de muestro B-92.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025										
Tesista: <i>Bach. JORGE LUIS CORNEJO FLORES</i>			Fecha: <i>viernes, 13 de junio 2025</i>							
Dirección: <i>Av. Héroes del Pacífico – Av. Independencia</i>			Unidad de muestreo: <b>B - 92</b>							
Progresiva: <b>2+295</b> al <b>2+484</b>			Área de muestra (m <sup>2</sup> ): <i>326.40</i>							
TIPOS DE FALLA										
Rango de calificación del PCI		1.- Piel de cocodrilo			11.- Bacheo			FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES  B= 13.60  Lm= 24.00		
PCI		2.- Exudación			12.- Agregados pulidos					
Clasificación		3.- Agrietamiento en bloque			13.- Huecos					
100-85	Excelente	4.- Elevaciones, hundimientos			14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.					
85-70	Muy bueno	5.- Corrugaciones			15.- Ahuellamiento					
70-55	Bueno	6.- Depresiones			16.- Deformación por empuje					
55-40	Regular	7.- Grietas de borde			17.- Grietas de corrimiento					
40-25	Pobre	8.- Reflexión de juntas			18.- Hinchamiento					
24-10	Muy pobre	9.- Desnivel de calzada			19.- Disgregación y desgaste					
10-00	Colapsado	10.- Grietas long. y transv.								
FALLAS EXISTENTES		5			3					
NIVEL DE SEVERIDAD		B	M	A	B	M	A	B	M	A
LOW	BAJA (B)		50.00				3.10			
MEDIUM	MEDIA (M)									
HIGH	ALTA (A)									
TOTAL POR FALLA		0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00
FALLAS EXISTENTES		B	M	A	B	M	A	B	M	A
TOTAL POR FALLA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	HDV						
5	M	15.32%	44.20	<b>44.20</b>						
3	A	0.95%	6.00	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
				<b>NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS</b>						
				<b>6</b>						
				<b>PCI = 100 - VDC</b>						
				<b>VALORACIÓN</b>						
				<b>PCI = 45.80</b>						
				<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>						
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>				<b>VDT =</b>	50.20					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>				<b>VDC =</b>	54.20					
				<b>Regular</b>						

*Jorge Luis Cornejo Flores*  
 JULIO CEBAR FLORES CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de Ingeniería y Arquitectura N° 10940

**ANEXO 05. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA  
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN  
LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE  
JULIACA**

SOLICITO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR  
EVALUACIÓN SUPERFICIAL AL PAVIMENTO  
FLEXIBLE EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN  
OESTE.

SEÑOR GERENTE DE INFRAESTRUCTURA DE LA MUNICIPALIDAD  
PROVINCIAL DE SAN ROMAN.

Yo, JORGE LUIS CORNEJO FLORES, bachiller en Ingeniería Civil,  
identificado con DNI N°70126147 domiciliado en Av. Manuel Núñez Butrón  
N°900, con el debido respeto me presento y expongo:

Recurso a su respetable despacho, a fin de solicitar la AUTORIZACIÓN  
para realizar la EVALUACIÓN por medio de AUSCULTACION VISUAL de  
manera in situ y con dron, por el MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL  
PAVIMENTO, los días 10-11-12-13 de junio del presente año a la Av.  
Circunvalación Oeste del distrito de Juliaca, provincia San Román, departamento  
de Puno, teniendo como extensión 2.4kmde referencia desde el óvalo salida a  
Cusco hasta el óvalo de la salida Arequipa a un costado del parque del triciclista,  
datos que requiero para culminar mi trabajo de investigación (tesis).

Cabe precisar que dicha intervención de recolección de datos no  
ocasionara daños al pavimento flexible, funcionalmente ni estructuralmente.

Por lo expuesto:

Ruego a usted acceder a mi petición:



Juliaca, 05 de junio del 2025

BACH. JORGE LUIS CORNEJO FLORES

DNI:70126147

## ANEXO 06. CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD DE DRONE

## CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD N°LLA-34132024

**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.**

- ✓ Por medio del cierre angular en directa a través del colimador Zigma Ingeniería Y Construcción, a través de su servicio técnico CERTIFICA que el equipo en mención:

**DATOS DEL EQUIPO**

**MARCA** : DJI  
**MODELO** : MAVIC 2 PRO  
**SERIE** : 124CF9VRDA2SEP  
**AÑO DE FABRICACIÓN** : 2022



- ✓ Se constata que el equipo en mención cumple con las especificaciones indicadas por el fabricante, luego de haber realizado su inspección física y de funcionalidad, verificando la precisión y la calidad de señal recibida, el equipo cumple con las especificaciones técnicas y se encuentra dentro de los límites de tolerancia establecidos por el fabricante y las normativas aplicables

**CÁMARA:**

Frecuencia de operación : 2.400 - 2.483 GHz / 5.725 - 5.850 GHz  
Software de control : DJI Pilot 2 v2.5.1  
Sensor : CMOS de 1" pixeles efectivos 20M  
Lente : FOV 84° 8.8m.m (eq de 35mm)

**CONTROL REMOTO:**

Frecuencia de operación : 2400-2.483ghZ  
Potencia de transmisor : FCC:26Sbm, CE 17 Sbm

**OTROS:**

COMPONENTE EVALUADO	RESULTADO	TOLERANCIA	ESTADO
IMU (aceleración)	0.00098 g	± 0.001 g	Conforme
GNSS RTK (precisión estática)	± 1.5 cm	≤ ± 2 cm	Conforme
Barómetro (altitud)	± 0.3 m	≤ ± 0.5 m	Conforme
Brújula (orientación)	± 0.6°	≤ ± 1°	Conforme

- ✓ Zigma Ingeniería y Construcción, ha registrado la calibración en nuestro servicio técnico el 10-11-2024, sugiriéndose una recalibración en un periodo máximo de 12 meses, para la renovación del certificado de operatividad, por lo demás no se detectaron anomalías en el desempeño de los sensores. El software fue actualizado y reiniciado al finalizar la calibración. Prueba de vuelo realizada: OK.

<b>FECHA DE VERIFICACIÓN</b>	10/11/2024
<b>FECHA DE VENCIMIENTO</b>	10/11/2025

- ✓ La validez de este certificado es de 1 año.
- ✓ Este certificado es válido únicamente para el dron mencionado anteriormente y no es transferible.
- ✓ Se otorga este certificado en testimonio de la calidad y confiabilidad del dron DJI MAVIC 2 PRO

<b>PROPIETARIO</b>	<b>RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN</b>
MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.	ZIGMA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.R.L.
RUC: 20602295533	RUC:20609033623

Puno, 10 de noviembre del 2024

## ANEXO 07. PANEL FOTOGRÁFICO IN SITU

**Figura 72**

*Estado del pavimento flexible in situ-grietas.*



**Figura 73**

*Estado del pavimento flexible in situ-huecos.*



**Figura 74**

*Estado del pavimento flexible in situ-hueco.*



**Figura 75**

*Estado del pavimento flexible in situ-grietas*



**Figura 76**

*Estado del pavimento flexible in situ-ahuellamiento.*



**Figura 77**

*Estado del pavimento flexible in situ-hueco, material excedente.*



**Figura 78**

*Estado del pavimento flexible in situ-grietas long. y transv.*



**Figura 79**

*Estado del pavimento flexible in situ-piel de cocodrilo-ahuellamiento.*



**Figura 80**

*Estado del pavimento flexible in situ-piel de cocodrilo.*



**Figura 81**

*Estado del pavimento flexible in situ-grietas de corrimiento.*



**Figura 82**

*Dron Dji Mavic 2 pro*



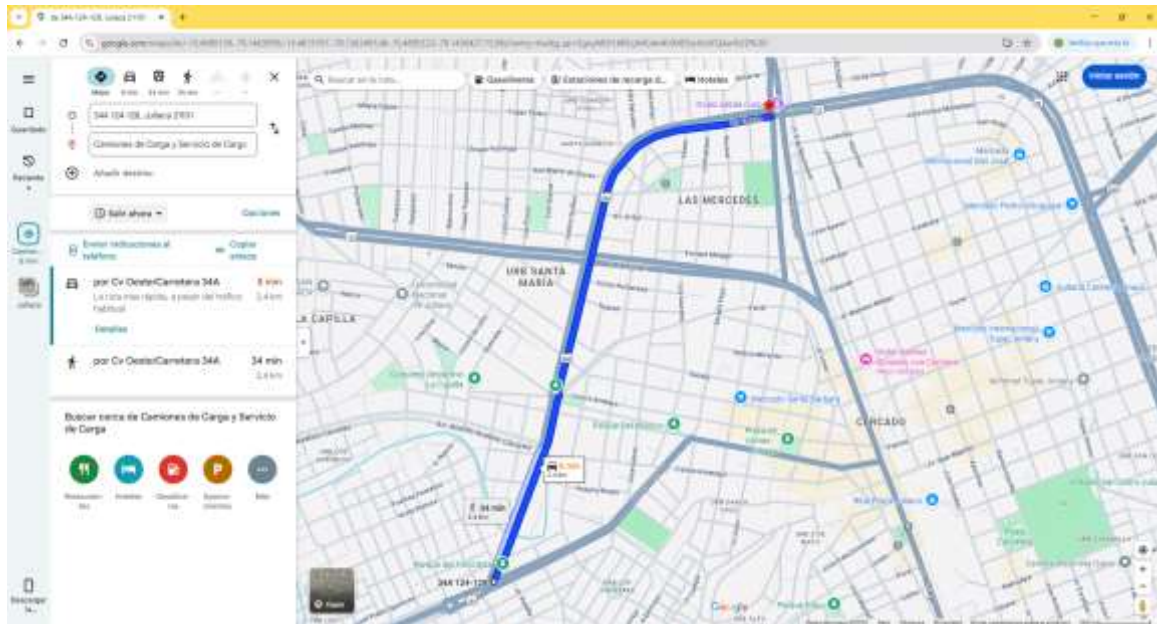
**Figura 83**

*Aplicación Dji pilot programación de recorrido*



**Figura 84**

*Referencia de vía evaluada*



**Figura 85**

*Procesamiento y uso de fotogrametría con gabinete.*



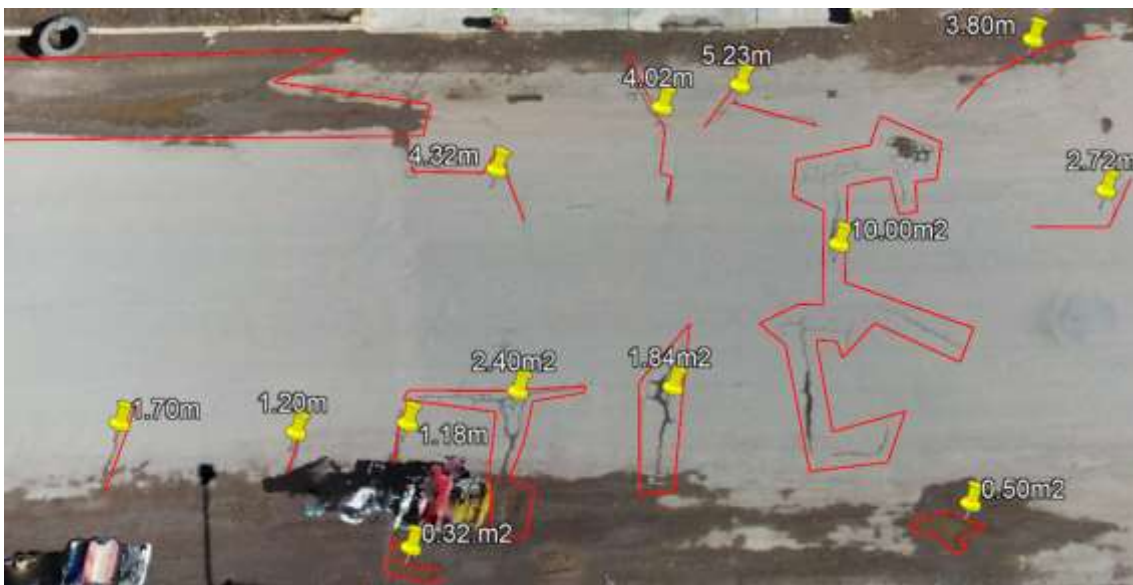
**Figura 86**

*Procesamiento y uso de fotogrametría con gabinete.*



**Figura 87**

*Procesamiento y uso de fotogrametría con gabinete.*





ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 10 - 06 - 2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos:	<u>JORGE LUIS CORNEJO FLORES</u>		
Dirección:	<u>AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON N° 900</u>		
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:	<u>70126147</u>		
Teléfono:	<u>955806262</u>		
email:	<u>lorlucorcf@gmail.com</u>		
Nombres y Apellidos:	_____		
Dirección:	_____		
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:	_____		
Teléfono:	_____		
email:	_____		
Facultad y/o Escuela de Posgrado:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS</u>		
Escuela Profesional o Mención:	<u>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</u>		
Título o Grado Académico a optar:	<u>INGENIERO CIVIL</u>		
Asesor:	<u>Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES</u>		
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:			
Trabajo de Investigación <input type="checkbox"/>	Tesis <input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional <input type="checkbox"/>	Trabajo Académico <input type="checkbox"/>
Título:	<u>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y EL USO DE FOTOGRAMETRÍA EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN OESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA 2025</u>		
Palabras claves, (3 a 5 términos):	<u>Fotogrametría, evaluación de pavimentos, PCI.</u>		
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup> ?	<u>1</u>		

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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

10 - 06 - 2026

Fecha