



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



**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE  
SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPUCO –  
MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA  
DE LAMPA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO CIVIL**

JULIACA - PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPUCO – MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

**PRIMER MIEMBRO**

:

Mgr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

Mgr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

**ASESOR DE TESIS**

:

Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17**



**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 955-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 06 de setiembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 12093 presentado por el (la) Bachiller: **FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO** 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. **FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPUCO - MOSOJTICA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**, 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. EFRAIN PARILLO SOSA
- \* **1er Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- \* **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la propuesta de 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 el (la) bachiller: **FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPUCO - MOSOJTICA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 12 de setiembre del 2024
- \* **HORA** : 14:00 p.m.
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

cc.  
Archivo  
interesado (a)



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

Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 514-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 28 de junio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-P-0931 por el o (la) Bachiller: **FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO – N° 446 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 101- 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el o (la) Bachiller: **FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPICO - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**, 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 **Mgtr. 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° 101- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPICO - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**, 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 o (la) Bachiller: **FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPICO - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO** 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

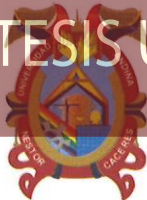
Dr. MILTON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



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

Dr. Efraim Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 218-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 25 de abril del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 2785, presentado por el señor (a) **FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N°158 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, v la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 90 -2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: **FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPUCO - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**, 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 **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 90 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPUCO - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPUCO - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO** 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. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

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

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPUCO – MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

### INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	va.mite.gov.it Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1%




### Metadatos Complementarios UANCV



<b>Título de la tesis</b>	
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPUCO – MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71348685
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0005-4603-5166">https://orcid.org/0009-0005-4603-5166</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	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01316765
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú  Departamento: Puno  Provincia: Lampa  Distrito: Palca</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Latitud: S 15° 14' 12''</li> <li>- Longitud: O 70° 35' 50''</li> </ul>  <p><a href="https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1vE SP2iZBvezwxRMJiNF22VfQsZaVlqM&amp;usp=s haring">https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1vE SP2iZBvezwxRMJiNF22VfQsZaVlqM&amp;usp=s haring</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2024 – Junio 2024
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>Ingeniería del transporte <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05</a></p> <p>Geotecnia <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.02">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.02</a></p> <p>Ingeniería civil <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p>



*Dr. Efraín Pañillo Sosa*  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo Fredy Romualdo Hamari Chalco, identificado con DNI Nro. 70056225, en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Civil

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

“Evaluación de la condición superficial y nivel de servicio del camino vecinal central Humpuco - Mogotika del distrito de Palca provincia de Lampa región Puno”

Asesorado por: Mgtr: Franz Joseph Barahona Perales

Es un tema original.

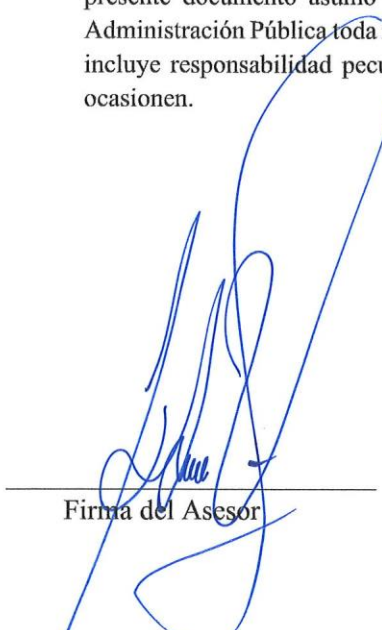
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, 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 21 de octubre del 2024

  
Firma del Asesor

  
Firma del Estudiante



Huella



## DEDICATORIA

Dedico esta presente investigación, primeramente, a Dios por permitirme llegar hasta este momento de mi formación profesional. A mi Madre Lucila Challo Chata, por ser el pilar más importante de este camino y también darme siempre su cariño incondicional, motivándome en los momentos más complicados. A mi padre Ricardo Mamani Altamirano por haberme impulsado y apoyado en mi carrera profesional para culminar satisfactoriamente. A mi compañera de vida Yesenia L. M. A. quien me incentiva a seguir adelante.



## AGRADECIMIENTO

“La Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, en su Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras, asume la importante responsabilidad de mantener y mejorar su liderazgo en la educación a través de la constante mejora de la calidad de los servicios. Además, muestra apertura y apoyo a los estudiantes, y agradece a los docentes por su esfuerzo y dedicación. También se extiende un agradecimiento especial a los miembros del jurado por su tiempo y apoyo en la culminación de nuestras tesis. Reconocemos a todas las personas que han sido parte de nuestra vida profesional, ya sea presente o en nuestros recuerdos, y les expresamos nuestro agradecimiento por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía. A todos ellos: ¡Muchas gracias y que Dios los bendiga!”.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN .....	xiii

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Formulación del problema.....	1
1.2	Planteamiento del problema .....	2
1.2.1	Problema general .....	3
1.2.2	Problemas específicos.....	3
1.3	Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1	Objetivos generales.....	3
1.3.2	Objetivos específicos .....	3
1.4	Justificación del estudio .....	4
1.4.1	Justificación técnica.....	4
1.4.2	Justificación económica.....	5



1.4.3	Justificación social.....	5
1.4.4	Justificación ambiental .....	6
1.5	Hipótesis.....	7
1.5.1	Hipótesis general .....	7
1.5.2	Hipótesis específicos .....	7
1.5.3	Variables.....	8

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación .....	9
2.1.1	Antecedentes internacionales .....	9
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	10
2.1.3	Antecedentes locales.....	13
2.2	Marco teórico .....	15
2.2.1	Definición de carreteras no pavimentadas.....	15
2.2.2	Rugosidad.....	20
2.2.3	Serviciabilidad .....	38
2.2.4	Niveles de servicio.....	42

## CAPÍTULO III

### METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Categoría y nivel de investigación .....	45
3.2	Diseño de la investigación.....	46



3.3	Descripción del ámbito de estudio de la investigación .....	47
3.3.1	Ubicación.....	47
3.4	Población y muestra .....	51
3.4.1	Población .....	51
3.4.2	Muestra .....	51
3.5	Técnicas, fuentes e instrumentos de investigación para la recopilación de datos .	51
3.6	Autenticidad y confiabilidad del instrumento .....	52
3.7	Plan de recopilación y procesamiento de datos.....	53
3.7.1	Condición superficial.....	53
3.7.2	Nivel de servicio.....	58
3.8	Tabulación y evaluación de datos .....	58
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
4.1	resultados.....	60
4.1.1	A nivel de la variable x/i. capacidad vial.....	60
4.1.2	A nivel de la variable y/i. nivel de servicio .....	68
4.2	Discusión .....	74
CONCLUSIONES .....		80
RECOMENDACIONES.....		82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		84
ANEXOS .....		87



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Reformulación de variables .....	8
<b>Tabla 2</b> Estado de la carretera, determinado por el grado de rugosidad de las carreteras que no están pavimentadas. ....	26
<b>Tabla 3</b> Escala de Índice de servicialidad .....	40
<b>Tabla 4.</b> La ubicación, expresada en coordenadas geográficas .....	47
<b>Tabla 5</b> Ascenso de los alrededores .....	48
<b>Tabla 6</b> Estados y valores .....	58
<b>Tabla 7</b> Deterioro superficial .....	60
<b>Tabla 8</b> Resultados del deterioro superficial.....	61
<b>Tabla 9</b> Puntuación del índice de rugosidad internacional (IRI) .....	63
<b>Tabla 10</b> Los resultados del Índice Internacional de Regularidad.....	63
<b>Tabla 11</b> Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) .....	65
<b>Tabla 12</b> Por favor proporcione los resultados del Índice de Servicio (PSI).....	66
<b>Tabla 13</b> Velocidad y tiempo de recorrido .....	68
<b>Tabla 14</b> Resultado de la velocidad y tiempo de recorrido.....	68
<b>Tabla 15</b> Por la capacidad de moverse libremente.....	70
<b>Tabla 16</b> Como consecuencia tanto de la velocidad como del tiempo de viaje.....	71
<b>Tabla 17</b> Los resultados de la seguridad vial .....	72
<b>Tabla 18</b> Los resultados de la seguridad vial .....	73
<b>Tabla 19</b> Evaluación final del camino a recorrer. ....	76
<b>Tabla 20</b> Una evaluación definitiva del estado de la superficie.....	76
<b>Tabla 21</b> Conclusiones y recomendaciones sobre el Nivel de Servicio.....	78



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Modelo del aparato de suspensión y confort del vehículo. ....	21
<b>Figura 2</b> Escala IRI .....	24
<b>Figura 3</b> Para determinar el nivel de rugosidad de los caminos sin pavimentar, se ha desarrollado un sistema de clasificación.....	25
<b>Figura 4</b> Un instrumento conocido como el medidor de rugosidad Merlin.....	27
<b>Figura 5</b> Componentes del rugosímetro para el producto Merlin.....	28
<b>Figura 6</b> La diferencia en la superficie del pavimento en comparación con la línea media cuando se espera. ....	30
<b>Figura 7</b> Gráfica de intervalos de frecuencia de intervalos. ....	31
<b>Figura 8</b> Dispositivo de asistencia con el fin de recopilar información. ....	32
<b>Figura 9</b> Mapa del Perú y Mapa de Puno. ....	49
<b>Figura 10</b> Mapa de Lampa – Palca. ....	50
<b>Figura 11.</b> Mapa del Camino vecinal.....	50
<b>Figura 12</b> Formulario para la Recolección de Datos del IRI.....	55
<b>Figura 13</b> Resultado del deterioro superficial – tramos.....	61
<b>Figura 14</b> Resultado del deterioro superficial – porcentajes .....	62
<b>Figura 15</b> De acuerdo con los resultados del Índice Internacional de Regularidad, las siguientes partes.....	64
<b>Figura 16</b> Los resultados del Índice Internacional de Regularidad, expresados en porcentaje.....	64
<b>Figura 17</b> Estos son los resultados del Índice de Servidabilidad (PSI), desglosados en partes.....	66



<b>Figura 18</b> Presentar los resultados del Índice de Servidumbre (PSI), expresado en porcentaje.....	67
<b>Figura 19</b> Rendimiento en términos de velocidad y tiempo de viaje – piezas .....	69
<b>Figura 20</b> La consecuencia de la velocidad y el tiempo de viaje, expresado en porcentaje ....	69
<b>Figura 21</b> El resultado final de la libertad de movimientos: muchas partes .....	71
<b>Figura 22</b> Resultado de libertad de maniobras-porcentaje .....	72
<b>Figura 23</b> Resultado de Seguridad Vial- Tramos .....	73
<b>Figura 24.</b> Resultado de seguridad vial-porcentaje.....	74
<b>Figura 25</b> El resultado de la condición de la superficie.....	77
<b>Figura 26</b> El resultado del nivel de servicio .....	78



## RESUMEN

El objetivo principal de este tipo de estudio es realizar un reconocimiento de la ruta Humpuco Central - Mosoktika, ubicada en el distrito de Palca de la provincia de Lampa, ubicada en la región de Puno, Perú. Realizar un reconocimiento exhaustivo del estado de la superficie de la carretera y de la cantidad de tráfico al que está sometida es lo más importante que se debe hacer, en la medida de lo posible.

Durante el transcurso del proyecto, se llevaron a cabo evaluaciones en tiempo real en el sitio antes, durante y después del análisis. Además, se realizó una evaluación exhaustiva del nivel de servicio, que incluyó la medición de factores importantes como el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el Índice de Servidumbre Actual (PSI). Estas evaluaciones sirvieron para resaltar la existencia de una correlación entre las dos evoluciones. Además, el proyecto incluyó la aplicación de un análisis de nivel de servicio. Para alcanzar la meta número 40, según lo dispuesto por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se utilizó una técnica cuantitativa, que no incluyó ningún método experimental. Luego de realizar un análisis de los datos en la oficina, se descubrió que la superficie de la carretera había sufrido una degradación sustancial. El IRI fue de 8,05 y el PSI de 1,17, lo que indica un bajo nivel de servicio, que se clasificó como Regular y Bajo.

Según las estadísticas numéricas, los caminos rurales en Perú han sufrido un deterioro significativo en la calidad. Con base en el examen detallado de la carretera que conecta Humpuco Central y Mosojtika, es evidente que existe una necesidad inmediata y apremiante de remediar este problema y devolver las carreteras a su nivel original de rendimiento. Para garantizar la calidad y la seguridad de manera consistente y eficiente, es esencial monitorear y mantener periódicamente indicadores importantes. Esto pone de



relieve la necesidad fundamental de hacerlo. Es esencial dar prioridad a las actividades que mejoran la infraestructura vial, como la reparación y el mantenimiento, a fin de mejorar la infraestructura vial y, en consecuencia, mantener el bienestar de las comunidades locales y fomentar el desarrollo sostenible en la región.

**Palabras claves:** Condición, IRI, PSI, Nivel de servicio, Deterioro, Análisis cuantitativo.



## ABSTRACT

The main objective of this type of study is to carry out a reconnaissance of the Humpuco Central - Mosoktika route, located in the Palca district of the Lampa province, located in the Puno region, Peru. Carrying out a thorough reconnaissance of the state of the road surface and the amount of traffic to which it is subjected is the most important thing to do, as far as possible.

During the course of the project, real-time assessments were carried out on site before, during and after the analysis. In addition, a thorough service level assessment was carried out, which included the measurement of important factors such as the International Roughness Index (IRI) and the Current Easement Index (PSI). These assessments served to highlight the existence of a correlation between the two evolutions. In addition, the project included the application of a service level analysis. To achieve goal number 40, as provided by the Ministry of Transport and Communications, a quantitative technique was used, which did not include any experimental method. After conducting an analysis of the data at the office, it was found that the road surface had suffered substantial degradation. The IRI was 8.05 and the PSI was 1.17, indicating a low level of service, which was classified as Regular and Low.

Based on numerical statistics, rural roads in Peru have suffered significant deterioration in quality. Based on the detailed examination of the road connecting Humpuco Central and Mosojtika, it is evident that there is an immediate and pressing need to remedy this problem and return the roads to their original level of performance. In order to ensure quality and safety in a consistent and efficient manner, it is essential to regularly monitor and maintain important indicators. This highlights the critical need to do so. It is essential to prioritize activities that improve road infrastructure, such as repair



and maintenance, in order to improve road infrastructure and consequently maintain the well-being of local communities and foster sustainable development in the region.

**Keywords:** Condition, IRI, PSI, Service level, Deterioration, Quantitative analysis.



## INTRODUCCIÓN

Aunque el mantenimiento de las carreteras locales ha sido continuamente descuidado, son cruciales para el crecimiento de la economía local. El hecho de que se les niegue el acceso a los servicios necesarios para su supervivencia tiene un impacto negativo en la calidad de vida de las comunidades.

El proyecto ha llevado a cabo una investigación exhaustiva del estado actual de estas carreteras y del nivel de servicio que reciben para encontrar una solución satisfactoria a este problema. El proyecto ha utilizado métodos conocidos, como el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) y el Índice de Servidumbre Actual (PSI), para llevar a cabo esta investigación. Podrá descubrir áreas cruciales que deben abordarse mediante el uso de esta técnica. Uno de los objetivos de este proyecto es promover el desarrollo sostenible en los pueblos que se encuentran en los alrededores y otro objetivo es mejorar la infraestructura vial. Al garantizar que las soluciones propuestas sean aceptables y efectivas, se logrará este objetivo.

El objetivo principal del proyecto es mejorar la calidad de vida en general en las áreas que actualmente están siendo cubiertas por el proyecto. Esto se logrará mediante el aumento de la disponibilidad de caminos locales para el transporte. En el contexto del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) y el Índice de Servidumbre Actual (PSI), este artículo pone una gran atención en el vínculo que existe entre ambos. El mantenimiento de estos caminos cumple con muchos propósitos, uno de los cuales es mejorar el nivel general de seguridad vial. Otro objetivo es fomentar el crecimiento económico en el área metropolitana circundante. Al final, el objetivo es mejorar las condiciones de vida de las personas que dependen de estos caminos, lo que finalmente dará como resultado la expansión y prosperidad de las regiones que se encuentran en Perú.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Formulación del problema

Debido a su mal estado y a la ausencia de evaluaciones y mejoras por parte de expertos, la carretera Humpuco Central – Mosojtika en la región Puno del Perú será el foco principal de la investigación”. Se realizará la implementación de los requerimientos delineados en el Manual de Mantenimiento Vial 2013 con el fin de evaluar el estado superficial, operacional y de seguridad de la carretera. Al realizar esta evaluación se tendrán en cuenta una serie de factores, entre ellos el tipo de vehículo y las condiciones climáticas que fueron responsables de la degradación del coche.

El sitio será sometido a evaluaciones en tiempo real, que abarcarán características que estén presentes antes, durante y después de la evaluación. Se encontrarán problemas de estructura en la carretera, así como deficiencias en la señalización de seguridad vial.

El desarrollo del tema pone el foco en la necesidad de abordar la degradación y falta de conservación de las vías locales, en particular la ruta que une Humpuco Central y Mosojtika en el distrito de Palca de la provincia de Piga, Región Puno. Esta vía se



encuentra ubicada en la Región Puno. Se plantea la interrogante de cómo hacer que esta ruta sea más accesible y segura para el transporte de personas, con la intención de mejorar la calidad de vida de las personas que residen en las localidades que se encuentran a su alrededor. Adicionalmente, el propósito de esta investigación es determinar si existe o no una relación entre el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) y el Índice de Servidabilidad de Pavimentos (PSI), que es la medida del grado en que el pavimento es servible, así como determinar el impacto económico y social que estas mejoras de infraestructura han tenido en la expansión de la región.

## 1.2 Planteamiento del problema

Se han expresado preocupaciones sobre el estado actual de la carretera Central Humpuco – Mosojtika, a pesar de que es una vía muy esencial para ampliar la conectividad y brindar acceso a servicios en regiones remotas. La superficie de la carretera puede deteriorarse gradualmente si no se mantiene adecuadamente, lo que puede poner en riesgo la seguridad de los conductores y pasajeros y tal vez impedir el movimiento tanto de personas como de productos. Además, la falta de una técnica definida para identificar y resolver los defectos y las causas de degradación puede ser una barrera para la adopción de remedios que resulten exitosos. Por este motivo, resulta de suma importancia realizar una evaluación exhaustiva de la carretera, determinar si cumple o no con los estándares establecidos y proponer medidas específicas que se puedan tomar para mejorar el estado de la misma y garantizar un mayor nivel de seguridad vial.

Las carreteras locales se encuentran en un estado peligroso, lo que repercute negativamente no solo en la seguridad del barrio, sino también en su capacidad para acoger el tráfico. Es muy importante realizar trabajos de reparación y restauración de



inmediato para mejorar el nivel de seguridad a lo largo de esta importante ruta de transporte.

### **1.2.1 Problema general**

¿Cómo son las condiciones superficiales y nivel servicio del camino vecinal Central Humpuco – Mosojtika del distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿Cuál es la condición superficial actual del camino vecinal que conecta Central Humpuco – Mosojtika del distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno?
2. ¿Existe alguna correlación entre IRI y PSI teniendo en cuenta los resultados obtenidos del camino vecinal Central Humpuco – Mosojtika del distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno?
3. ¿Cuál es el nivel de servicio en el camino vecinal que resulta en un aumento del tiempo de viaje, condiciones inseguras e incomodidad durante el recorrido?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivos generales**

Evaluar la condición superficial y nivel servicio del camino vecinal Central Humpuco – Mosojtika del distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar la condición superficial actual del camino vecinal que conecta Central Humpuco - Mosojtika en el distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno.



2. Determinar si existe alguna correlación entre IRI y PSI en el camino vecinal que conecta Central Humpuco - Mosojtika en el distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno.
3. Analizar el nivel de servicio y su impacto en el tiempo de viaje, seguridad e incomodidad para los usuarios del camino vecinal Central Humpuco - Mosojtika en el distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno.

## 1.4 Justificación del estudio

Como parte de esta investigación se realizará una evaluación integral del estado de la superficie de la carretera, cuyo objetivo es evaluar la calidad de los servicios que se están prestando. Para llevar a cabo este estudio, se deberán cumplir los requisitos que se describen en el manual de mantenimiento de carreteras de la Comisión de Transporte de Minnesota para 2018 y el manual de seguridad vial de 2017. Mosojtika se encuentra en la Ruta Centro Humpuco. Verificar que la carretera cumpla con los requisitos necesarios, determinar si existe o no degradación actual, proponer un enfoque sistemático para identificar los defectos y sus causas, y sugerir soluciones precisas y eficientes para cualquier mantenimiento o intervención que pueda requerirse son los objetivos principales de este trabajo. El objetivo de estos esfuerzos es mejorar la infraestructura vial y garantizar la seguridad de quienes la utilizan para viajar.

### 1.4.1 *Justificación técnica*

Es necesario analizar y mejorar la infraestructura vial de la ruta Central Humpuco – Mosojtika, lo cual es la base de la justificación técnica de esta investigación. El objetivo es garantizar que la vía cumpla con los principales estándares técnicos, apeándose a los principios que se describen en los manuales de Mantenimiento Vial y Seguridad Vial del



MTC. Esto garantizará que la vía funcione de la manera más eficaz posible y protegerá la seguridad de las personas que transitan por ella, lo que permitirá que las intervenciones de mantenimiento se realicen de manera precisa y eficiente, maximizando así los recursos disponibles. Identificar las degradaciones existentes y ofrecer una técnica para detectar los defectos y sus causas permitiría lograrlo. También es posible que la instalación de soluciones específicas ayude a mejorar la calidad y longevidad de la infraestructura vial, lo que a la larga se traducirá en un mejor servicio para las personas que transitan por esta ruta.

#### **1.4.2 *Justificación económica***

Visto desde una perspectiva económica, este estudio se basa en la maximización de los recursos disponibles y la reducción de los gastos que se incurren en el transcurso de un largo período de tiempo. Estas son las razones que sustentan el estudio. Al evaluar y mejorar la infraestructura vial de la carretera Central Humpuco – Mosojtika, se busca evitar gastos innecesarios derivados de reparaciones frecuentes o accidentes causados por un mal estado de la vía. Además, una carretera en buen estado promueve el flujo eficiente de bienes y servicios, tiene el potencial de estimular el crecimiento económico de las áreas circundantes al facilitar el transporte de bienes agrícolas, turísticos y de otro tipo. La inversión en esta investigación, por lo tanto, se traduce en ventajas económicas reales a largo plazo, tanto en términos de ahorro de costos como en términos de apoyo al desarrollo económico de la zona.

#### **1.4.3 *Justificación social***

Dado que una carretera bien mantenida tiene un beneficio directo para las comunidades que allí se encuentran, así como para las personas que pasan por ella, el fundamento social de este estudio es muy significativo. Al mejorar la infraestructura vial



de la ruta Humpuco Central - Mosojtika, los residentes de las áreas vecinas tendrán acceso a servicios esenciales como educación, atención médica y comercio. Se garantizará que estos servicios sean más seguros y eficientes, y estarán disponibles para ellos. El resultado de esto es que se mejora la calidad de vida de las personas y también se contribuye al desarrollo de la cohesión social al facilitar que las comunidades se comuniquen entre sí, así como a difundir y recibir información por sí mismas. También es posible que una carretera que se mantenga adecuadamente haga una contribución sustancial a la integración económica y social de las regiones rurales. Esto, a su vez, puede ayudar a reducir la brecha que existe entre las áreas urbanas y rurales y contribuir al crecimiento de la sociedad en su conjunto de una manera que sea más equitativa y sostenible.

#### **1.4.4 *Justificación ambiental***

Dada la importancia de conservar y salvaguardar los recursos naturales y el ecosistema que se ubica en sus alrededores, desde un punto de vista puramente ambiental, este estudio es totalmente justificado. La reducción del impacto ambiental del tráfico, que tiene efectos perjudiciales para la ecología, es el objetivo de la evaluación y modificación de la infraestructura vial a lo largo de la ruta Humpuco Central – Mosojtika. Esto ha provocado una serie de consecuencias desfavorables, entre ellas la destrucción de los ecosistemas naturales, la contaminación del aire y del agua y la erosión del suelo. La accesibilidad del transporte, que a su vez lo hace más eficiente y seguro, es otra forma en que una carretera en excelente estado puede ayudar a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, el uso de técnicas de construcción y mantenimiento sostenibles puede ayudar a mitigar los efectos negativos sobre la biodiversidad local y los recursos hídricos. En resumen, la mejora de la infraestructura



vial no solo beneficia a las comunidades humanas, sino que también protege y conserva el entorno natural en el que se encuentra.

## 1.5 Hipótesis

### 1.5.1 *Hipótesis general*

Al evaluar el estado de la ruta Humpuco Central - Mosojtika, en el distrito de Palca, provincia de Lampa, región Puno, se puede apreciar que la calidad de la superficie se ha deteriorado significativamente, lo que genera que los usuarios locales se enfrenten a un bajo nivel de servicio, caracterizado por tiempos de viaje prolongados, condiciones de riesgo e incomodidad durante los desplazamientos.

### 1.5.2 **Hipótesis específicos**

1. La calidad de la superficie de la carretera local que une Humpuco Central con Mosojtika en el distrito de Palca de la provincia de Lampa, región Puno, se ha deteriorado significativamente debido a que no se le ha dado mantenimiento de manera regular. Como consecuencia de esto, la carretera ahora está mucho menos pavimentada. El hecho de que el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) sea alto y la superficie de rodadura no sea uniforme es evidencia de esto.
2. Existe una correlación entre el IRI y el PSI, lo que indica que la utilidad de la plataforma de la carretera disminuye cuando se reduce la rugosidad de la misma. Se ha demostrado que este vínculo existe. Se espera que en el futuro se descubra una conexión de este tipo.
3. El grado de servicio que presta la carretera local se considera inadecuado, tal como plantea la hipótesis, lo que genera un aumento en el tiempo de viaje,

condiciones peligrosas e incomodidad para los usuarios, particularmente en regiones donde el pavimento se ha deteriorado.

### 1.5.3 Variables

**Tabla 1**

*Reformulación de variables*

Variables	Dimensiones	Operacionalización	
		Indicadores	Técnicas e instrumentos
<i>Variable dependiente</i>			
<i>Condición superficial l del afirmado</i>	<b>Deterioro superficial</b>	Deformaciones con huellas /hundimientos menores a 5 cm, deformaciones con huellas /hundimiento de 5 a 10 cm, deformaciones con huellas /hundimientos mayores a 10 cm	Inspección visual mediante registro detallado.
	<b>IRI</b>	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	Rugosímetro de Merlín
	<b>PSI</b>	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	Formato MTC
<i>Variable independiente</i>			
<i>Nivel de servicio</i>	<b>Velocidad y tiempo de recorrido</b>		Evaluación visual, registro estructurado
	<b>Libertad de maniobrar</b>	Bueno, regular, inadecuado	Evaluación visual, registro estructurado
	<b>Seguridad vial</b>	Bueno, regular, inadecuado	Evaluación visual, registro estructurado



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 *Antecedentes internacionales*

**Reyes (2020).** Realizó un estudio del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) con la ayuda de dispositivos inteligentes y un rugosímetro Merlin. Los resultados de este análisis lo llevaron a concluir que esta última técnica es la óptima. De manera similar, la aplicación TotalPave se sugiere como una opción confiable para el examen de pavimentos. Aunque ambos métodos requieren una velocidad constante de 80 km/h para obtener datos precisos, se determina que la vía estudiada, a pesar de su elevado tráfico vehicular, presenta un diseño de pavimento satisfactorio de acuerdo con los valores aceptables de IRI y PSI. La importancia de disponer de herramientas adecuadas para evaluar el estado del pavimento y sugerir planes de conservación de la vía basados en información correcta se pone de manifiesto en este estudio, que establece técnicas similares para calcular el IRI. Este análisis está conectado con nuestra investigación ya que se establecen metodologías comparables. Para evaluar la infraestructura vial, la investigación destaca la necesidad de utilizar métodos que no sólo sean eficaces sino

también tecnológicamente avanzados. Es imperativo que esto se haga para garantizar la seguridad de las carreteras y asegurar que duren mucho tiempo, ya que el número de vehículos que pasan continúa aumentando.

**René Rodríguez (2011).** El título de la tesis doctoral de Ecuador es “Modelo de gestión de conservación vial para mitigar los costos de conservación y operación vehicular en caminos rurales de las localidades de Riobamba, San Luis, Punín, Flores y Cebadas de la provincia de Chimborazo”. El tema en cuestión son los crecientes gastos asociados a la conservación de las vías y la circulación de vehículos en las regiones rurales. El objetivo es establecer un sistema de conservación vial que mantenga estos precios lo más bajos posibles. Empleando un enfoque cuantitativo, enfatiza la necesidad de mostrar las ventajas económicas, sociales y tecnológicas que resultan de los esfuerzos de preservación de carreteras, particularmente para las autoridades de las instituciones públicas. Sugiere priorizar los esfuerzos para convencer a estas autoridades de que respalden planes integrales de desarrollo vial. En sus conclusiones, destaca una vez más las ventajas económicas, sociales y técnicas de la conservación de las carreteras. Insta a las autoridades a tomar la iniciativa en la aprobación de políticas que aborden exhaustivamente estos elementos. Este método tiene como objetivo no sólo ahorrar gastos de operación y mantenimiento de carreteras, sino también mejorar la eficacia y sostenibilidad de la infraestructura vial en las aldeas rurales de Chimborazo.

### 2.1.2 *Antecedentes nacionales*

**Víctor Salvatierra (2017).** El problema del círculo vicioso que se presenta en las carreteras departamentales, rurales y municipales es abordado en su tesis, la cual lleva por título “Estrategias óptimas para la conservación y desarrollo de carreteras por niveles de servicio, de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú”. Ambos tipos de



carreteras se encuentran en el Perú. En él se discute este tema para que pueda ser abordado. Cuando las vías no son mantenidas adecuadamente, se deterioran y terminan siendo abandonadas, lo que constituye el inicio de este ciclo. Su propósito es elegir el método más efectivo para la conservación en contratos de nivel de servicio para caminos pavimentados y determinar los esfuerzos de conservación asociados con estos contratos. Se recomienda que en futuros proyectos que se realicen bajo esta modalidad, el contratista sea responsable de proporcionar todo el equipo de medición de nivel. Esto permitirá que el cliente tenga la capacidad de ejercer un control objetivo sobre el trabajo que se realiza. El objetivo de este esfuerzo es romper el ciclo de deterioro continuo que está dañando las carreteras. Esto se logrará asegurándose de que se realice un mantenimiento adecuado desde el comienzo mismo de la construcción o reparación de la carretera. La propuesta de Salvatierra enfatiza la importancia de una planificación integral y un seguimiento riguroso para lograr una conservación vial efectiva y sostenible en las carreteras asfaltadas del Perú.

**Rivera (2017).** En el curso de su investigación en Perú, se concentró en evaluar en qué medida el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) tiene un impacto en los niveles de servicio que brindan las carreteras que no están pavimentadas. Su investigación indica que existe una tendencia general hacia la disminución de la calidad del servicio a medida que aumenta el IRI. Tanto la velocidad como el movimiento de los vehículos se ven afectados por la rugosidad, por lo que esto es así. Esto demuestra que es necesario realizar un mantenimiento para evitar un mayor deterioro, y también sugiere que los costos de operación y mantenimiento crecerán con el tiempo cuando se realice un mantenimiento. Algunos de los factores que pueden tener un efecto en el precio son la presencia de baches, la presencia de tráfico vehicular y las pendientes, todos ellos factores que afectan a la velocidad de operación. Según Rivera, la tecnología Merlin se recomienda para tramos



cortos de caminos de tierra debido a su menor costo y gran precisión. Esta recomendación se basa en el hecho de que la tecnología es más barata. Los hallazgos de este estudio subrayan la importancia de regular las anomalías de la carretera en todo momento para mantener los niveles de servicio en niveles inaceptables, así como para ahorrar dinero en gastos asociados al mantenimiento y operación de las carreteras.

**Anaya (2020).** Mediante el uso del rugosímetro Merlín, se realizó un estudio en la provincia de Huari, Ancash, esta investigación se realizó con la intención de determinar las condiciones de tránsito que se presentan en un pavimento flexible. El mantenimiento y cuidado de una carretera fue el foco de esta investigación, la cual se llevó a cabo con el propósito de crear mejoras. Para llevar a cabo el estudio de investigación, se utilizó un diseño no experimental transversal prospectivo, y se utilizó una técnica cualitativa para la ejecución del diseño en general. La información que se recopiló indicó que alrededor del 62,50% de la longitud de la carretera analizada tenía muy mala transitabilidad, mientras que el 37,50% de la longitud de la carretera tenía mala transitabilidad. El hecho de que el pavimento flexible tuviera un PSI de 0,87 en toda su longitud, así como índices IRIp e IRIC de 9,62 m/km y 11,31 m/km, respectivamente, dejó muy claro que el pavimento flexible tenía un grado de transitabilidad extremadamente bajo. Esto fue visible en todo el segmento. En la vía se descubrieron una serie de fallas y deterioros, entre ellos deformaciones provocadas por desconchados, baches, surcos e irregularidades estructurales. Se descubrió que la desorción de la superficie era un problema persistente. Se ofrecieron medidas como el mantenimiento regular y el fresado de asfalto en frío como posibles soluciones para mejorar el mantenimiento de las carreteras. Estas medidas se presentaron de acuerdo con las normas que se establecieron en el manual de mantenimiento vial publicado por METRO en 2018. En la vía objeto de la investigación se encontró que la falta de mantenimiento preventivo tiene un impacto negativo en la



calidad del servicio que ofrece la vía, lo que pone de manifiesto la necesidad de adoptar métodos adecuados para mantener y desarrollar la infraestructura vial.

### 2.1.3 *Antecedentes locales*

**Parra (2023).** Un ejemplo de investigación práctica realizada a nivel explicativo es la investigación denominada “Factores que influyen en la capacidad y niveles de servicio de las vías de acceso a la ciudad de Puno PE-36B y PE-3S – 2022”. Para el propósito de esta investigación se examinaron específicamente las carreteras PE-36B y PE-3S. Estas rutas son las que se utilizan para ingresar a la ciudad de Puno. Estas rutas se consideran representativas de la población de investigación. Además, se investigaron las circunstancias operativas mediante el uso de enfoques metodológicos como la observación directa simple y las regresiones lineales múltiples, que se llevaron a cabo con IBM SPSS Statistics 23. La investigación se llevó a cabo en su totalidad, comenzando con la metodología HCM 2016 y terminando con su conclusión. La autopista PE-36B, que está situada en la región sur, recibió un nivel de servicio B como consecuencia de los hallazgos alcanzados. El rendimiento de esta ruta, que tiene una capacidad de 3.200 vehículos por hora (vl/h), también se vio afectado positivamente por las circunstancias de control que se establecieron. Un nivel de servicio C fue proporcionado por la autopista PE-3S, que estaba situada en la zona norte y tenía una capacidad de 3.072 vl/h. El estado de la infraestructura y el tráfico fueron los factores más cruciales a tener en cuenta. Por otro lado, la ruta PE-3S que era similar a la descrita anteriormente, pero ubicada en la zona sur, tenía una capacidad de 3.091 contenedores por hora y un nivel de servicio D. El factor principal que determinó el resultado fue el estado de la infraestructura. Los resultados de esta investigación aportan información importante que puede ser utilizada para comprender mejor las condiciones de funcionamiento de las vías de acceso a la



ciudad de Puno y mejorar dichas condiciones. Como consecuencia de estos hallazgos, es posible lograr una gestión más efectiva del tránsito y la movilidad en la región.

**Condori y Vilca Añazco (2018).** Con el objetivo de investigar el impacto que tendría el desarrollo del complejo deportivo universitario en la ciudad de Puno sobre las vías de circulación, el presente trabajo de investigación tiene como propósito indagar sobre el impacto potencial de las mismas, en particular debido a que el proyecto no cuenta con un estudio de impacto vial que inicialmente se realizó. El énfasis principal de este estudio descriptivo está en el área vial del complejo deportivo, y la muestra de la investigación está conformada por las vías de ingreso a la ciudad que alberga a la universidad en el interior de la ciudad. Con la ayuda de centros de generación de viajes que funcionan con la tecnología de información Synrho, utilizan principalmente la generación de viajes para obtener una proyección de transporte esperado. Pueden calcular los niveles de servicio utilizando esta predicción en conjunto con el enfoque HCM 2010. Los resultados indican que en el futuro, los niveles de servicio prospectivos de las carreteras que conectan la ciudad universitaria se clasificarán de la siguiente manera: F, A, F y E. La adición de un carril y el uso de estacionamiento en el exterior de la ciudad universitaria en lugar de dentro de la ciudad misma son dos formas en que se podrían mejorar estos niveles de servicio. La construcción y operación del centro deportivo universitario, cuando esté terminado, tendrá una gran influencia en la disminución de los niveles de servicio de las vías analizadas, como lo demuestran los hallazgos de las investigaciones. Es vital brindar evidencia que indique la importancia de tomar en cuenta la influencia que tienen los caminos de acceso a la hora de construir proyectos de infraestructura. Por esta razón, es fundamental presentar evidencia. De acuerdo con los hallazgos del estudio, existen una serie de acciones específicas que se pueden tomar para

mitigar los posibles impactos adversos que pueda tener la capacidad de los caminos de acceso a la ciudad de Puno, sede de la universidad.

## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 *Definición de carreteras no pavimentadas*

Las carreteras no pavimentadas son vías de transporte que carecen de una capa de pavimento asfáltico o de concreto. En su lugar, generalmente están compuestas por una base de tierra, grava u otros materiales naturales. Estas carreteras son comunes en áreas rurales o regiones menos desarrolladas donde no se justifica el costo de construir y mantener una superficie pavimentada. Los caminos sin pavimentar, aunque son menos costosos de construir, tienen más probabilidades de deteriorarse debido a los efectos del clima y el alto tráfico, por lo que pueden necesitar un mantenimiento más regular.

#### 2.2.1.1 **Clasificación de las carreteras y tipos de obra, considerados en el manual**

Se prevé que estas normas regulen el desarrollo de carreteras que tengan una superficie de rodadura compuesta de material granular durante todo el proceso de construcción. El Manual de Diseño Geométrico DG-2001, que utiliza la Comisión de Transporte de Maryland, se ha utilizado para clasificar estas carreteras de acuerdo con las normas que se han establecido.

Clasificación por su función

##### a) Carreteras de la Red Vial Nacional:

El término "redes viales que forman parte de la Red Nacional de Carreteras" se refiere a las carreteras que forman parte de la red vial principal de una nación y que unen ciudades, puertos, fronteras y otros centros vitales de importancia. Además, se utiliza el



término "Red Nacional de Carreteras" para referirse a estas carreteras. Estas carreteras suelen tener un alto nivel de tráfico y están diseñadas y mantenidas según estándares específicos para garantizar una conectividad eficiente y segura a nivel nacional e internacional. En muchos países, estas carreteras son gestionadas por el gobierno central o por agencias de infraestructura de nivel nacional.

**b) Carreteras de la Red Vial Departamental o Regional:**

Las carreteras que forman parte de la Red Vial Departamental o Regional son las que la respectiva organización destina a su autoridad departamental o regional. Las ciudades y localidades de un mismo departamento o zona pueden comunicarse entre sí a través de la Red Vial Nacional, que proporciona vínculos entre ellas. Además, estas carreteras proporcionan contacto con otros lugares que cuentan con una importante infraestructura de transporte. Si bien suelen tener menos tráfico que las carreteras que componen la Red Vial Nacional, las carreteras regionales desempeñan un papel crucial en el fomento de la conectividad regional y la facilitación del transporte interno en todo el país. En muchos países, estas carreteras están bajo la responsabilidad y gestión de las autoridades departamentales o regionales correspondientes.

**c) Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural:**

Se denomina caminos rurales o caminos integrantes de cualquier red vial rural a aquellas carreteras que conectan zonas rurales y pequeñas comunidades dentro de una región determinada. Estas vías suelen ser de menor tamaño y capacidad en comparación con las vías que forman parte de la Red Vial Nacional o de la Red Vial Departamental, lo que ocurre con regularidad. Su principal función es facilitar el acceso a servicios básicos, como escuelas, centros de salud, mercados y otras infraestructuras locales. A menudo están compuestas por caminos no pavimentados o de bajo nivel de pavimentación y



pueden requerir mantenimiento frecuente debido a las condiciones climáticas y al tráfico limitado pero constante. En muchos países, la responsabilidad de estas carreteras recae en las autoridades locales o municipales.

### **2.2.1.2 Deterioramiento en carreteras no pavimentadas**

En caminos que no están pavimentados, la operación de desgaste es un proceso progresivo que muchas veces es más rápido que en caminos que están pavimentados. Es posible que este fenómeno sea causado por varios elementos diferentes que influyen en la superficie de rodadura. La existencia de áridos finos, que al combinarse con la humedad se combinan con fracciones mayores de material, es uno de los elementos más importantes entre los diversos componentes. Este tipo de árido fino tiene tendencia a aplastarse cuando se somete al impacto del tráfico de vehículos, especialmente cuando las circunstancias son secas. Esto contribuye al desgaste de la superficie. Además, las partículas finas pueden quedar suspendidas en forma de polvo, lo que da lugar a un aumento de la cantidad de material que se pierde. Antes del movimiento de los automóviles que actúa sobre el agregado grueso, lo que finalmente produce un desgaste lento de la superficie de la carretera, estos procesos hacen que el agregado grueso se separe gradualmente de las demás partículas. Combinando el movimiento constante de vehículos con la presencia de factores naturales como el viento y el agua, esta situación es muy peligrosa, acelera el proceso de desgaste en las carreteras no pavimentadas, requiriendo así un mantenimiento constante para garantizar su eficiencia y seguridad.

Deterioros habituales en vías no pavimentadas son:

#### **d) Sección transversal impropia:**

Como consecuencia de los problemas de tráfico y drenaje, las carreteras sin pavimentar pueden sufrir deterioro con el tiempo. Es muy importante que la vía tenga una

pendiente transversal adecuada para reducir el tiempo que se tarda en retirar el agua superficial de la carretera. Por lo tanto, el riesgo de erosión, formación de baches y otros daños causados por la saturación del suelo y el agua estancada en la carretera se reduce como consecuencia de esta técnica, que ayuda a evitar la acumulación de agua en la superficie. Otro beneficio de esta estrategia es que ayuda a prevenir la acumulación de agua en la superficie.

**e) Drenaje inapropiado:**

Si el sistema de drenaje en un camino sin pavimentar es inadecuado o si los sistemas de drenaje que ya están instalados no reciben el mantenimiento adecuado, entonces el agua puede comenzar a acumularse en la superficie del camino. Además de causar dificultades con la transitabilidad, la acumulación de agua también puede provocar erosión y degradación del material de las carreteras. Por lo tanto, es crucial implementar un sistema de drenaje efectivo y realizar un mantenimiento regular para prevenir estos problemas y garantizar la durabilidad de la vía.

**f) Ondulaciones:**

Una ondulación es una irregularidad de la superficie que aparece a intervalos regulares y se extiende perpendicularmente al paso de los vehículos. Las irregularidades en la superficie de la carretera pueden adoptar la forma de ondulaciones. Existen diversos factores que pueden contribuir a su aparición, entre ellos el tráfico constante, las pendientes inadecuadas, el soporte insuficiente y la mala calidad de las capas granulares, que pueden provocar la pérdida de material granular fino. Estas imperfecciones afectan la comodidad y seguridad del viaje, así como la durabilidad de la carretera, por lo que es crucial abordar las causas subyacentes y realizar el mantenimiento adecuado para prevenir su formación y mitigar sus efectos.



## **g) Baches:**

Ciertos factores, que son defectos en la composición del pavimento, son responsables de la formación de baches. La ausencia de una capa de rodadura aceptable, una mezcla inadecuada, una ausencia de ligante, una ausencia de drenaje adecuado y una ausencia de una pendiente transversal apropiada son todos factores que caen dentro de esta categoría. La creación de huecos en la superficie de la carretera puede ser una consecuencia de estas deficiencias, que pueden tener un impacto negativo en la seguridad y el confort del tráfico de automóviles. La aparición de baches se puede evitar y la calidad del pavimento se puede preservar abordando estos problemas mediante la implementación de un mantenimiento adecuado y la corrección de las circunstancias subyacentes.

## **h) Ahuellamiento:**

Las hendiduras que se forman a lo largo del eje de la calzada se denominan ahuellamientos. Este fenómeno se caracteriza por la presencia de fallas crónicas en la base de la calzada o del pavimento, así como por una capacidad inadecuada para soportar cargas. Este fenómeno puede atribuirse a varios factores. Estas imperfecciones comprometen la estabilidad y durabilidad de la vía, afectando negativamente la experiencia de conducción y requiriendo medidas de mantenimiento para prevenir su deterioro adicional y garantizar la seguridad del tránsito vehicular.

## **i) Pérdida de agregados:**

Se habla de pérdida de agregados cuando el material granular se elimina gradualmente de la superficie de la carretera. Este fenómeno puede deberse a varias fuentes diferentes, incluidas, entre otras, el tráfico frecuente, la acción del agua, la

compactación inadecuada o la erosión del suelo. Esta pérdida de material afecta la integridad estructural y la capacidad de soporte de la vía, aumentando el riesgo de formación de baches, hendiduras y otros deterioros que comprometen la seguridad y la comodidad del tránsito vehicular.

Estos deterioros son comunes en las carreteras sin pavimentar, ya que están sujetas a los efectos del clima y del tráfico vehicular. Esto subraya la necesidad de realizar un mantenimiento rutinario y suficiente en estas carreteras para mantener su funcionamiento y garantizar que sigan siendo seguras. Cuando se trata de garantizar una experiencia de conducción segura y eficiente en áreas rurales y pueblos adyacentes, es de suma importancia reparar estos problemas de manera oportuna. Esto ayudará a prevenir cualquier daño adicional que pueda ocurrir.

### **2.2.2 Rugosidad**

Según la norma ASTM E867-06 de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials), el término "rugosidad" se refiere a la diferencia que existe entre la superficie del pavimento y una superficie que se supone que es plana. Las dimensiones que están asociadas entre sí y que tienen un efecto sobre la dinámica del vehículo, el rendimiento de conducción, la carga dinámica y el drenaje son las cualidades que determinan la rugosidad. Todas estas características están interrelacionadas. De manera similar, define la rugosidad como el cambio de la superficie de la carretera, que da como resultado una aceleración en la dirección vertical que no es ideal. Esta aceleración altera la sensación de viajar y causa dolor.

El Índice de Rugosidad Superficial (SRI), que es una estadística que se utiliza para analizar la rugosidad del pavimento, está diseñado para ofrecer una medida de la cantidad de comodidad que sienten los usuarios mientras conducen en la carretera.

### 2.2.2.1 Índice de rugosidad internacional

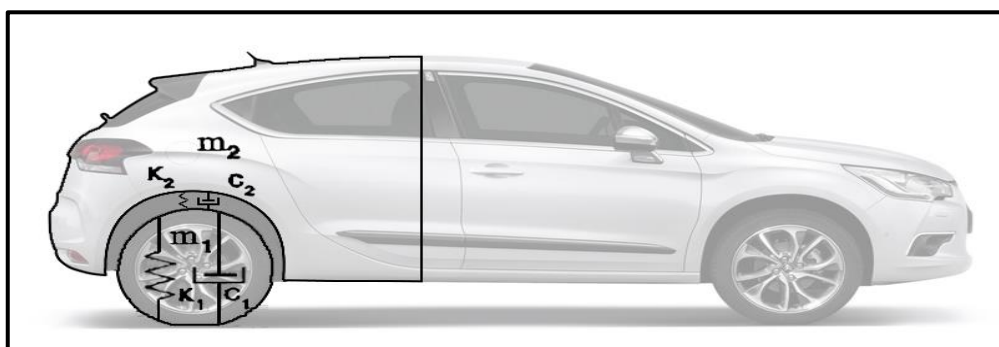
Para evaluar la superficie de la carretera en términos de textura y calidad, el IRI es un criterio que se utiliza con frecuencia. Teniendo en cuenta aspectos como el confort y la seguridad, ofrece una simulación de cómo sería circular un automóvil a una determinada velocidad. El IRI también tiene incidencia en la legislación que regula el desarrollo y el mantenimiento de las carreteras, especialmente las municipales, así como en los gastos asociados a la circulación de vehículos.

### 2.2.2.2 Modelo de cuarto de carro

Utilizando el modelo "Quarter Car" (QC), que se desplaza a una velocidad de 80 kilómetros por hora, es posible imitar el desplazamiento acumulado de la suspensión de un vehículo. Esta es una posibilidad. Este componente, que supone una cuarta parte del total del vehículo, incluye una rueda que está equipada con un resorte vertical, la masa del eje que se encarga de soportar los neumáticos, así como los resortes y amortiguadores que forman parte del conjunto de la suspensión. Este modelo analiza y comprende el comportamiento de la suspensión del vehículo, vital para mejorar su comodidad y rendimiento.

#### Figura 1

*Modelo del aparato de suspensión y confort del vehículo.*



*Nota: (Sayers & Karamihas, 1998)*



***Donde:***

***L*** = Longitud de cálculo del IRI

***v*** = Velocidad de circulación del vehículo

***m1*** = Masa inferior

***m2*** = Masa superior o suspendida

***K1*** = constante de rigidez de la suspensión primaria (entre el pavimento y la masa inferior), es decir del neumático

***K2*** = constante de rigidez de la suspensión secundaria (entre la masa inferior y la masa superior) es decir la suspensión del vehículo

***C1*** = constante de amortiguación de la suspensión primaria

***C2*** = constante de amortiguación de la suspensión secundaria

El cálculo del IRI comienza sumando los desplazamientos verticales absolutos que se producen entre las masas superior e inferior del modelo de la góndola. Este es el primer paso del cálculo. Después, esta cantidad se divide por la distancia total recorrida en la carretera, que puede expresarse en kilómetros, metros o millas, según la distancia. La evaluación de la rugosidad de la superficie de la carretera es uno de los aspectos que evalúa el IRI, además de evaluar el estado del pavimento y el grado de confort que experimenta el ciclista. Es posible que la superficie de la carretera se haya vuelto más irregular y menos lisa como resultado de un aumento del IRI.

### 2.2.2.3 VALORES DEL IRI.

El Banco Mundial utiliza la siguiente escala, basada en los siguientes criterios, para determinar el grado de rugosidad que posee la superficie de las carreteras pavimentadas:

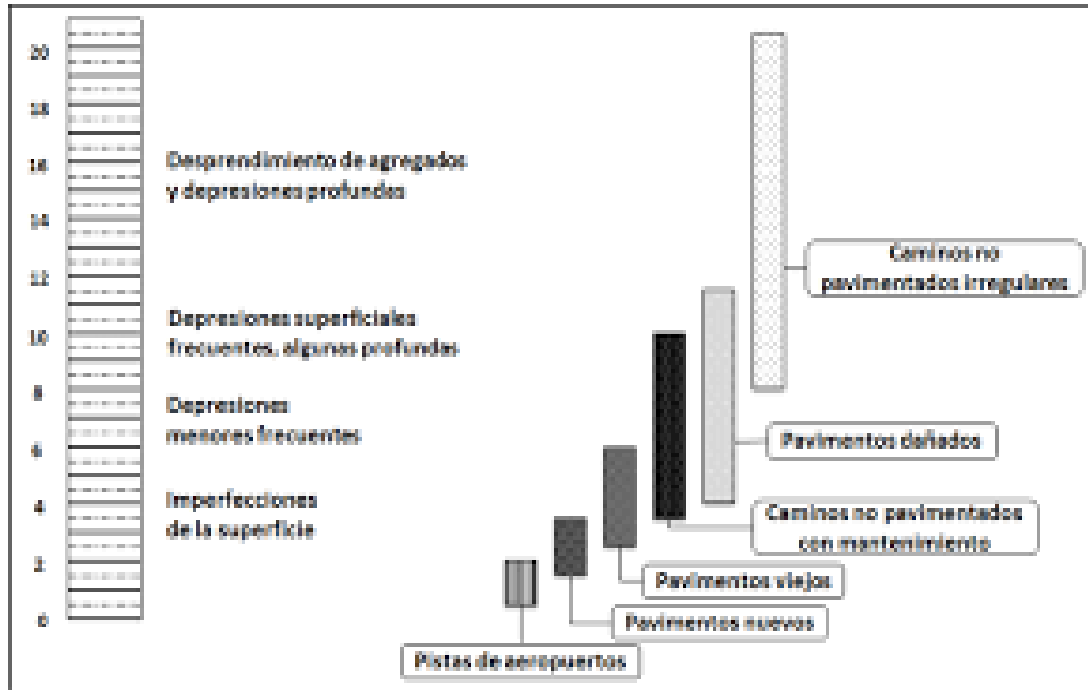
**IRI de 0 a 12 m/km:** Este rango de 0 a 12 en el Índice de Regularidad Superficial (IRI) denota una carretera pavimentada con una superficie uniforme y aceptable. Un IRI de cero indica una superficie excepcionalmente suave y uniforme, mientras que un valor de 12 sugiere rugosidad que, aunque transitable, puede resultar menos cómoda para los usuarios.

En comparación con las carreteras pavimentadas, el Índice de Regularidad de la Superficie (IRI) tiene un rango amplio de valores para carreteras que no están pavimentadas:

**IRI de 0 a 20 m/km:** Cuando se trata de carreteras que no están pavimentadas, la escala del Índice de Regularidad de la Superficie (IRI) puede llegar hasta veinte. Existe la posibilidad de que una puntuación de 20 indique que la carretera no está pavimentada, pero puede tener una rugosidad más evidente en comparación con las carreteras pavimentadas. A pesar de ello, una puntuación de 0 implica que la superficie es lo suficientemente lisa como para considerarse aceptable, ya que es lo suficientemente lisa. Los valores del IRI son determinados por el Banco Mundial mediante un método particular, que se muestra en la Figura 2, que ofrece una representación visual de la medida.

**Figura 2**

*Escala IRI*

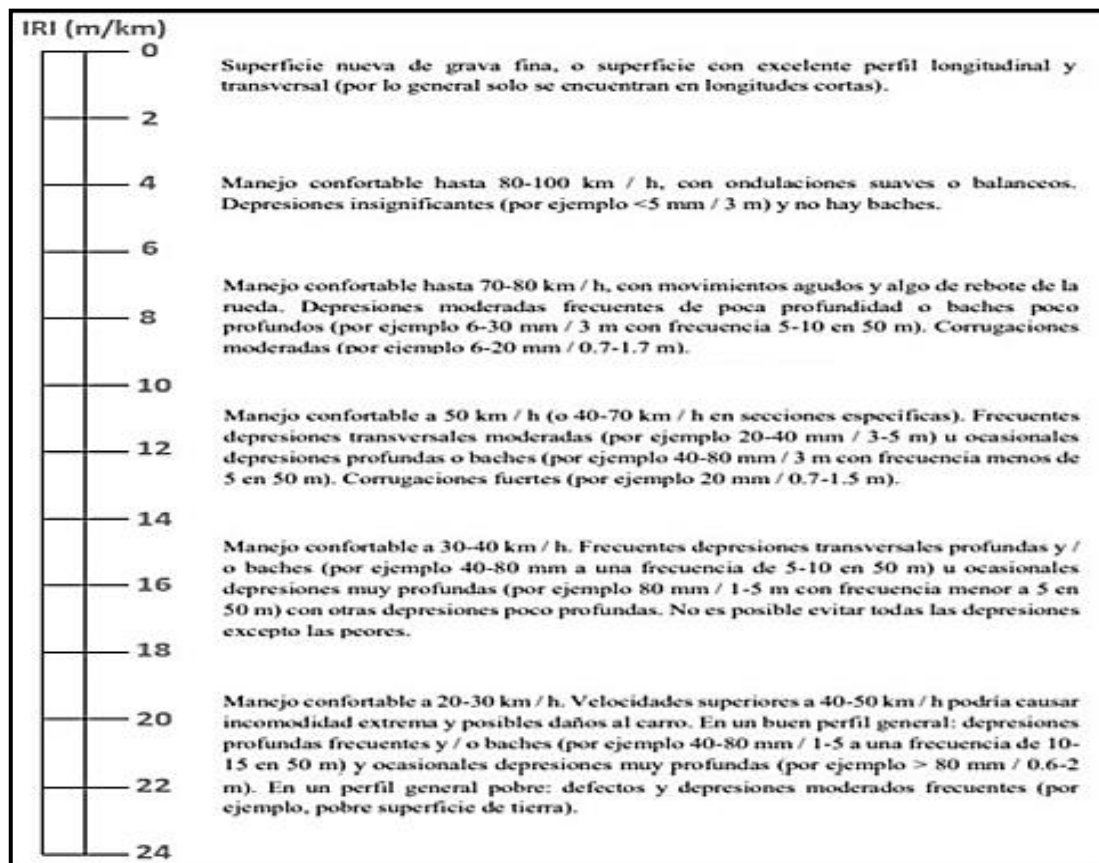


*Nota:* (Banco Mundial ) caracteriza la superficie de la carretera según los valores de IRI. (Review, Enero-febrero 2002 (p4))

Las escalas del Índice de Rugosidad Superficial (IRI) están establecidas por la norma (ASTM E 1926 - 98) en función del tipo de vía, que puede ser pavimentada o no pavimentada. Cada escala tiene una descripción lingüística que le corresponde. Estas diferentes escalas de valores se muestran en la Figura 3.

**Figura 3**

Para determinar el nivel de rugosidad de los caminos sin pavimentar, se ha desarrollado un sistema de clasificación.



Nota: (ASTM E 1926 - 98), (Reapproved, 2015)

### 2.2.2.4 ESCALA SEGÚN VALORES DEL IRI EN EL PERÚ

De acuerdo con las Especificaciones Técnicas Generales de Conservación Vial que estableció el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el año 2007, para el proyecto de estudio se utilizó la información obtenida del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) en el Perú. Con el propósito de realizar un análisis del estado de las vías a escala nacional, se tomaron como punto de referencia los valores precisos del IRI que se encontraron en los criterios antes mencionados.

**Tabla 2**

*Estado de la carretera, determinado por el grado de rugosidad de las carreteras que no están pavimentadas.*

<b>ESTADO</b>	<b>RUGOSIDAD</b>
<b>Bueno</b>	<b><math>IRI \leq 6</math></b>
<b>Regular</b>	<b><math>6 &lt; IRI \leq 8</math></b>
<b>Malo</b>	<b><math>8 &lt; IRI \leq 10</math></b>
<b>Muy malo</b>	<b><math>10 \leq IRI</math></b>

*Nota:* Normativas técnicas para la conservación vial según el MTC en 2007.

#### **2.2.2.5 Equipos empleados para la medición del IRI**

A la hora de clasificar los equipos que se utilizan para medir el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) en carreteras, se utilizan cinco clasificaciones principales, según lo indicado por Perera y Kohn (2002). La precisión de los resultados, la rapidez con la que se recopilan los datos y la complejidad del sistema de control son las bases sobre las que se construyen estas categorías. Esta variedad de dispositivos abarca desde medidores portátiles simples hasta sistemas sofisticados montados en vehículos, cada uno con sus ventajas y limitaciones. Esta variabilidad permite adaptarse a las necesidades particulares de cada proyecto y ofrece posibilidades para realizar una evaluación eficaz de la rugosidad de la carretera.

#### **2.2.2.6 Clasificación de equipos para la medición del IRI**

La norma (ASTM E-95098) y documentos técnicos como el número 46 del Banco Mundial, titulado "Directrices para la implementación y calibración de mediciones de

rugosidad de carreteras", son dos ejemplos de publicaciones que tienen un impacto en la categorización de los dispositivos que se utilizan para medir la superficie de las carreteras. Es posible clasificar los equipos de medición en función de las especificaciones que se describen en estas publicaciones. Estas especificaciones incluyen el almacenamiento de datos y la resolución de las mediciones. En la Tabla 5 se muestra una comparación entre la clasificación utilizada por el Banco Mundial y la norma utilizada por la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM). Esta comparación se ofrece con el fin de ayudar a su comprensión y utilización en la evaluación de la rugosidad de las carreteras.

#### 2.2.2.7 Equipo principal para la investigación

Por su facilidad de uso y alto nivel de eficiencia se eligió el rugosímetro MERLIN.

#### EL RUGOSÍMETRO DE MERLIN

#### Figura 4

*Un instrumento conocido como el medidor de rugosidad Merlin*



*Nota:* (Del aguila, 1999)

## PARTES DEL RUGOSÍMETRO DE MERLIN

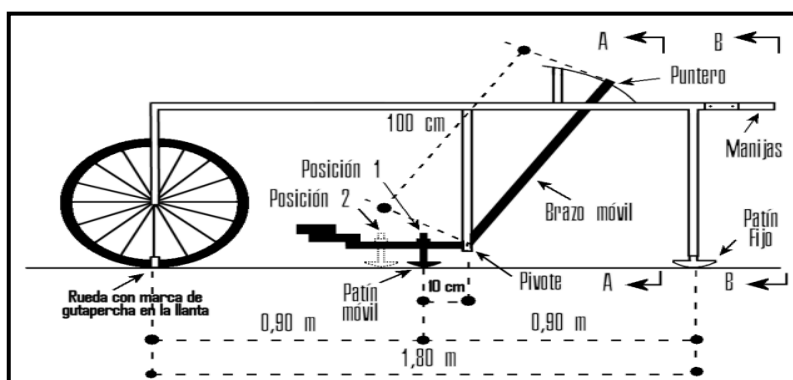
El rugosímetro de merlín consiste en un bastidor simple, compuesto por dos elementos: uno vertical y otro horizontal.

- Características del bastidor:
  - **Componentes verticales:** Hay dos soportes basculantes en los laterales del componente vertical trasero y dos ruedas en el delantero.
  - **Soporte de anclaje:** El soporte del lado derecho asegura el dispositivo al suelo durante su uso, mientras que el soporte izquierdo también es basculante.
- **Facilidad de uso:** El movimiento se facilita gracias a asas unidas al componente horizontal, sin que la barra vertical en el centro toque el suelo.
- **Brazo móvil:** En la parte inferior, un brazo móvil con una almohadilla ajustable permite adaptarse a terrenos irregulares.

Según Del Aguila (1999), la aguja se coloca en el borde del patín del paciente después de ser insertada en la parte superior del brazo.

**Figura 5**

*Componentes del rugosímetro para el producto Merlin*



*Nota:* Una ilustración del perfilómetro estático MERLIN, según lo descrito por Del Aguila (1999).



La escala visual denominada tablero MERLIN tiene cincuenta divisiones y su grosor es de cinco milímetros. Las 25 divisiones superiores están separadas por un espacio, mientras que las 25 divisiones inferiores también lo están. Con esta función es posible registrar el movimiento de los punteros conectados a su borde. La conexión entre el segmento del borde más pequeño de la bisagra del patín móvil y el puntero giratorio es proporcional al número uno a diez. Esto contrasta con la relación entre el puntero giratorio y el segmento. En el patín móvil, un movimiento de un milímetro en dirección vertical equivale aproximadamente a un movimiento de un centímetro en la aguja. Esto se debe a que el patín móvil es más pequeño que la aguja. Es posible encontrar evidencia que respalde esta afirmación. Este enfoque se utiliza, como afirma Del Aguila (1999), que realizó un estudio sobre el tema, para evaluar y registrar la rugosidad de la superficie de la carretera mediante este método.

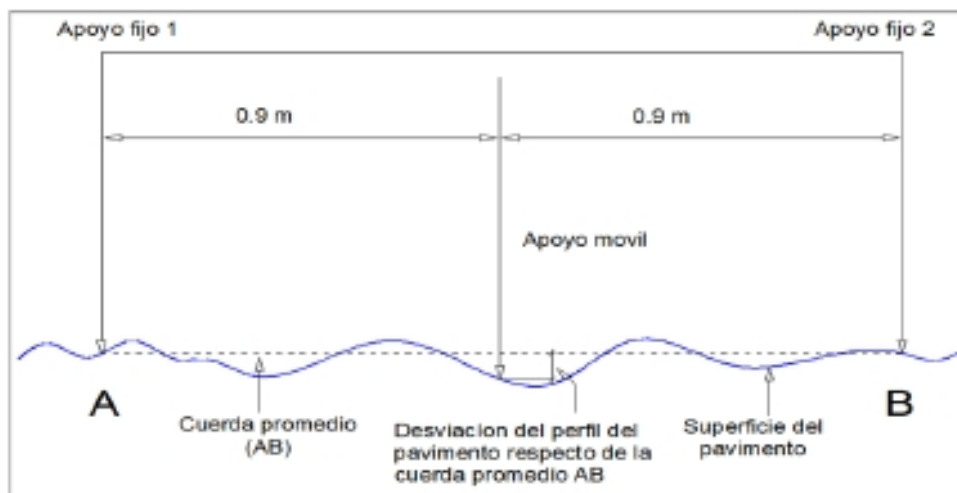
## METODOLOGÍA EMPLEADA PARA DETERMINAR LA RUGOSIDAD

Para llevar a cabo su investigación, el rugosímetro Merlin utiliza una línea central artificial. Esto permite al probador evaluar hasta qué punto se encuentran dispersos los defectos en toda la superficie de la carretera. El desplazamiento vertical que se registra entre la superficie de la carretera y la mitad de una determinada longitud de una línea imaginaria se denomina "desviación cordal media", y utilizamos este término para describirlo. Para determinar la calidad de la carretera, se registra este desplazamiento. Se mide la línea central y se descubre que tiene una longitud media de [insertar longitud aquí]. A intervalos regulares de 200 mediciones, es necesario medir la desviación cordal media de forma continua a lo largo de la trayectoria del rugosímetro. Esto se hace para obtener datos fiables. Esto se hace para garantizar que se obtengan lecturas fiables. Según Del Aguila (1999), a medida que la superficie de la carretera se vuelve más rugosa, se

produce un aumento notable en la variabilidad de los desplazamientos registrados por el instrumento.

### Figura 6

*La diferencia en la superficie del pavimento en comparación con la línea media cuando se espera.*



*Nota:* (Merliner, 1999)

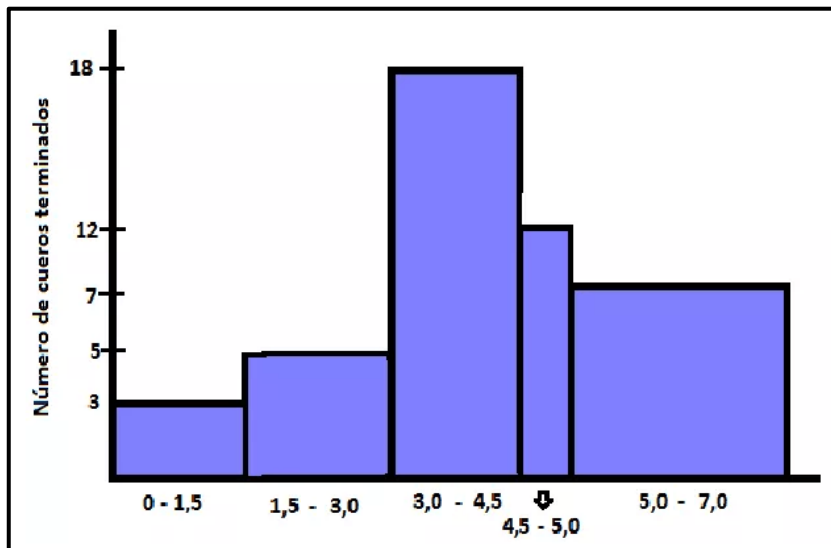
Es importante recopilar continuamente mediciones de doscientas divergencias diferentes durante el proceso de generación del gráfico de distribución de frecuencias. Para calcular el parámetro estadístico "D", que es un reflejo de la rugosidad de la capa superficial, se utilizan unidades de rugosidad después de aplicar una corrección del 10%. Este ajuste requiere recopilar diez puntos de datos de cada lado del gráfico para producir una descripción precisa de la distribución de la rugosidad.

Utilizando una ecuación de correlación particular que establece una conexión entre los dos parámetros, el "D-rank" que se ha obtenido debe transformarse a unidades de Índice de Rugosidad Superficial (IRI). Esta conversión es necesaria para describir la rugosidad en términos de IRI, que es una medida que se utiliza con mayor frecuencia para

evaluar el estado de la superficie de la carretera. Además, es necesaria para ofrecer una comparación más directa con los estándares y criterios de calidad que haya definido.

**Figura 7**

*Gráfica de intervalos de frecuencia de intervalos.*



*Nota:* Adaptada del manual (Merliner, 1999)

## MÉTODO DE SONDEO

Como se muestra en su guía, el Banco Mundial utiliza un sistema de categorización que se compone de cuatro categorías distintas para evaluar la rugosidad. Un perfilómetro estático, también conocido como el método de clase 1, es el proceso que se utiliza para las mediciones con el medidor de rugosidad MERLIN. Este procedimiento fue creado para ser empleado. El alto grado de precisión que posee este método, que ha sido evaluado en 0,98, es uno de los aspectos más destacables de esta metodología. Según los hallazgos de Del Aguila (1999), este método es recomendado por algunos fabricantes con el fin de calibrar instrumentos de medición de rugosidad. Esto probablemente se debe al hecho de que tiene un alto grado de precisión y es útil para medir superficies terrestres utilizando rieles y niveles.

Procedimiento.

Debe haber una asociación entre dos personas para realizar con éxito el examen. El ayudante tiene la tarea de registrar las mediciones en un formato de campo que consiste en una cuadrícula con dimensiones de 20 por 10, como se muestra en la Figura 8. Por otro lado, el operador es responsable de operar el instrumento y recopilar datos que van del 1 al 50. Para garantizar que la prueba de rugosidad se realice con precisión, el operador y el ayudante trabajan juntos para recopilar datos.

**Figura 8**

*Dispositivo de asistencia con el fin de recopilar información.*

<b>Vía:</b>	<b>Ensayo N°:</b>
<b>Sector:</b>	<b>Progresiva:</b>
<b>Huella:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Inspector:</b>	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1											
2											A firmado <input type="checkbox"/>
3											
4											Base granular <input type="checkbox"/>
5											
6											Base imprimada <input type="checkbox"/>
7											
8											Tratamiento bicapa <input type="checkbox"/>
9											
10											Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
11											
12											Carpeta en caliente <input type="checkbox"/>
13											
14											Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
15											
16											Sello <input type="checkbox"/>
17											
18											Otros <input type="checkbox"/>
19											
20											

Para realizar el trabajo de campo de forma eficaz es necesario elegir un tramo de vía de unos 400 metros de longitud y situado en un carril determinado. Al evaluar la rugosidad de una carretera, es necesario observar anomalías en un total de 200 puntos



únicos. Con el fin de generar una lectura, cada registro se registra en una tabla. El rugosímetro MERLIN se utiliza para marcar cada registro en su extremo móvil, y los registros se ubican según el índice bursátil. Cuando se utiliza este método con gran precisión, se garantiza la recopilación de datos precisos y fiables sobre la rugosidad de las superficies de las carreteras.

Para garantizar la precisión y la coherencia de los valores recopilados, es esencial realizar varias observaciones en el segmento en cuestión, a menudo a intervalos de dos metros. Durante el proceso propiamente dicho, estas medidas se preparan teniendo en cuenta la circunferencia de la rueda medidora de rugosidad MERLIN. Estas mediciones se realizan una vez que la rueda ha completado una rotación completa. Se recomienda que la llanta de la rueda esté marcada de forma destacada para poder consultarla fácilmente. Existen tres puntos fijos que sirven de apoyo al dispositivo, que se coloca sobre la calzada en cada observación. Estos puntos son las ruedas delanteras, el soporte trasero inamovible y el estabilizador que ahora se examina. La medición se realiza de forma constante a una velocidad media de dos kilómetros por hora, según los resultados de una investigación realizada por Del Aguila (1999). En 1999 se publicaron los resultados de esta investigación. Mediante el uso de esta estrategia integral, es posible garantizar que la información recogida sobre la rugosidad de la superficie de la carretera sea precisa y consistente.

## DEMOSTRACIÓN DE LAS CORRELACIONES

Es necesaria una investigación en profundidad de los datos producidos tanto por el probador de rugosidad como por el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) para establecer una relación entre las lecturas obtenidas del probador de rugosidad y el propio IRI. Este procedimiento implica evaluar la coherencia y consistencia entre las medidas de



rugosidad superficial y la sensación de calidad del pavimento. Esto facilita la realización de una evaluación precisa del estado de la carretera.

Si el IRI varía en el rango de 2.4 a 15.9

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D_c$$

En caso de que el IRI sea menor a 2.4

$$IRI = 0.0485 \times D_c$$

La evaluación de superficies de asfalto, grava o tierra se lleva a cabo con la ayuda de la fórmula 1, mientras que el examen de la calidad de los pavimentos recién creados se lleva a cabo con la fórmula 2. Es posible establecer una conexión entre los datos producidos por el rugosímetro MERLIN y el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), que es un indicador importante para determinar el estado de carreteras y pavimentos. Ambas ecuaciones permiten establecer esta relación. Estas herramientas simplifican la correlación entre las mediciones de rugosidad superficial y la percepción de la calidad del pavimento, facilitando así la evaluación precisa de su condición.

### CÁLCULO DE RUGOSIDAD

Al realizar un análisis de varianza de los datos recopilados con el rugosímetro MERLIN, es posible determinar el rango D. Esta información se puede representar visualmente mediante el uso de un histograma de frecuencia, que incluye una distribución de las mediciones tomadas con el estilete. Después de eliminar el diez por ciento de los datos, los valores restantes se clasifican en el rango de frecuencia (D). Esto incluye el cinco por ciento más bajo (10 datos) y el cinco por ciento más alto (10 datos) del histograma. La razón de esto es que estos valores se consideran no representativos o con información incorrecta. Por otro lado, las lecturas cercanas a 1 o 50 sugieren que la



superficie es lisa. Es una señal de que la superficie no es rugosa si la indicación de la flecha en el panel del rugosímetro está cerca del rango de 25.

El valor que se recibió del gráfico de frecuencia debe obtenerse multiplicándolo por el valor de cada unidad en el histograma, que es cinco milímetros. Esto es necesario para poder convertir el valor a milímetros (mm), por lo que se utilizará esta escala para calcular la rugosidad MERLIN. Posteriormente, la escala se convierte en el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), que incorpora el escenario completo en sus cálculos. Esta operación es imprescindible para poder evaluar la calidad y el estado de las carreteras y pavimentos. Esta técnica permite una interpretación precisa de los datos que recopila el rugosímetro MERLIN y su conexión con el IRI.

La configuración del factor D está relacionada con la relación del brazo del medidor de rugosidad y comúnmente se establece en una relación que oscila entre 1 y 10. Cuando la plataforma móvil se coloca sobre el suelo, se debe tomar una lectura inicial (por ejemplo, lectura = 25). Además, el rugosímetro debe colocarse de manera que quede nivelado sobre una superficie. Esto facilitará su capacidad para identificar el factor. A continuación, se obtiene una segunda lectura elevando primero la plataforma sobre el soporte y luego bajándola de nuevo hasta la superficie de trabajo. El puntero en el gráfico se mueve de acuerdo con la relación de brazo estándar de 1:10 como resultado de esta aplicación.

Es posible que se utilice la siguiente ecuación para alterar "D" en el caso de que el puntero no coincida con el valor previsto, que se considera ubicado aproximadamente en el campo 12: Se realiza una multiplicación del resultado por el valor de calibración después de que se haya sumado o restado la diferencia entre el valor real y el valor previsto.



$$F.C. = \frac{EP \times 10}{[(LI - LF) \times 5]}$$

**Donde:**

**EP:** *Espesor de la pastilla*

**LI:** *Posición inicial del puntero*

**LF:** *Posición final del puntero*

**F.C.:** *Factor de corrección para el ajuste D*

Según la fórmula que se utiliza para evaluar la rugosidad, el factor de corrección (F.C.) se multiplica por el rango "D" y el resultado se expresa en "unidades MERLIN". Este proceso permite cuantificar y caracterizar la superficie de la carretera o pavimento en cuanto a su textura y suavidad utilizando la escala específica del rugosímetro.

El valor se hallará mediante la expresión a continuación:

$$D_c = D \times F.C. \times RB$$

**Donde:**

**D:** *rango D calculado*

**F.C.:** *Factor de corrección*

**RB:** *Relación de brazos 45*

**DC:** *Rango D corregido*

Dependiendo de la posición del patín en el brazo pivotante, el medidor de rugosidad puede aparecer en dos escenarios diferentes. Es fundamental tener en cuenta este hecho. Debido a que estos factores tienen la capacidad de afectar la forma en que se



recogen las mediciones, es muy necesario tenerlos en cuenta al recopilar información sobre la rugosidad de la carretera.

**Escenario 1:** Los ejes del rugosímetro se colocan en este entorno específico a una distancia convencional de diez centímetros, que sirve como punto de referencia. Este aparato se utiliza principalmente para comprobar superficies recién creadas. Se garantiza que las observaciones serán confiables y consistentes utilizando un índice de apalancamiento que se encuentre dentro del rango de 1 a 10 mientras se realiza la evaluación de la rugosidad de la superficie del pavimento en estas circunstancias particulares.

**Escenario 2:** En la segunda situación, los ejes del rugosímetro se colocan exactamente a veinte centímetros de distancia entre sí. Este proceso está diseñado para determinar el grado de desgaste que se ha producido en las calzadas. En términos de apalancamiento, existe una relación que va de uno a cinco. El valor D en esta configuración debe ajustarse multiplicativamente por un factor de dos para obtener una medición precisa. Este es un punto crucial a tener en cuenta. Al evaluar la rugosidad de las superficies de la carretera que han sido sometidas a un desgaste severo, este ajuste es particularmente importante ya que garantiza lecturas confiables y comparables.

Estos dos ejemplos demuestran la importancia de elegir la configuración adecuada en función del estado de la carretera que se está evaluando, con el fin de poner de relieve las diversas circunstancias en las que entra en juego el rugosímetro MERLIN. Para obtener datos de rugosidad correctos y relevantes, es muy importante realizar modificaciones en la distancia entre ejes y en la relación de apalancamiento con el vehículo, lo que permitirá una evaluación precisa del estado del pavimento, lo que, a su vez, garantizará que las carreteras sigan siendo seguras para su uso. Se utilizan las



expresiones (1) o (2), según el tipo de pavimento que se esté investigando, para calcular la rugosidad en la escala del Índice de Regularidad de Superficie (IRI). Mediante el uso de estas ecuaciones, la rugosidad que se ha medido se puede convertir en unidades MERLIN en la escala de dimensiones IRI. Esta técnica facilita la evaluación del estado de la superficie de la carretera, que también proporciona una medición estandarizada para realizar comparaciones precisas y realizar investigaciones exhaustivas.

Según la escala IRI, se realiza el cálculo de la rugosidad.

(1) o (2) son las expresiones que se utilizan en el proceso de conversión de la rugosidad de las unidades MERLIN a la escala del Índice de Regularidad Superficial (IRI). Esto viene determinado por el tipo de pavimento que se está analizando. Estas ecuaciones proporcionan una conexión entre las mediciones de rugosidad MERLIN y los valores del IRI, lo que permite tener una comprensión más precisa del estado de la superficie de la carretera. Este método, que permite la comparación continua y el análisis detallado, puede utilizarse para lograr el objetivo de lograr una mejor gestión de la infraestructura vial.

### **2.2.3 *Serviciabilidad***

Además, se asocia a la transitabilidad, que es una medida de la calidad de la carretera y del grado en que los usuarios están protegidos y cómodos mientras viajan por la carretera. Hay cinco componentes fundamentales que sustentan esta idea:

1. La construcción de carreteras se realiza con la intención de brindar comodidad y conveniencia a las personas que las utilizan.



2. La impresión y el juicio subjetivos del usuario son el factor principal que se considera al determinar si una ruta es transitable o conveniente. No se pueden encontrar puntos en común para la comparación.
3. La calificación que otorgan las personas que utilizan la carretera se denomina calificación de transitabilidad y refleja la opinión sobre qué tan bien se encuentra la carretera. Esta calificación es un indicador vital del rendimiento de la carretera, ya que se basa en la experiencia subjetiva de los usuarios. En términos de la cantidad de seguridad, comodidad y conveniencia que las personas sienten cuando viajan, se basa en las percepciones y experiencias que tienen los consumidores.
4. Además de la evaluación subjetiva de la aptitud para el servicio del pavimento, existen algunas características físicas del mismo que pueden evaluarse de manera objetiva. Gracias a este vínculo se puede establecer más fácilmente un nivel de servicio respaldado por criterios objetivos."
5. Es posible demostrar el rendimiento de la carretera documentando el historial de uso del pavimento.

Para garantizar la seguridad y la comodidad de las personas que utilizan la carretera, es esencial proteger la integridad de la superficie de la carretera, que a su vez influye en la calidad de la conducción. Esta idea se expresa de forma específica e inequívoca en la PSI, que es una declaración de aptitud para el servicio. En lo que respecta a la gestión y el mantenimiento de la infraestructura vial, la aptitud para el servicio es un componente clave que desempeña un papel fundamental para garantizar que los conductores tengan un viaje seguro y placentero cuando están en la carretera durante todo el tiempo que están al volante.

### 2.2.3.1 Índice de serviciabilidad presente.

Para lograr el objetivo de combinar los elementos estructurales y funcionales de las carreteras, la Asociación Estadounidense de Oficiales de Transporte de Carreteras Estatales (AASHTO) fue pionera en el desarrollo de procedimientos objetivos para monitorear el deterioro del pavimento de las calles. En consecuencia, estos métodos permiten tomar decisiones bien informadas sobre la construcción y el mantenimiento de la infraestructura vial, lo que a su vez permite realizar una evaluación precisa del estado de las carreteras. Esto ayuda a garantizar que la infraestructura se encuentre en excelentes condiciones de funcionamiento y que los usuarios se protejan de cualquier peligro.

En ciertos casos, el término "nivel de servicio" se utiliza para referirse al estado actual del pavimento, que se define como la capacidad del pavimento para cumplir con los requisitos del tráfico vehicular para el cual fue destinado. La escala del Índice de Utilidad se muestra en la Tabla 6. Va desde 0 (que indica que las carreteras son inaccesibles) a 5 (que representa superficies que están en óptimas condiciones) y fluctúa de 0 a 5. Esta escala permite una evaluación sistemática del estado de las carreteras y orienta las decisiones de mantenimiento y rehabilitación.

**Tabla 3**

*Escala de Índice de serviciabilidad*

<b>PSI</b>	<b>TRANSITABILIDAD</b>
0 - 1	Pésimo
1 - 2	Inadecuado
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

*Nota:* (guía AASHTO)



Para llevar a cabo el proceso de evaluación del estado del pavimento mediante el Índice de Servidabilidad del Pavimento (PSI), se realiza un examen visual de la capa superficial del pavimento. Este índice no solo ofrece información sobre el estado funcional o de servicio del pavimento en un período determinado, sino que también permite determinar la capacidad de servicio del pavimento en el momento actual. Si se utiliza para evaluar y mantener el estado de las carreteras, es un dispositivo esencial que garantiza la seguridad y el confort de quienes utilizan las vías. El Índice de Estado del Pavimento (PSI) es una herramienta que ayuda a planificar de manera eficiente las actividades relacionadas con la construcción, el mantenimiento y la rehabilitación del pavimento. En concreto, lo hace proporcionando una imagen clara del estado del pavimento. En consecuencia, esto permite que la infraestructura vial tenga una vida útil más larga y haga un uso más eficiente de los recursos disponibles. Además, permite tomar decisiones informadas sobre la distribución de fondos y la priorización de los proyectos de mantenimiento, lo que contribuye a la gestión de las redes viales de una manera que sea a la vez eficiente y sostenible.

#### ENLACE ENTRE PSI E IRI

Tras la adquisición del IRI, los investigadores tomaron la decisión de calcular el PSI y luego evaluarlo en relación con el IRI. Utilizaron el modelo HDMI II, En 1987, Patterson desarrolló un sistema que ahora se utiliza en varios lugares, entre ellos Brasil, Texas, Sudáfrica y Pensilvania, entre otros. A continuación, se presenta la ecuación que se produjo como consecuencia del vínculo que existe entre los valores del IRI y el PSI:

$$PSI = \frac{5.0}{\exp\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

**Donde:**



**IRI:** *Índice Internacional de Rugosidad*

**PSI:** *Índice de Serviciabilidad Presente*

Los investigadores (Dujisin y Arroyo) recomendaron que se utilizara la siguiente ecuación para incluir la rugosidad en las ecuaciones originales de AASHO. Esto se hizo a la luz del hecho de que la rugosidad es el componente más importante en la capacidad de servicio:

$$PSI = 5.85 - 1.68 \times IRI^{(0.5)}$$

#### **2.2.4 Niveles de servicio**

Desde el inicio de los tiempos, la ingeniería vial ha dependido del nivel de servicio como técnica para establecer una relación entre la cantidad de tráfico y la capacidad de las vías. Según Obando (2014), a partir de la década de 1990, se ha considerado como un indicador crucial para evaluar la gestión del mantenimiento de las carreteras. Este nivel de servicio se ofrece porque es un reflejo de la calidad de la vía y la influencia que tiene en la comodidad y seguridad de los viajeros. Además de los muchos otros elementos que determinan la transitabilidad de la vía, la rugosidad de la superficie y el tiempo de viaje son dos de los aspectos más importantes, y están estrechamente relacionados con ambas circunstancias. En vista de que la geometría de la vía y las características de la superficie de rodadura tienen un efecto en las velocidades a las que se mueve el tráfico, es vital reconocer que la calidad del servicio que se brinda en el área destinada al mantenimiento de la vía varía significativamente en función de estos atributos. Todos los diversos tipos de vehículos y sistemas de transporte que se utilizan en la carretera necesitan que esta conexión se adapte a sus necesidades. Es necesario establecer cuanto antes una relación clara entre los niveles de servicio y las velocidades de funcionamiento habituales. La

adopción de esta estrategia, que permite realizar cambios, permite realizar modificaciones adecuadas para mejorar la eficiencia del transporte y la seguridad de una amplia gama de usuarios de la vía en diversas condiciones.

En total, se pueden elegir tres niveles de servicio distintos:

- **Inadecuado:** Tanto si se trata de un cambio significativo y desfavorable en la velocidad del tráfico como de la existencia de circunstancias de tráfico peligrosas para los vehículos, este fenómeno se puede identificar por sus características principales. Como consecuencia de ello, los vehículos se verán obligados a reducir considerablemente su velocidad, lo que puede obligarles a cambiar de carril o a utilizar los frenos en lugares cruciales a lo largo de todo el recorrido.
- **Aceptable:** Se considera que se ha alcanzado este nivel cuando la velocidad de conducción es muy próxima a la velocidad prevista para la vía (con una reducción de no más del treinta por ciento) y cuando no se influye en la protección de la experiencia de conducción.
- **Bueno:** Es posible conducir en la vía a las velocidades que se decidieron durante la fase de diseño después de haber alcanzado este nivel de servicio. Estas velocidades suelen ser altas y son indicativas de carreteras que se construyeron con altos estándares geométricos.

Un problema importante que debe tenerse en cuenta al abordar el nivel de servicio de la carretera en el nivel de base granular (BVT) es la emisión de polvo que crean los conductores en carreteras que no están pavimentadas. El BVT es un nivel de servicio de la carretera, por lo que es así. Es de suma importancia tener en cuenta esta emisión al



decidir la cantidad de servicio de mantenimiento de carreteras que debe asignarse a las carreteras de este tipo. Esto se debe a que esta emisión tiene la capacidad de influir en la calidad de la conducción y la comodidad de la misma.

El polvo que se crea durante la estación seca no solo contribuye a la contaminación del aire, sino que también tiene el potencial de tener un impacto perjudicial en la salud y la seguridad de quienes viven en los lugares geográficamente cercanos. Esto se debe al hecho de que el polvo es un proceso que ocurre durante todo el proceso de secado. Además, es concebible que tenga un efecto negativo en una amplia variedad de actividades económicas, como la agricultura y la ganadería, y como consecuencia, podría ser perjudicial para una amplia gama de diversos tipos de empresas. Dado que los efectos adversos pueden ser diversos y extensos, desde problemas respiratorios hasta pérdidas económicas significativas, es imperativo que este asunto sea tratado y mitigado de manera apropiada cuando se trata de este asunto.

**Procedencia:** (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)



## CAPÍTULO III

### METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Categoría y nivel de investigación

El método que Fernández, Baptista y Fernández describen en su libro de 2015 “Metodología de la Investigación” dice que este estudio es un ejemplo de investigación cuantitativa a nivel de aplicación. Esta clasificación indica que no se está manipulando ninguna variable de ninguna manera. En este enfoque, se busca aplicar los hallazgos de la investigación en contextos prácticos, sin modificar las variables.

**Nivel descriptivo:** De acuerdo con (Hernández, Sampieri), esta investigación se sitúa en un nivel descriptivo. El propósito de este nivel es llamar la atención sobre los rasgos, atributos y perfiles de los individuos, grupos o fenómenos que se están investigando. Básicamente, se concentra en medir o recolectar información sobre las variables pertinentes sin intentar alterarlas.

Tipo cuantitativo:

La recopilación y el examen de datos es la base de esta metodología, cuyo objetivo es proporcionar respuestas a preguntas de investigación y validar hipótesis que se han



formado en el pasado. Es seguro y fácil descubrir cómo se comporta un grupo de personas utilizando métodos estadísticos que implican contar, calcular números y hacer un uso frecuente de procesos estadísticos.

### 3.2 Diseño de la investigación

**NO EXPERIMENTAL**, La evaluación del estado de las vías sin realizar modificaciones en ellas es el método que se utiliza en esta técnica. Baptista Lucio, Hernández Sampieri y Fernández Collado (2014) son los tres responsables de determinar el grado de servicio que prestan las vías de comunicación. Para llegar a una decisión objetiva sobre la calidad del servicio que ofrecen las vías, es necesario realizar una investigación del estado real de las mismas. Esto se hace sin realizar ningún ajuste que pueda influir potencialmente en los hallazgos.

- Se realizará una descripción minuciosa de las imperfecciones y fallos en las superficies de la carretera.
- Se efectuarán los cálculos necesarios empleando la información recopilada previamente.
- Con los resultados de los cálculos se establecerá el grado de servicio que se brindará en la ruta.
- Se discutirá el enfoque que se utilizó para alcanzar los resultados del estudio.
- Se prevé que se obtendrán conclusiones a partir de los hallazgos del estudio realizado.
- Se presentarán las reflexiones y propuestas que se realizarán para mejorar y optimizar la calidad del servicio que ofrece la carretera.

### 3.3 Descripción del ámbito de estudio de la investigación

#### 3.3.1 Ubicación

##### 3.3.1.1 Ubicación geográfica

Esta ruta se puede encontrar en la región sur del Perú, más específicamente en el departamento de Puno, que se encuentra dentro del distrito de Palca en la provincia de Lampa. En la zona específica de Humpuco Central - Mosojtika, que se encuentra en una región montañosa que se define por su variada topografía y condiciones climáticas únicas, existe una alta concentración del sitio en particular.

Además, la localidad en estudio se distingue por su altitud media de 4.330 metros sobre el nivel del mar, además de estar situada en pleno centro de la Cordillera de los Andes. Estas son las coordenadas geográficas de la región que se estudia.

##### 3.3.1.2 Coordenadas geográficas

El paso inicial en el proceso de adquisición de coordenadas geográficas es el procesamiento de valores UTM, al que luego sigue la conversión de los datos a coordenadas regionales. El proceso de adquisición de coordenadas geográficas requiere una serie de procesos.

**Tabla 4.**

*La ubicación, expresada en coordenadas geográficas*

Localidad	Latitud	
	Sur	Oeste
Inicio (Humpuco)	70° 32' 40"	15° 16' 33"
final (Mosojtika)	70° 30' 46"	15° 17' 52"

*Nota:* Producción individual

### 3.3.1.3 Altitud

Se podría decir que esta zona está situada en medio de la cordillera de los Andes, o más específicamente, en un pueblo que está situado en medio de la cordillera de los Andes. En términos geográficos, esta región pertenece a la cordillera de los Andes:

**Tabla 5**

*Ascenso de los alrededores*

Localidad	Altura (m.s.n.m.)
Inicio (Humpuco)	4010
final (Mosojtika)	4017

*Nota:* Producción individual

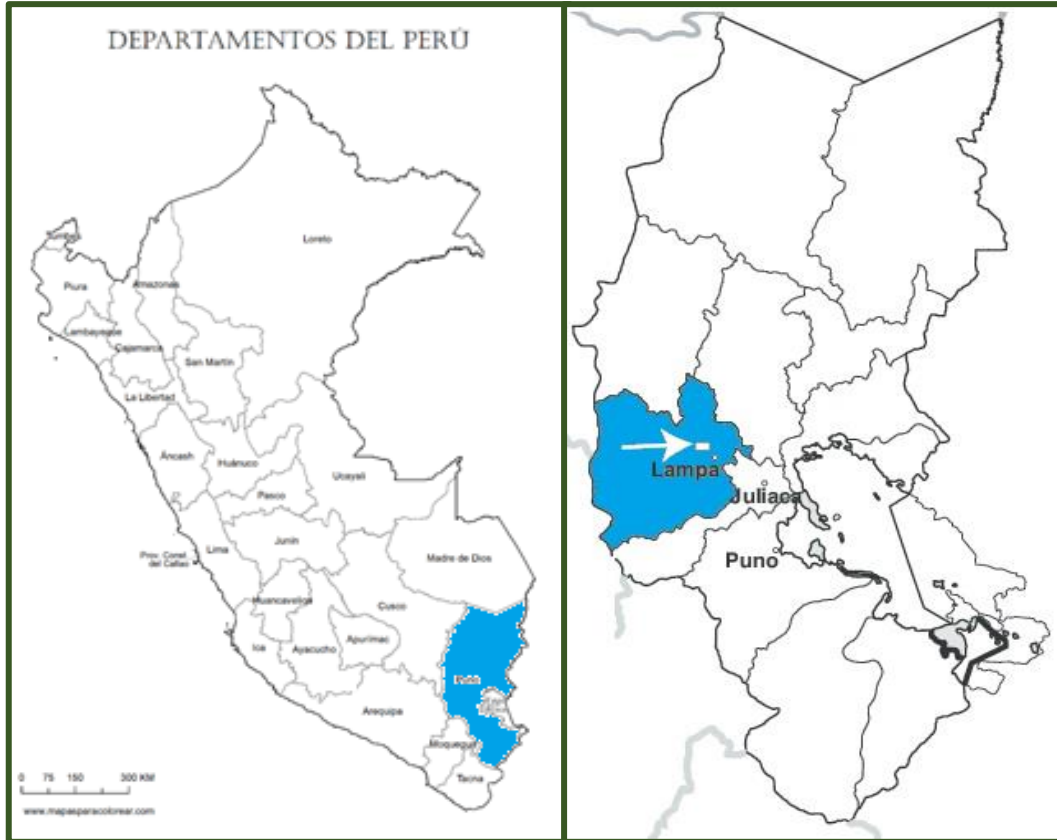
### 3.3.1.4 Ubicación

Es políticamente significativo que el área de estudio esté ubicada en un lugar determinado:

Distrito:	Palca
Provincia:	Lampa
Departamento:	Puno
Región:	Puno

**Figura 9**

*Mapa del Perú y Mapa de Puno.*



*Nota:* Elaboración Personal

**Figura 10**

*Mapa de Lampa – Palca.*



*Nota:* Elaboración Personal

**Figura 11.**

*Mapa del Camino vecinal*



*Nota:* Elaboración Personal



### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

Para la realización de esta investigación se ha utilizado como base una selección de vías de la zona de Puno, todas ellas comparables entre sí en cuanto a sus características, lo que permitirá realizar una comparación y análisis más eficaz de sus condiciones y niveles de servicio.

#### **3.4.2 Muestra**

Esta investigación se centrará en la muestra de la vía local Central Humpuco que se extiende desde el Tramo 00+000 hasta el Kilómetro 06+000 Mosojtika. La ubicación de esta ruta se puede encontrar dentro del municipio de Palca, el cual se ubica dentro de la provincia de Lampa, también conocida como departamento de Puno.

### **3.5 Técnicas, fuentes e instrumentos de investigación para la recopilación de datos**

Con respecto a los problemas que han surgido en términos de seguridad vial en la carretera Central Humpuco – Mosojtika, el propósito principal de este estudio es identificar posibles soluciones a los problemas que se han desarrollado. Además, la investigación se centrará en determinar las evaluaciones de calidad de la carretera que estén de acuerdo con los requisitos del servicio. De acuerdo con los criterios definidos en un término de referencia (TOR), se recopilarán datos sobre la ubicación y se realizará un análisis comparativo. A partir de estas evaluaciones se podrán identificar las áreas que funcionan bien y aquellas que presentan problemas que afectan la calidad de la vía, lo que permitirá obtener datos detallados sobre las cualidades positivas y negativas encontradas en la vía. Como consecuencia de ello se obtendrá una evaluación integral del estado actual

de la vía y se podrán proponer las mejoras pertinentes para mejorar el uso y la seguridad de la ruta.

La investigación contará con la ayuda de una variedad de instrumentos, incluidos los formularios Rugosimeter y MTC, además de hojas de evaluación creadas en Excel. El objetivo de estos estudios será recopilar datos específicos y realizar un estudio en profundidad del estado de la carretera, que incluirá una serie de componentes, como la calidad de la superficie de la carretera, la categorización de los vehículos y la cantidad de mantenimiento de la carretera.

En el ámbito de la evaluación del estado de las carreteras, estos dispositivos han ganado una amplia aceptación y reconocimiento debido a su excepcional eficiencia en la recopilación de datos que son precisos y relevantes. Su uso garantiza la obtención de información detallada que contribuye significativamente al análisis integral de la condición de la carretera.

### **3.6 Autenticidad y confiabilidad del instrumento**

En el desarrollo de este trabajo se han utilizado diversos instrumentos mecánicos de reconocido prestigio, como la “rueda de Merlín” y los formatos proporcionados por el MTC. Además, es de suma importancia indicar que estos instrumentos se encuentran regidos por normas oficiales, a fin de recalcar que están autorizados para realizar mediciones del Índice Internacional de Rugosidad (IRI). No hay necesidad de cuestionar su legalidad y confiabilidad en este entorno específico, ya que se considera que han sido sometidos a métodos de validación y que han pasado por las normas esenciales para su uso. Este permiso oficial, que también actúa como una base sólida para la inspección del estado de la carretera, garantiza que los datos que se adquirieron sean precisos y confiables. Como resultado de la confianza que estos dispositivos tienen en su precisión



y exactitud, es posible realizar una evaluación exacta y completa del estado de la carretera. Los datos que se obtuvieron del estudio se muestran como legítimos y confiables como resultado de esto.

### 3.7 Plan de recopilación y procesamiento de datos

#### 3.7.1 *Condición superficial*

Durante el proceso de construcción del procedimiento que se utilizó para crear los valores de IRI y PSI requeridos, se utilizaron dos métodos distintos en el proceso de fabricación. El IRI fue el foco principal de atención durante la primera fase, que comenzó con la recopilación de datos en el campo y luego pasó al análisis de los datos recopilados. A continuación, el PSI fue el enfoque principal de la segunda fase, y los valores del PSI se generaron a partir de los datos que se habían recopilado en el campo para el IRI en la primera fase. Con el fin de recopilar y analizar ambos índices de manera metódica, esta metodología permitió ejecutar una secuencia que fuera a la vez ordenada y eficiente.

FASE 1: Recolección de datos en el campo con el propósito de calcular el IRI

**Preparación y planificación:** Antes de iniciar el proceso de recopilación de datos, se llevó a cabo una gran cantidad de preparación. La selección de las carreteras o superficies pertinentes para el estudio, la identificación de los equipos e instrumentos esenciales y la capacitación de las personas que serían responsables de la recopilación de datos fueron parte de esta preparación de la investigación. Este proceso garantizó una ejecución eficiente y precisa del levantamiento, al asegurar que se contara con los recursos adecuados y que el personal estuviera debidamente preparado para llevar a cabo sus funciones.

**Equipamiento y calibración:** Para garantizar que las mediciones tomadas fueran precisas, se aseguró de que todo el equipo de medición estuviera en perfectas condiciones y que estuviera calibrado correctamente. Este proceso de aseguramiento de la calidad garantizó que los datos recopilados fueran confiables y precisos, lo que es fundamental para obtener resultados válidos y significativos en el estudio.

**Recopilación de datos en campo:** Para la obtención de los datos necesarios, se utilizaron carreteras creadas específicamente para este fin y se utilizaron herramientas de medición de rugosidad para el procedimiento. La construcción que se describe a continuación se utilizó para que fuera posible capturar las fallas que estaban presentes en áreas particulares de la superficie de la carretera. Con el fin de facilitar el examen y la evaluación de la calidad y el estado de la superficie de la carretera, este enfoque podría utilizarse para recopilar información precisa sobre el estado de la superficie de la carretera.

Una vez concluida la etapa anterior, se realizaron mediciones sucesivas a lo largo de los bordes derecho e izquierdo de la carretera en tramos de al menos trescientos metros de longitud. Fue en un sitio separado donde se obtuvieron estas lecturas. Este procedimiento generó un total de 200 lecturas por cada lado. Esta fase adicional permitió obtener una amplia cobertura de datos, lo que enriqueció el análisis y la comprensión del estado de la superficie de la carretera en esa localización específica.

**Figura 12**

*Formulario para la Recolección de Datos del IRI*

<b>Vía:</b>	<b>Ensayo N°:</b>
<b>Sector:</b>	<b>Progresiva:</b>
<b>Huella:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Inspector:</b>	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												<b>Tipo de Pavimento</b>  Afirmado <input checked="" type="checkbox"/>  Base granular <input type="checkbox"/>  Base imprimada <input type="checkbox"/>  Tratamiento bicapa <input type="checkbox"/>  Carpeta en frio <input type="checkbox"/>  Carpeta en caliente <input type="checkbox"/>  Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>  Sello <input type="checkbox"/>  Otros <input type="checkbox"/>
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

**Tratamiento de datos:** Una vez concluido el procedimiento de recolección de datos, se elaboró una tabla y se generó un histograma haciendo uso de una muestra de cincuenta desviaciones que fueron medidas en campo. Gracias a esta investigación pudimos ver la distribución de los desvíos y adquirir un conocimiento más claro de la variabilidad que estaba presente en la superficie de la carretera. Como consecuencia, se facilitó la interpretación de los datos y el descubrimiento de patrones probables.

**Análisis y validación:** Luego de recopilar los datos con el rugosímetro, se determinó el intervalo de valores y se organizó en un rango de frecuencia (D). A continuación, se eliminó el 5% de los datos de ambos extremos del histograma, lo que condujo a la eliminación de los 10 puntos de datos que conformaban los puntos más bajos

y los 10 puntos de datos que conformaban los puntos más altos del histograma. Además de facilitar la correlación con otras métricas de evaluación de la superficie de la carretera, esta técnica aseguró que el análisis de la distribución de las lecturas de rugosidad fuera preciso.

Se calculó el intervalo corregido ( $D_c$ ) mediante la siguiente fórmula:

$$D_c = FC \times 5 \times D \times RB$$

*Dónde:*

$$FC = 0.95385$$

$$D = 30.667$$

*RB: Relación de brazo = 1*

La ecuación que se presenta en los párrafos siguientes fue utilizada para calcular el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) una vez determinado el Rango Corregido ( $D_c$ ):

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times DC$$

**Generación de informes:** Al concluir esta etapa, se elaboraron informes detallados que incluían los valores del IRI correspondientes a las carreteras o segmentos analizados. En cada una de las regiones que fueron inspeccionadas minuciosamente, los informes proporcionan un análisis completo de las condiciones de la superficie de la carretera. Los datos esenciales que se incluyen en estos informes pueden utilizarse para la toma de decisiones y la ejecución de operaciones de reparación, siempre que realmente se ameriten.

Determinar los valores de PSI, que es la segunda parte del proceso.

Para obtener los valores PSI a partir del IRI se utilizó una fórmula de aproximación recomendada, de acuerdo con la recomendación de Sayers, Gillespie y Quezerz. Esta fórmula en particular se utilizó para calcular los niveles de servicio con base en la información obtenida del Índice de Regularidad de Superficie.

$$PSI = \frac{5.0}{\exp\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

El cálculo del promedio de los valores de IRI de las huellas dactilares derecha e izquierda fue el paso inicial de todo el proceso de aproximación. Después de la recopilación de datos de los valores de IRI de ambas huellas dactilares, se llevó a cabo este paso. A continuación, se realizó la recopilación de los valores de IRI de ambas huellas dactilares, que se llevó a cabo a continuación. El objetivo de este esfuerzo era llegar a un valor de IRI promedio que reflejara perfectamente las condiciones de rugosidad de ambas huellas dactilares. Una vez finalizada esta fase, se evaluó el estado de la superficie de la carretera de una manera más precisa y realista de la situación.

A continuación, se utilizó la fórmula que Sayers, Gillespie y Queiroz habían proporcionado durante el segundo paso del proceso para incluir cada valor de IRI promedio, que coincidía con cada sector de 400 metros de longitud. Con respecto a la técnica, se llevó a cabo este paso en particular. Al llevar a cabo esta acción, que era una posibilidad, es posible determinar los valores de PSI para cada componente individual. Posteriormente, el siguiente paso consistió en calcular el promedio de estos valores de PSI, que se determinó posteriormente. Para ofrecer un ejemplo de los hallazgos relacionados con esta etapa, se utilizó una tabla que se denominó "Tabla N° 13". Una imagen completa del estado de la superficie de la carretera en esos segmentos en particular se presenta mediante los valores de PSI que se muestran en esta tabla. Los valores que se muestran aquí se tomaron de cada área de examen.

### 3.7.2 Nivel de servicio

A cada categoría que incluía los dos factores importantes que se exploraron en el estudio se le asignó un valor numérico, con el fin de analizar los datos. Al parámetro X, que refleja la condición de transitabilidad e indica la cantidad de transitabilidad, se le asignaron tres valores numéricos: tres para "Eficiente", dos para "Regular" y uno para "Deficiente". Al parámetro Y, que denota el nivel de servicio que se proporcionó, se le asignaron las categorías "Óptimo", "Adecuado" y "Deficiente". Pudimos evaluar con precisión la condición actual de las situaciones de tráfico y el grado de servicio en las rutas analizadas, lo que a su vez nos facilitó la realización de un estudio comparativo eficiente. Esta capacidad fue posible gracias al uso de esta tecnología.

**Tabla 6**

*Estados y valores*

ESTADO	VALOR
<b>Eficiente</b>	<b>3</b>
<b>Regular</b>	<b>2</b>
<b>Defectuoso</b>	<b>1</b>

*Nota:* Elaboración Personal

### 3.8 Tabulación y evaluación de datos

Excel fue el principal programa que se utilizó para tabular y analizar los datos recibidos. Antes de comenzar el procesamiento de los datos utilizando la fórmula que se discutió anteriormente, primero se recopilaron los valores relevantes. Para obtener los valores que se buscaban para el estudio, se realizaron los cálculos pertinentes. Luego, los hallazgos se mostraron visualmente mediante diagramas relacionados con cada sección de la muestra una vez que se habían recopilado. Con la ayuda de estos gráficos, que



ofrecían una representación visual de los datos que no solo era comprensible sino también útil, fue posible evaluar y analizar los hallazgos relacionados con la rugosidad de la superficie en ciertas regiones de la carretera en un período de tiempo muy corto. Fue más fácil identificar patrones y tendencias con la ayuda de esta visión general, y también facilitó la toma de decisiones informadas sobre posibles iniciativas de mantenimiento o mejora.

## CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1 resultados

4.1.1 A nivel de la variable *x/i*. capacidad vial

Tabla 7

*Deterioro superficial*

Progresiva	DETERIORIO SUPERFICIAL		
	Deformaciones con huellas / hundimientos	Deformaciones con huellas / hundimientos	Deformaciones con huellas / hundimientos
	<5 cm	entre 5 a 10 cm	>10cm
0+000 KM - 0+400 KM	3	2	1
0+400 KM - 0+800 KM	3	2	1
0+800 KM - 1+200 KM	3	2	1
1+200 KM - 1+600 KM	3	2	1
1+600 KM - 2+000 KM	3	2	1
2+000 KM - 2+400KM	3	2	1
2+400 KM - 2+800 KM	3	2	1
2+800 KM - 3+200 KM	3	2	1
3+200 KM - 3+600 KM	3	2	1
3+600 KM - 4+000 KM	3	2	1
4+000 KM - 4+400 KM	3	2	1
4+400 KM - 4+800 KM	3	2	1
4+800 KM - 5+200 KM	3	2	1
5+200 KM - 5+600 KM	3	2	1
5+600 KM - 6+000 KM	3	2	1
<b>RESULTADO</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>10</b>

A cada porción se le asigna un estado numérico en la Tabla 7, que proporciona un examen detallado de la degradación de la superficie. Se utiliza la escala donde 3

representa óptimo, 2 es adecuado y 1 indica deficiente, lo que permite evaluar la condición de la superficie de manera detallada.

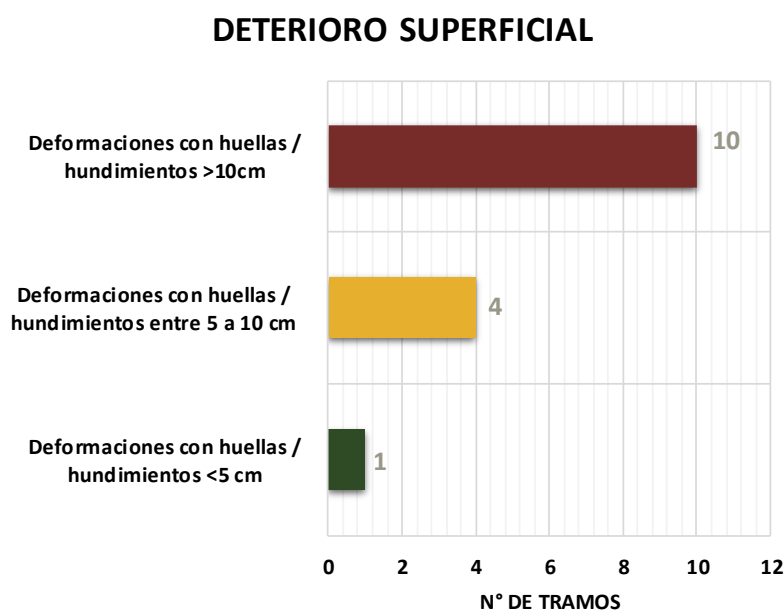
**Tabla 8**

*Resultados del deterioro superficial*

<b>DETERIORO SUPERFICIAL</b>	<b>N° DE TRAMOS</b>	<b>% DE PROPORCIÓN</b>
<i>Deformaciones con huellas / hundimientos &lt;5 cm</i>	<b>1</b>	<b>7%</b>
<i>Deformaciones con huellas / hundimientos entre 5 a 10 cm</i>	<b>4</b>	<b>27%</b>
<i>Deformaciones con huellas / hundimientos &gt;10cm</i>	<b>10</b>	<b>67%</b>
<i>Total</i>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Figura 13**

*Resultado del deterioro superficial – tramos*

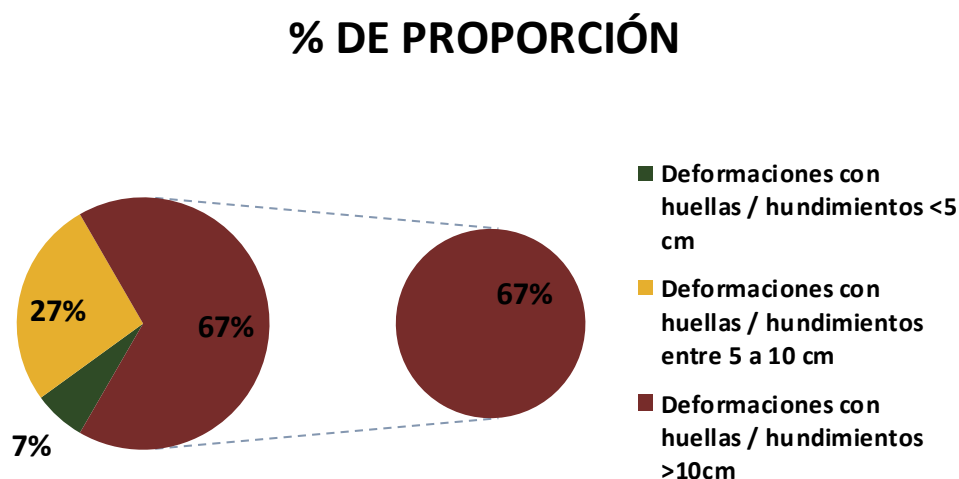


Se ha observado que diez tramos de la carretera rural presentan deformaciones superiores a diez centímetros, cuatro tramos presentan deformaciones que oscilan entre

cinco y diez centímetros y un tramo presenta deformaciones inferiores a cinco centímetros. Una representación de estos datos se puede ver en la Figura 13.

**Figura 14**

*Resultado del deterioro superficial – porcentajes*



Según la figura 14, el 67% del camino vecinal presenta un estado deficiente, el 27% está en un estado adecuado, mientras que solo el 7% se considera óptimo. Esto destaca la necesidad de mejoras significativas en la mayoría de la vía para garantizar condiciones seguras y eficientes de tránsito.

**Tabla 9**

*Puntuación del índice de rugosidad internacional (IRI)*

Progresiva	IRI(m/km)			Transitabilidad
	Huella Izquierda	Huella Derecha	Promedio	
0+000 KM - 0+400 KM	6.9	6.8	6.85	Regular
0+400 KM - 0+800 KM	7.6	7.3	7.45	Regular
0+800 KM - 1+200 KM	8.25	6.58	7.42	Regular
1+200 KM - 1+600 KM	8.15	7.48	7.82	Regular
1+600 KM - 2+000 KM	7.35	8.87	8.11	Defectuoso
2+000 KM - 2+400KM	6.48	7.59	7.04	Regular
2+400 KM - 2+800 KM	7.57	8.78	8.18	Defectuoso
2+800 KM - 3+200 KM	8.77	9.02	8.90	Defectuoso
3+200 KM - 3+600 KM	9.34	8.48	8.91	Defectuoso
3+600 KM - 4+000 KM	8.46	7.79	8.13	Defectuoso
4+000 KM - 4+400 KM	7.89	8.74	8.32	Defectuoso
4+400 KM - 4+800 KM	8.59	8.24	8.42	Defectuoso
4+800 KM - 5+200 KM	8.77	7.48	8.13	Defectuoso
5+200 KM - 5+600 KM	7.12	8.8	7.96	Regular
5+600 KM - 6+000 KM	8.9	9.45	9.18	Defectuoso
<b>PROMEDIO =</b>			<b>8.05</b>	<b>Defectuoso</b>

La Tabla 9, que contiene información tanto de la banda de rodadura izquierda como de la derecha del neumático, ofrece un estudio completo del Índice Internacional de Rugosidad (IRI). Este análisis se muestra en la tabla. Se calcula el promedio de estos datos para que puedan utilizarse en los gráficos que se muestran a continuación.

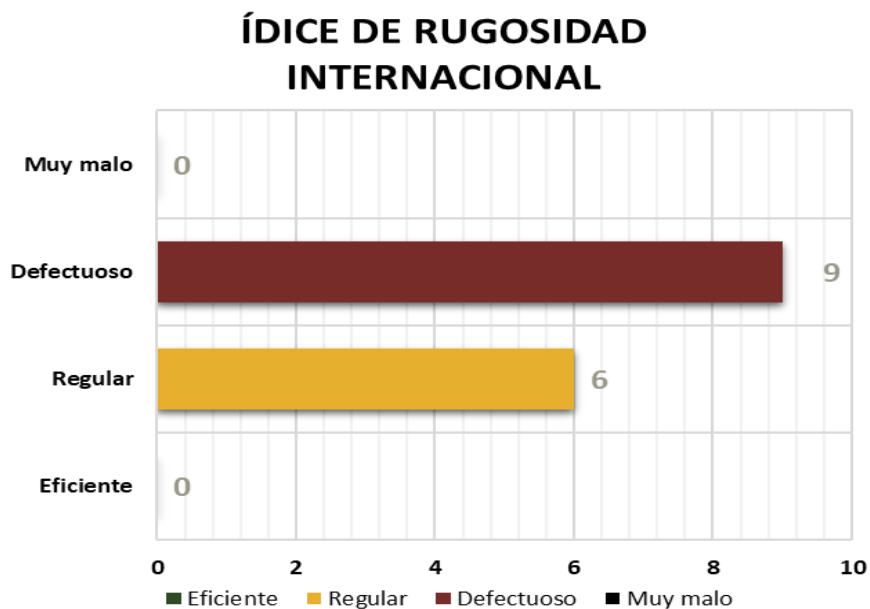
**Tabla 10**

*Los resultados del Índice Internacional de Regularidad*

<i>Índice de rugosidad internacional</i>	N° de tramos	% de proporción
<i>Eficiente</i>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<i>Regular</i>	<b>6</b>	<b>40%</b>
<i>Defectuoso</i>	<b>9</b>	<b>60%</b>
<i>Muy malo</i>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<i>Total</i>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Figura 15**

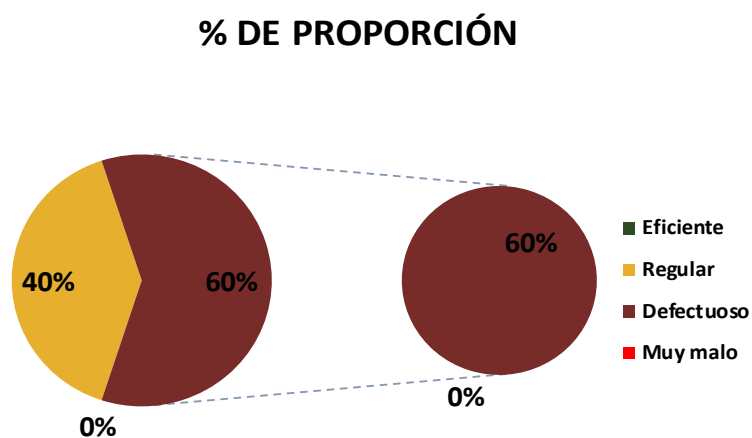
*De acuerdo con los resultados del Índice Internacional de Regularidad, las siguientes partes*



La figura 15 muestra que la irregularidad de la ruta se encuentra en pésimas condiciones en nueve diferentes tramos de la carretera rural, mientras que el estado normal está presente en seis secciones diferentes.

**Figura 16**

*Los resultados del Índice Internacional de Regularidad, expresados en porcentaje*



El sesenta por ciento de los elementos examinados se encuentran en un estado considerado como pésimo e insatisfactorio, como se muestra en la figura 16. El cuarenta por ciento restante de los componentes se encuentran en un estado considerado como regular. Esto sugiere la predominancia de condiciones de viaje que pueden ser problemáticas en una proporción significativa de los elementos evaluados.

**Tabla 11***Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)*

Progresiva	IRI Prom. (m/km)	PSI	Transitabilidad
0+000 KM - 0+400 KM	6.85	1.44	Defectuoso
0+400 KM - 0+800 KM	7.45	1.29	Defectuoso
0+800 KM - 1+200 KM	7.42	1.3	Defectuoso
1+200 KM - 1+600 KM	7.82	1.21	Defectuoso
1+600 KM - 2+000 KM	8.11	1.14	Defectuoso
2+000 KM - 2+400KM	7.04	1.39	Defectuoso
2+400 KM - 2+800 KM	8.18	1.13	Defectuoso
2+800 KM - 3+200 KM	8.9	0.99	Muy malo
3+200 KM - 3+600 KM	8.91	0.99	Muy malo
3+600 KM - 4+000 KM	8.13	1.14	Defectuoso
4+000 KM - 4+400 KM	8.32	1.1	Defectuoso
4+400 KM - 4+800 KM	8.42	1.19	Defectuoso
4+800 KM - 5+200 KM	8.13	1.14	Defectuoso
5+200 KM - 5+600 KM	7.96	1.18	Defectuoso
5+600 KM - 6+000 KM	9.18	0.94	Muy malo
<b>PROMEDIO =</b>		<b>0.88</b>	<b>Defectuoso</b>

En una escala que va de 0 a 1 (Muy malo), 1 a 2 (Defectuoso), 2 a 3 (Regular), 3 a 4 (Eficiente) y 4 a 5 (Muy excelente), la Tabla 11 presenta un examen exhaustivo del PSI. Los datos se clasifican según la categoría correspondiente. También se realiza un examen de las diferencias y similitudes entre el IRI y el PSI.

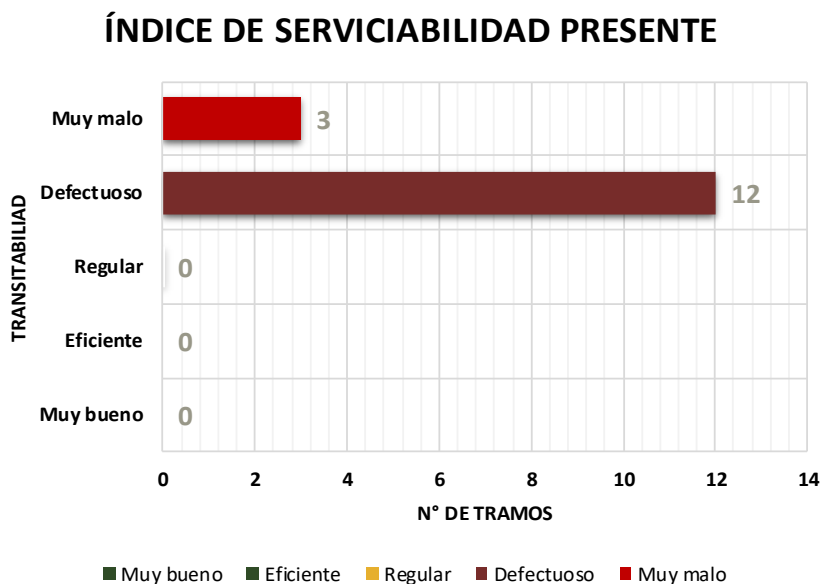
**Tabla 12**

Por favor proporcione los resultados del Índice de Servicio (PSI).

<i>ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD</i>	<i>N° DE TRAMOS</i>	<i>% DE PROPORCIÓN</i>
<b>PRESENTE</b>		
<i>Muy bueno</i>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<i>Eficiente</i>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<i>Regular</i>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<i>Defectuoso</i>	<b>12</b>	<b>80%</b>
<i>Muy malo</i>	<b>3</b>	<b>20%</b>
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Figura 17**

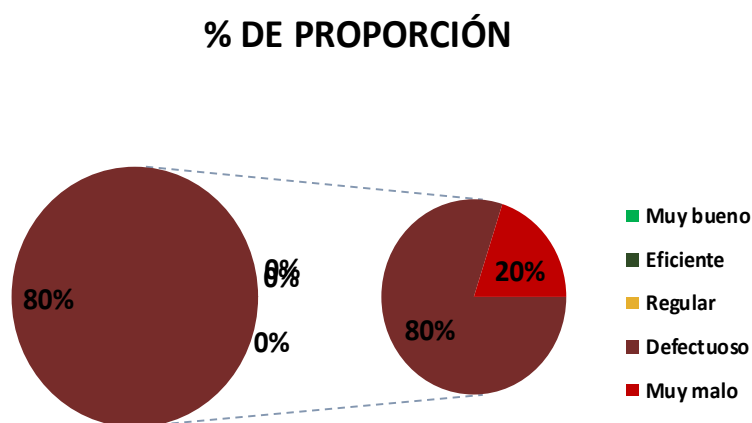
Estos son los resultados del Índice de Servidabilidad (PSI), desglosados en partes



Tras analizar los datos que se muestran en la Figura 17, se ha llegado a la conclusión de que tres tramos de la carretera local se encuentran en un estado muy pésimo, mientras que doce secciones se encuentran en un estado considerado como malo. Por lo tanto, es evidente que son necesarias medidas de mantenimiento oportunas para mejorar el estado de la carretera. Esto es evidente a la luz de los hallazgos.

### Figura 18

*Presentar los resultados del Índice de Servidumbre (PSI), expresado en porcentaje*



Según la figura 18, el 25% de los elementos evaluados muestran una serviciabilidad de recorrido en estado muy malo, mientras que el 80% restante se encuentra en un estado defectuoso o también considerado malo. A la vista de estos hallazgos, parecería que la mayoría de los escenarios de viaje requieren realizar adaptaciones considerables para garantizar la seguridad y la comodidad de los usuarios.

#### 4.1.2 A nivel de la variable y/i. nivel de servicio

**Tabla 13**

*Velocidad y tiempo de recorrido*

PROGRESIVA (KM)	NIVELES DE SERVICIO		
	VELOCIDAD Y TIEMPO DE RECORRIDO		
	EFICIENTE	REGULAR	DEFECTUOSO
0+000 KM - 0+400 KM	3	2	1
0+400 KM - 0+800 KM	3	2	1
0+800 KM - 1+200 KM	3	2	1
1+200 KM - 1+600 KM	3	2	1
1+600 KM - 2+000 KM	3	2	1
2+000 KM - 2+400KM	3	2	1
2+400 KM - 2+800 KM	3	2	1
2+800 KM - 3+200 KM	3	2	1
3+200 KM - 3+600 KM	3	2	1
3+600 KM - 4+000 KM	3	2	1
4+000 KM - 4+400 KM	3	2	1
4+400 KM - 4+800 KM	3	2	1
4+800 KM - 5+200 KM	3	2	1
5+200 KM - 5+600 KM	3	2	1
5+600 KM - 6+000 KM	3	2	1
<b>RESULTADO</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>11</b>

En la Tabla 13 se incluye información detallada sobre el grado de servicio proporcionado por la carretera, incluida la velocidad y el tiempo de viaje. Estos datos proporcionan una visión integral del estado de cada sección de la carretera en términos de su funcionalidad y seguridad para los usuarios.

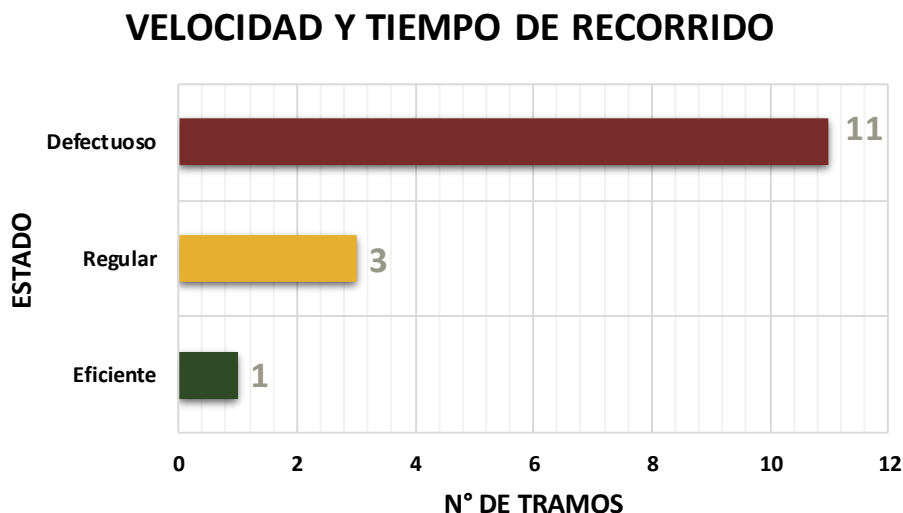
**Tabla 14**

*Resultado de la velocidad y tiempo de recorrido*

VELOCIDAD Y TIEMPO DE RECORRIDO	Nº DE TRAMOS	% DE PROPORCIÓN
<i>Eficiente</i>	1	7%
<i>Regular</i>	3	20%
<i>Defectuoso</i>	11	73%
<i>Total</i>	15	100%

**Figura 19**

*Rendimiento en términos de velocidad y tiempo de viaje – piezas*

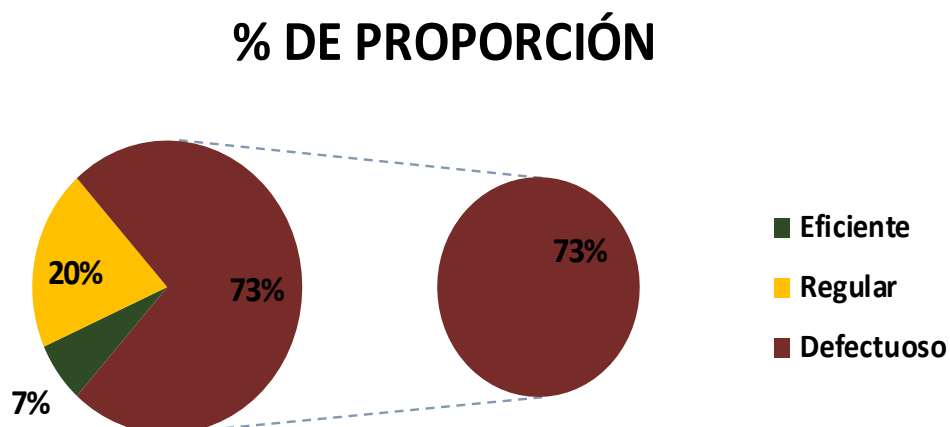


De acuerdo con los datos que se muestran en la Figura 19, once de los tramos de carreteras nacionales tienen una combinación de velocidad y duración del viaje que no es ideal, tres de los tramos se encuentran en condiciones normales y uno de los tramos se considera eficiente u óptimo.

**Figura**

**20**

La consecuencia de la velocidad y el tiempo de viaje, expresado en porcentaje



La figura 20 indica que el 25% de los elementos evaluados presentan una velocidad y tiempo de recorrido defectuosos, el 20% está en un estado regular o adecuado, y sólo el siete por ciento se considera eficiente en términos de tiempo de viaje y velocidad.

**Tabla 15**

*Por la capacidad de moverse libremente*

PROGRESIVA (KM)	NIVELES DE SERVICIO		
	LIBERTAD DE MANIOBRAR		
	EFICIENTE	REGULAR	DEFECTUOSO
0+000 KM - 0+400 KM	3	2	1
0+400 KM - 0+800 KM	3	2	1
0+800 KM - 1+200 KM	3	2	1
1+200 KM - 1+600 KM	3	2	1
1+600 KM - 2+000 KM	3	2	1
2+000 KM - 2+400KM	3	2	1
2+400 KM - 2+800 KM	3	2	1
2+800 KM - 3+200 KM	3	2	1
3+200 KM - 3+600 KM	3	2	1
3+600 KM - 4+000 KM	3	2	1
4+000 KM - 4+400 KM	3	2	1
4+400 KM - 4+800 KM	3	2	1
4+800 KM - 5+200 KM	3	2	1
5+200 KM - 5+600 KM	3	2	1
5+600 KM - 6+000 KM	3	2	1
<b>RESULTADO</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>11</b>

Existe una gran cantidad de información sobre el grado de servicio proporcionado por la carretera en términos de libertad de movimiento que se proporciona en la Tabla 15. Con el uso de esta información se proporciona una evaluación detallada del estado actual de cada tramo de la vía, con énfasis en la capacidad de la misma para ofrecer seguridad y funcionalidad a las personas que acceden a ella.

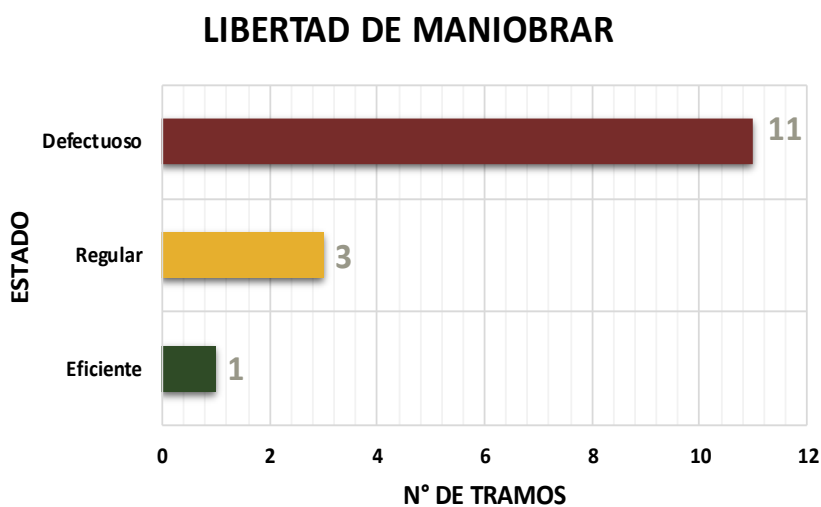
**Tabla 16**

*Como consecuencia tanto de la velocidad como del tiempo de viaje*

<i>LIBERTAD DE MANIOBRAR</i>	<b>N° DE TRAMOS</b>	<b>% DE PROPORCIÓN</b>
<i>Eficiente</i>	<b>1</b>	<b>7%</b>
<i>Regular</i>	<b>3</b>	<b>20%</b>
<i>Defectuoso</i>	<b>11</b>	<b>73%</b>
<i>Total</i>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Figura 21**

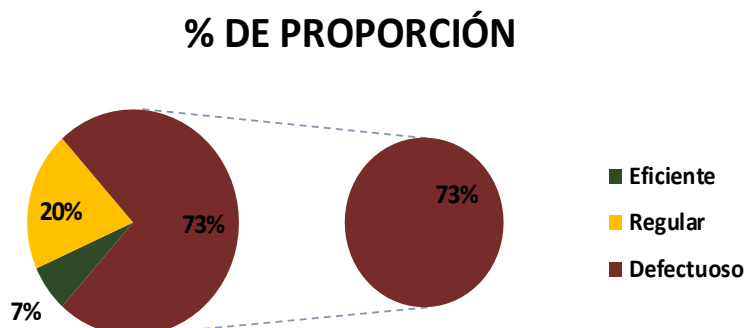
*El resultado final de la libertad de movimientos: muchas partes*



Hay 11 tramos de la vía local que se consideran con defectos, tres tramos que se consideran regulares y un tramo que se identifica como ideal, esto se puede ver en la Figura 21. En varios tramos de la carretera local se pueden encontrar una serie de situaciones distintas, como lo muestra esto.

**Figura 22**

*Resultado de libertad de maniobras-porcentaje*



Los datos que se muestran en la Figura 22 indican que el 73% de la libertad de movimiento se encuentra en mal estado, el 20% se encuentra en estado normal y el resto se considera en buen estado. Esto demuestra que la mayoría de las condiciones de las carreteras investigadas no proporcionan un entorno propicio para la libertad de movimiento.

**Tabla 17**

*Los resultados de la seguridad vial*

PROGRESIVA (KM)	NIVELES DE SERVICIO		
	SEGURIDAD VIAL		
	EFICIENTE	REGULAR	DEFECTUOSO
0+000 KM - 0+400 KM	3	2	1
0+400 KM - 0+800 KM	3	2	1
0+800 KM - 1+200 KM	3	2	1
1+200 KM - 1+600 KM	3	2	1
1+600 KM - 2+000 KM	3	2	1
2+000 KM - 2+400KM	3	2	1
2+400 KM - 2+800 KM	3	2	1
2+800 KM - 3+200 KM	3	2	1
3+200 KM - 3+600 KM	3	2	1
3+600 KM - 4+000 KM	3	2	1
4+000 KM - 4+400 KM	3	2	1
4+400 KM - 4+800 KM	3	2	1
4+800 KM - 5+200 KM	3	2	1
5+200 KM - 5+600 KM	3	2	1
5+600 KM - 6+000 KM	3	2	1
<b>RESULTADO</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>11</b>

En la Tabla 17, que contiene toda la información pertinente, se ofrece un análisis exhaustivo del nivel de servicio de las carreteras en materia de seguridad vial. Esta información proporciona una evaluación integral del estado actual de cada parte de la carretera, destacando la seguridad y el funcionamiento de la carretera para quienes la utilizan.

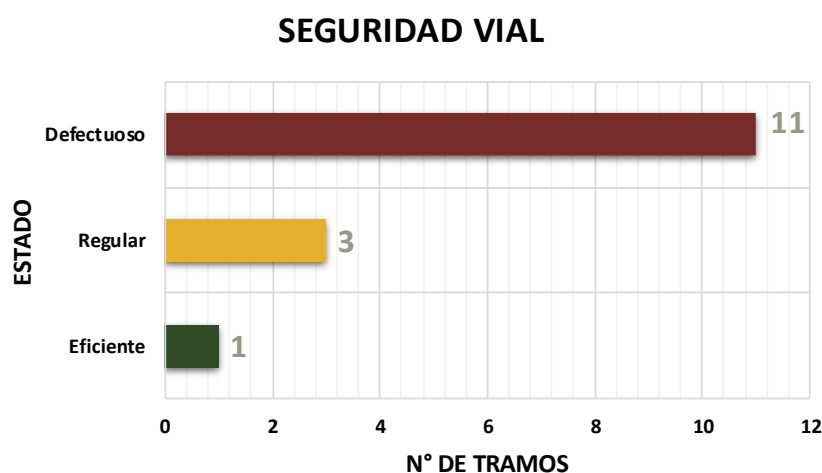
**Tabla 18**

*Los resultados de la seguridad vial*

<i>SEGURIDAD VIAL</i>	<b>Nº DE TRAMOS</b>	<b>% DE PROPORCIÓN</b>
<i>Eficiente</i>	<b>1</b>	<b>7%</b>
<i>Regular</i>	<b>3</b>	<b>20%</b>
<i>Defectuoso</i>	<b>11</b>	<b>73%</b>
<i>Total</i>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Figura 23**

*Resultado de Seguridad Vial- Tramos*

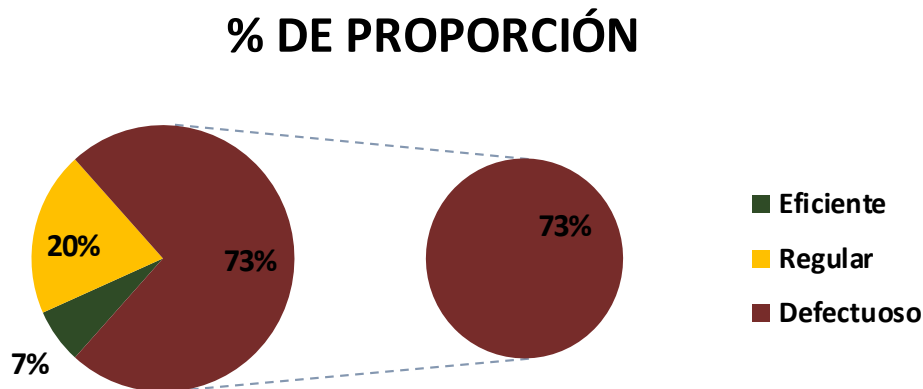


Se ha observado que once tramos de la carretera local se encuentran en estado de falla, tres secciones se encuentran en estado regular y una sección se considera en buen estado. Estos resultados se muestran en la Figura 23, que muestra que se han identificado

los hallazgos. Esto sugiere una variedad de condiciones a lo largo del camino vecinal, con algunos tramos necesitando mejoras significativas.

**Figura 24.**

*Resultado de seguridad vial-porcentaje*



El setenta y tres por ciento de la seguridad vial se encuentra en mal estado, el veinte por ciento es regular y el siete por ciento se considera excelente o eficiente. Esta información se muestra en la Figura 24.

#### 4.2 Discusión

1. La evaluación del recorrido revela que la vía presenta oscilaciones en su ancho, con medidas entre 3,10 y 4,10 metros, y transcurre por terrenos difíciles con pendientes que van desde el 8,40% al 0,80%. Este terreno accidentado plantea desafíos para la infraestructura vial, requiriendo cuidadosa planificación y mantenimiento para garantizar la seguridad y eficiencia del tráfico. Las variaciones en la anchura y las pendientes pronunciadas pueden afectar la experiencia de conducción y la estabilidad de la carretera, subrayando la importancia de considerar estos factores en el diseño y gestión de la vía.



2. Es preocupante que los resultados del estudio de estado de la superficie indiquen que el setenta por ciento de la carretera Central Humpuco - Mosojtika presenta un estado de superficie catalogado como malo o defectuoso, lo que genera problemas en cuanto a la resistencia estructural y la seguridad de la vía. Este escenario presenta cuestiones sustanciales que deben resolverse lo antes posible para garantizar la seguridad de quienes utilizan la vía y prolongar su vida útil.
  
3. Además, se ha descubierto que la calidad del servicio en el 73% de las carreteras es inadecuada, lo que afecta gravemente no sólo al placer de conducir, sino también a la seguridad de quienes utilizan la carretera. Al tomar en cuenta estos hallazgos, se hace evidente que se requieren acciones urgentes para mejorar no sólo el estado de la carretera, sino también la calidad del servicio que presta. El objetivo de este esfuerzo es lograr que se alcancen las condiciones ideales para la circulación y la protección de las personas que viajan por la vía.

**Tabla 19**

*Evaluación final del camino a recorrer.*

Progresiva		Tipo de Terreno	Pendiente (%)		Ancho Superf. Rodadura
Del Km	Al Km		Mín.	Máx.	
0+000	0+400	1	0.8	1.8	3.9
0+400	0+800	1	2.1	2.9	3.8
0+800	1+200	3	5.4	6.1	3.5
1+200	1+600	2	4.7	5.5	3.7
1+600	2+000	3	7.1	7.8	3.2
2+000	2+400	2	4.4	6.8	4.1
2+400	2+800	2	3.1	5.4	3.6
2+800	3+200	2	4.2	5.7	3.4
3+200	3+600	2	4.9	5.5	3.9
3+600	4+000	3	6.4	7.7	4.1
4+000	4+400	3	7.5	8.1	3.4
4+400	4+800	3	7.6	8.3	3.1
4+800	5+200	3	6.3	7.1	3.7
5+200	5+600	3	6.7	7.2	3.2
5+600	6+000	3	7.3	8.4	4.1
<b>TIPO DE TERRENO</b>		Plano (Tipo 1)	Ondulado (Tipo 2)	Accidentado (Tipo 3)	Escarpado (Tipo 4)
<b>Pendiente longitudinal</b>		p% < 3%	3% > p% < 6%	6% > p% < 8%	p% < 8%

**Tabla 20**

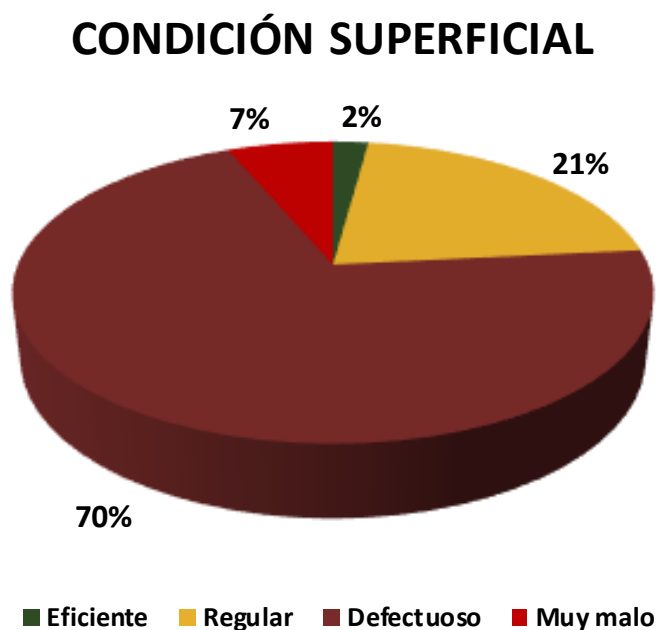
*Una evaluación definitiva del estado de la superficie*

CONDICIÓN SUPERFICIAL	Eficiente	Regular	Defectuoso	Muy malo
Deterioro superficial	1	4	12	0
Índice de Rugosidad Internacional	0	6	9	0
Índice de Serviciabilidad Presente	0	0	12	3
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>33</b>	<b>3</b>
<b>Total %</b>	<b>2%</b>	<b>21%</b>	<b>70%</b>	<b>6%</b>

En cuanto al deterioro de la superficie, el Índice Internacional de Carreteras y el PSI, la información recopilada y que se muestra en la Tabla 20 corresponde al estado de la superficie. Un tramo de la carretera se presenta como en excelente estado, diez tramos se presentan como en estado aceptable, treinta y tres tramos se presentan como en estado inadecuado o defectuoso y tres tramos se presentan como en muy mal estado. Esta composición tiene como objetivo proporcionar una evaluación integral del estado de la carretera.

**Figura 25**

*El resultado de la condición de la superficie*



El 7 por ciento de las carreteras locales se encuentran en muy mal estado, el 70 por ciento están en malas condiciones, el 21 por ciento están en buenas condiciones y el 2 por ciento están en excelentes condiciones, como se muestra en la Figura 25.

**Tabla 21**

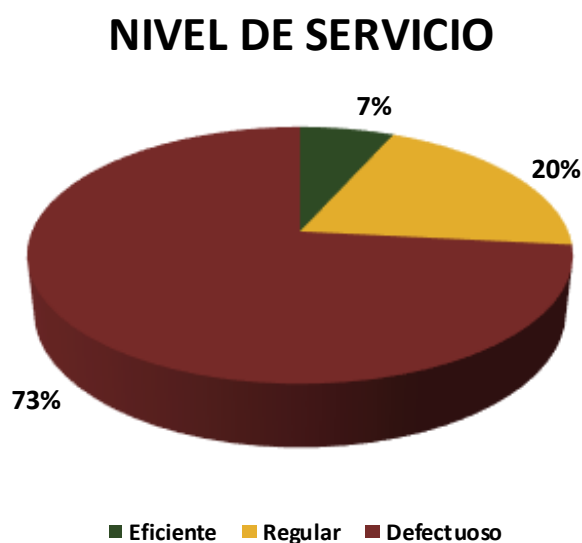
*Conclusiones y recomendaciones sobre el Nivel de Servicio*

NIVEL DE SERVICIO	Eficiente	Regular	Defectuoso
<b>Velocidad y tiempo recorrido</b>	1	3	11
<b>Libertad de maniobras</b>	1	3	11
<b>Seguridad Vial</b>	1	3	11
<b>Total</b>	3	9	33
<b>Total %</b>	7%	20%	73%

La información recopilada se recopila en la Tabla 21, la cual revela que el nivel de servicio se evalúa con base en factores como el tiempo y la velocidad de viaje, además de la libertad de movimiento y la seguridad de la infraestructura vial. Es posible tener un conocimiento cabal del estado de la vía al observar treinta y cuatro tramos que se encuentran en condiciones inadecuadas, quince tramos que se encuentran en condiciones aceptables y seis tramos que se encuentran en condiciones excelentes.

**Figura 26**

*El resultado del nivel de servicio*





La figura 26 revela que el 73% del camino vecinal muestra un nivel de servicio defectuoso, mientras que el 20% se considera regular y el 7% restante se clasifica como bueno. Si queremos ofrecer la mejor calidad de servicio posible, estos datos demuestran que es necesario mejorar la infraestructura vial.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Según los hallazgos de la investigación, el ancho de la vía es variable, siendo el ancho promedio de 3,42 metros y oscilaciones que van desde los 3,10 hasta los 4,10 metros. Estos datos son fundamentales para la toma de decisiones en el diseño y gestión de la vía, especialmente en lo que respecta a la seguridad y eficiencia de la misma en momentos de alta demanda de tráfico. Además, la inspección minuciosa de la vía que une Humpuco Central con Mosojtika en Puno indica que la superficie se ha hundido más de diez centímetros, lo que es un indicio de que la superficie ha sufrido daños importantes. Con un Índice de Transitabilidad (PSI) de 1,17, lo que indica una mala calidad, el tramo que se extiende desde el punto de inicio hasta el kilómetro 06+000 en el año 2024 presenta un Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 8,05, lo que indica que la superficie es regular. Existe una necesidad inmediata de intervención para mejorar tanto la rugosidad como la transitabilidad de la vía, como lo demuestran los valores máximos de IRI (9,14) y PSI (1,44), que indican circunstancias muy desfavorables.

**SEGUNDA:** El descubrimiento, que da credibilidad a la idea que se ha comentado anteriormente, respalda la idea de que existe una relación entre el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) y el Índice de Resistencia a la Circulación (PSI) que se produce en sentido inverso. Como consecuencia de ello, resulta evidente que hay que garantizar que la superficie de la



carretera sea lisa para preservar la calidad de la misma y proporcionar una experiencia de conducción que sea a la vez segura y eficiente.

**TERCERA:** Los niveles insatisfactorios de servicio de las carreteras dan lugar a una variedad de resultados inconvenientes, entre ellos, la incomodidad de los usuarios durante el viaje, preocupaciones sobre la seguridad de las carreteras y un aumento en la cantidad de tiempo que se necesita para viajar. La necesidad de abordar estas dificultades para mejorar la experiencia de viaje y garantizar la seguridad de los usuarios queda claramente evidenciada por los desafíos que se presentan a continuación.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Se recomienda tomar medidas urgentes para contrarrestar los efectos de estas causas, ya que la superficie de la carretera entre Central Humpuco y Mosojtika se encuentra en un proceso de degradación y hundimiento. Tanto el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) como el Índice de Transitabilidad (PSI) experimentarán un aumento como consecuencia de esta circunstancia particular. Se deben realizar mantenimientos preventivos y reparaciones de manera regular para devolver la carretera a su estado anterior. Para aumentar la eficacia de la carretera en términos de transitabilidad y garantizar la seguridad de quienes la utilizan, se debe brindar la máxima prioridad a la suavidad de la superficie de la carretera. En el tramo de la ruta Central Humpuco - Mosojtika que se extiende desde el punto de partida hasta el kilómetro 06+000, se ha desarrollado un plan para investigar la posibilidad de utilizar el aditivo PROES. Aumentar los índices de rugosidad y transitabilidad de la carretera es el propósito de esta medida, que tiene como objetivo mejorar las carreteras.

**SEGUNDA:** Es fundamental mantener una superficie lo más uniforme posible para mejorar el Índice de Transitabilidad Vial (PSI), lo que a la larga se traducirá en un aumento de la transitabilidad. Esto también ayudará a reducir el Índice Internacional de Rugosidad (IRI). Se recomienda implementar técnicas de mantenimiento de caminos de tierra, como el riego periódico para reducir el polvo y la compactación del suelo para disminuir los baches y hundimientos. Además, la nivelación regular de la superficie puede ayudar a mantenerla suave y uniforme. Estas medidas



contribuirán a una experiencia de conducción más segura y eficiente en vías sin pavimentar.

**TERCERA:** Como resultado del nivel inadecuado de servicio vial, se recomienda implementar mejoras lo antes posible. Se recomienda que estas mejoras incluyan la creación de infraestructura vial, la mejora de la seguridad vial y la optimización del diseño para abordar los problemas de incomodidad, inseguridad y prolongación de los tiempos de viaje.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejos Perez, M. & Caceres Vidal, J. C. (2016). *"Alternativas para la transitabilidad al anexo Huacacorral del distrito de Guadalupito –Viru – La Libertad .La libertad, Perú"*.
- Al-Kaisy, A. (2006). Passenger Car Equivalents for Heavy Vehicles at Freeways and. (s.f.).
- Anaya. Ch. (2020). *"Condición de transitabilidad del pavimento flexible, para el mantenimiento o conservación vial de la carretera an-111 San Marcos – Carhuayoc KM. 0+00 al km 5+000, con el uso del rugosímetro de Merlín, provincia Huari – Ancash – 2019"*.
- Angaspilco Chinguel, C. R. (2014). *"Nivel de servicialidad en las avenidas, Atahualpa, Juan XXIII, Independencia, de los Héroes y San Martín de la ciudad de Cajamarca. Cajamarca, Perú"*.
- Ávarez, & G. (2021). *Evaluación funcional del pavimento de la vía a Noboa en el acceso oriental de la ciudad De Jipijapa-Provincia De Manabí, desde la abscisa 0+00 hasta 1+000"*. Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí – Ecuador.
- Banco Mundial y la American Society for Testing and Materials ASTM E. (1926-98).
- Black, J. A. y Champion, D.J. (1976). *"Methods and issues in social research, Nueva York, pág. 56 (citado por Roberto Hernández Sampieri, et al. (2003) Metodología de la Investigación, México"*.
- Botha, J. L., Sullivan, E. C., & Zeng, X. (1994). Level of Service of Two-Lane Rural. (s.f.).



- Cal y Mayor Reyes Spíndola, R., & Cárdenas Grisales, J. (2018). Ingeniería de Tránsito. (s.f.).
- Carpio, F., Avilés, J., & Morillo, D. (2018). Determinación de capacidad de carreteras. (s.f.).
- Cerquera Escobar, F. Á. (2007). Capacidad y niveles de servicio de la infraestructura. (s.f.).
- Chacón castro, j. c. (2018). *"Determinación del nivel de servicio en las av. ferrocarril, av. mariscal castilla y av. torrechayoc de la ciudad de Urubamba"*. Universidad andina del cusco, facultad de ingeniería y arquitectura, Urubamba.
- Chevarría B, E. (2019). *"Correlación entre el índice de regularidad internacional y el índice del inventario de condición del Ministerio de Transportes y Comunicaciones"*. Tesis de Pregrado, Universidad San Martín de Porres. Lima – Perú.
- Contreras, g. e. (2015). *"Parámetros de condición insuficiente como metodología para control de niveles de servicio en carretera interoceánica sur tramo iv"*. Universidad nacional de ingeniería, facultar de ingeniería civil, lima.
- Cordero H, L. (2019). *"Análisis del índice de Serviciabilidad del pavimento flexible en la Avenida Túpac Amaru km 11, Comas-Lima 2018"*. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo.
- García, m. r. (1994). *"Evaluación práctica de niveles de servicio de carreteras convencionales de dos carriles en España"*. Tesis doctoral, E.T.S. de ingenieros caminos, canales y puertos., ingeniería civil - transportes, Madrid.
- Gómez, m. a., & Umaña, l. j. (2016). *"Importancia de la auditoria de seguridad vial – (ASV) en concesiones viales de Colombia. Universidad católica de Colombia, facultad de ingeniería, Bogotá"*.



- Herrera, v. h. (2008). *"Análisis de la capacidad y nivel de servicio de las vías principales y secundarias de acceso a la ciudad de Manizales"*. Universidad nacional de Colombia sede Manizales, facultad de ingeniería y arquitectura, Manizales - Colombi.
- Justo Casaretto, M.A. (2013). *"Experiencia de medición de niveles de servicio en carreteras asfaltadas en la zona de Selva. Lima, Perú"*.
- Lozano, s. p. (2013). *"Estudio de tránsito y capacidad y niveles de Servicio"*. Instituto nacional de vías, barranquilla.
- Manual de capacidad de carreteras 2000 highway capacity manual HCM . (2000).
- Manual de carreteras conservación vial MTC. (2013).
- Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas. (2005).
- Manual de seguridad vial (MSV) R.D n°05 – 2017 – MTC. (2014).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (s.f.).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (s.f.).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, pág. 157. (2014).



# ANEXOS



## Anexo 01: matriz de consistencia

TITULO: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL HUMPUCO – MOSOJTICA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO								
PROBLEMA	OBEJTIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	VALORACIÓN	UNIDAD DE ANÁLISIS
GENERAL	¿Cómo son las condiciones superficiales y nivel servicio del camino vecinal Central Humpuco – Mosojtika del distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno?	Evaluar la condición superficial y nivel servicio del camino vecinal Central Humpuco – Mosojtika del distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno.	La evaluación del camino vecinal Central Humpuco - Mosojtika en Palca, Puno, mostrará un deterioro notable, generando un servicio deficiente con viajes largos, condiciones inseguras y molestias para los usuarios.	Variable dependiente				TIPO DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativo - Explicativo
				Condición superficial	Deterioro superficial	Deformaciones con huellas /hundimiento menores a 5 cm , deformaciones con huellas /hundimiento de 5 a 10 cm , deformaciones con huellas /hundimiento mayores a 10 cm	Inspección visual mediante registro detallado.	Centímetros
IRI	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	Rugosímetro de Merlín	m/km					
ESPECÍFICOS	¿Cuál es la condición superficial actual del camino vecinal que conecta Central Humpuco – Mosojtika del distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno?	Evaluar la condición superficial actual del camino vecinal que conecta Central Humpuco - Mosojtika en el distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno.	La ausencia de mantenimiento adecuado en el camino que une Central Humpuco con Mosojtika en Palca, Puno, ha causado un deterioro evidente, manifestado en un elevado Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y una superficie de rodadura irregular.	PSI	Índice de Serviabilidad Presente (PSI)	Formato MTC	Nominal	MUESTRA PROBABILÍSTICA La muestra para la presente investigación del camino vecinal Central Humpuco desde el TRAMO 00+000 al Km. 06+000 Mosojtika, ubicada el distrito de Palca, en la provincia de Lampa, del departamento de Puno.
				Variable independiente				
	¿Existe alguna correlación entre IRI y PSI teniendo en cuenta los resultados obtenidos del camino vecinal Central Humpuco – Mosojtika del distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno?	Determinar si existe alguna correlación entre IRI y PSI en el camino vecinal que conecta Central Humpuco - Mosojtika en el distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno.	La ausencia de mantenimiento adecuado en el camino que une Central Humpuco con Mosojtika en Palca, Puno, ha causado un deterioro evidente, manifestado en un elevado Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y una superficie de rodadura irregular.	Nivel de servicio	Velocidad y tiempo de recorrido	Eficiente, Regular, Defectuoso	Evaluación visual, registro estructurado	Km/h
					Libertad de maniobrar	Eficiente, Regular, Defectuoso	Evaluación visual, registro estructurado	Nominal



	¿Cuál es el nivel de servicio en el camino vecinal que resulta en un aumento del tiempo de viaje, condiciones inseguras e incomodidad durante el recorrido?	Analizar el nivel de servicio y su impacto en el tiempo de viaje, seguridad e incomodidad para los usuarios del camino vecinal Central Humpuco - Mosojtika en el distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno.	Se postula que el nivel de servicio del camino vecinal es bajo, lo que resulta en un aumento del tiempo de viaje, condiciones inseguras e incomodidad para los usuarios, especialmente en áreas con pavimento deteriorado.						
									Seguridad vial



## **ANEXO 02**

### **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**



*Formato de la condición superficial - Deterioro Superficial*

**TESIS**

*Evaluación de la condición superficial y nivel de servicio del camino vecinal Central Humpuco –*

*Mosojtika del Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno*

*Deterioro Superficial*

ESTADO	VALOR
Eficiente	3
Regular	2
Defectuoso	1

Progresiva	DETERIORIO SUPERFICIAL		
	Deformaciones con huellas / hundimientos <5 cm	Deformaciones con huellas / hundimientos entre 5 a 10 cm	Deformaciones con huellas / hundimientos >10cm
0+000 KM - 0+400 KM	3	2	1
0+400 KM - 0+800 KM	3	2	1
0+800 KM - 1+200 KM	3	2	1
1+200 KM - 1+600 KM	3	2	1
1+600 KM - 2+000 KM	3	2	1
2+000 KM - 2+400KM	3	2	1
2+400 KM - 2+800 KM	3	2	1
2+800 KM - 3+200 KM	3	2	1
3+200 KM - 3+600 KM	3	2	1
3+600 KM - 4+000 KM	3	2	1
4+000 KM - 4+400 KM	3	2	1
4+400 KM - 4+800 KM	3	2	1
4+800 KM - 5+200 KM	3	2	1
5+200 KM - 5+600 KM	3	2	1
5+600 KM - 6+000 KM	3	2	1
<b>RESULTADO</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>10</b>



## Formato de la condición superficial - Índice Internacional de Rugosidad

### TESIS

Evaluación de la condición superficial y nivel de servicio del camino vecinal Central Humpuco –

Mosojtika del Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno

### Índice Internacional de Rugosidad

ESTADO	RUGUSIDAD
Eficiente	$IRI \leq 6$
Regular	$6 < IRI \leq 8$
Defectuoso	$8 < IRI \leq 10$
Muy malo	$10 \leq IRI$

Progresiva	IRI(m/km)			Transitabilidad
	Huella Izquierda	Huella Derecha	Promedio	
0+000 KM - 0+400 KM	6.9	6.8	6.85	Regular
0+400 KM - 0+800 KM	7.6	7.3	7.45	Regular
0+800 KM - 1+200 KM	8.25	6.58	7.42	Regular
1+200 KM - 1+600 KM	8.15	7.48	7.82	Regular
1+600 KM - 2+000 KM	7.35	8.87	8.11	Defectuoso
2+000 KM - 2+400KM	6.48	7.59	7.04	Regular
2+400 KM - 2+800 KM	7.57	8.78	8.18	Defectuoso
2+800 KM - 3+200 KM	8.77	9.02	8.90	Defectuoso
3+200 KM - 3+600 KM	9.34	8.48	8.91	Defectuoso
3+600 KM - 4+000 KM	8.46	7.79	8.13	Defectuoso
4+000 KM - 4+400 KM	7.89	8.74	8.32	Defectuoso
4+400 KM - 4+800 KM	8.59	8.24	8.42	Defectuoso
4+800 KM - 5+200 KM	8.77	7.48	8.13	Defectuoso
5+200 KM - 5+600 KM	7.12	8.8	7.96	Regular
5+600 KM - 6+000 KM	8.9	9.45	9.18	Defectuoso
<b>PROMEDIO =</b>			<b>8.05</b>	<b>Defectuoso</b>



## Formato de la condición superficial - Índice de Serviciabilidad Presente

### TESIS

Evaluación de la condición superficial y nivel de servicio del camino vecinal Central Humpuco –

Mosojtika del Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno

### Índice de Serviciabilidad Presente

PSI	TRANSITABILIDAD
0 - 1	Muy malo
1 - 2	Defectuoso
2 - 3	Regular
3 - 4	Eficiente
4 - 5	Muy buena

Progresiva	IRI Prom. (m/km)	PSI	Transitabilidad
0+000 KM - 0+400 KM	6.85	1.44	Defectuoso
0+400 KM - 0+800 KM	7.45	1.29	Defectuoso
0+800 KM - 1+200 KM	7.42	1.3	Defectuoso
1+200 KM - 1+600 KM	7.82	1.21	Defectuoso
1+600 KM - 2+000 KM	8.11	1.14	Defectuoso
2+000 KM - 2+400KM	7.04	1.39	Defectuoso
2+400 KM - 2+800 KM	8.18	1.13	Defectuoso
2+800 KM - 3+200 KM	8.9	0.99	Muy malo
3+200 KM - 3+600 KM	8.91	0.99	Muy malo
3+600 KM - 4+000 KM	8.13	1.14	Defectuoso
4+000 KM - 4+400 KM	8.32	1.1	Defectuoso
4+400 KM - 4+800 KM	8.42	1.19	Defectuoso
4+800 KM - 5+200 KM	8.13	1.14	Defectuoso
5+200 KM - 5+600 KM	7.96	1.18	Defectuoso
5+600 KM - 6+000 KM	9.18	0.94	Muy malo
<b>PROMEDIO =</b>		<b>0.88</b>	<b>Defectuoso</b>



*Formato de nivel de servicio*

**TESIS**

*Evaluación de la condición superficial y nivel de servicio del camino vecinal Central Humpuco –*

*Mosojtika del Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno*

*Velocidad y tiempo de recorrido*

ESTADO	VALOR
Eficiente	3
Regular	2
Defectuoso	1

PROGRESIVA (KM)	NIVELES DE SERVICIO		
	VELOCIDAD Y TIEMPO DE RECORRIDO		
	EFICIENTE	REGULAR	DEFECTUOSO
0+000 KM - 0+400 KM	3	2	1
0+400 KM - 0+800 KM	3	2	1
0+800 KM - 1+200 KM	3	2	1
1+200 KM - 1+600 KM	3	2	1
1+600 KM - 2+000 KM	3	2	1
2+000 KM - 2+400KM	3	2	1
2+400 KM - 2+800 KM	3	2	1
2+800 KM - 3+200 KM	3	2	1
3+200 KM - 3+600 KM	3	2	1
3+600 KM - 4+000 KM	3	2	1
4+000 KM - 4+400 KM	3	2	1
4+400 KM - 4+800 KM	3	2	1
4+800 KM - 5+200 KM	3	2	1
5+200 KM - 5+600 KM	3	2	1
5+600 KM - 6+000 KM	3	2	1
<b>RESULTADO</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>11</b>



*Formato de nivel de servicio*

**TESIS**

*Evaluación de la condición superficial y nivel de servicio del camino vecinal Central Humpuco –*

*Mosojtika del Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno*

*Libertad de maniobrar*

ESTADO	VALOR
Eficiente	3
Regular	2
Defectuoso	1

PROGRESIVA (KM)	NIVELES DE SERVICIO		
	LIBERTAD DE MANIOBRAR		
	EFICIENTE	REGULAR	DEFECTUOSO
0+000 KM - 0+400 KM	3	2	1
0+400 KM - 0+800 KM	3	2	1
0+800 KM - 1+200 KM	3	2	1
1+200 KM - 1+600 KM	3	2	1
1+600 KM - 2+000 KM	3	2	1
2+000 KM - 2+400KM	3	2	1
2+400 KM - 2+800 KM	3	2	1
2+800 KM - 3+200 KM	3	2	1
3+200 KM - 3+600 KM	3	2	1
3+600 KM - 4+000 KM	3	2	1
4+000 KM - 4+400 KM	3	2	1
4+400 KM - 4+800 KM	3	2	1
4+800 KM - 5+200 KM	3	2	1
5+200 KM - 5+600 KM	3	2	1
5+600 KM - 6+000 KM	3	2	1
<b>RESULTADO</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>11</b>



*Formato de nivel de servicio*

**TESIS**

*Evaluación de la condición superficial y nivel de servicio del camino vecinal Central Humpuco –*

*Mosojtika del Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno*

*Seguridad vial*

ESTADO	VALOR
Eficiente	3
Regular	2
Defectuoso	1

PROGRESIVA (KM)	NIVELES DE SERVICIO		
	SEGURIDAD VIAL		
	EFICIENTE	REGULAR	DEFECTUOSO
0+000 KM - 0+400 KM	3	2	1
0+400 KM - 0+800 KM	3	2	1
0+800 KM - 1+200 KM	3	2	1
1+200 KM - 1+600 KM	3	2	1
1+600 KM - 2+000 KM	3	2	1
2+000 KM - 2+400KM	3	2	1
2+400 KM - 2+800 KM	3	2	1
2+800 KM - 3+200 KM	3	2	1
3+200 KM - 3+600 KM	3	2	1
3+600 KM - 4+000 KM	3	2	1
4+000 KM - 4+400 KM	3	2	1
4+400 KM - 4+800 KM	3	2	1
4+800 KM - 5+200 KM	3	2	1
5+200 KM - 5+600 KM	3	2	1
5+600 KM - 6+000 KM	3	2	1
<b>RESULTADO</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>11</b>



## Ancho y tipo de calzada

### RESUMEN RERESENTATIVO DE CALZADA

*Evaluación de la condición superficial y nivel de servicio del camino vecinal Central Humpuco – Mosojtika del Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno*

Progresiva		Tipo de Terreno	Pendiente (%)		Ancho Superf. Rodadura
Del Km	Al Km		Mín.	Máx.	
0+000	0+400	1	0.8	1.8	3.9
0+400	0+800	1	2.1	2.9	3.8
0+800	1+200	3	5.4	6.1	3.5
1+200	1+600	2	4.7	5.5	3.7
1+600	2+000	3	7.1	7.8	3.2
2+000	2+400	2	4.4	6.8	4.1
2+400	2+800	2	3.1	5.4	3.6
2+800	3+200	2	4.2	5.7	3.4
3+200	3+600	2	4.9	5.5	3.9
3+600	4+000	3	6.4	7.7	4.1
4+000	4+400	3	7.5	8.1	3.4
4+400	4+800	3	7.6	8.3	3.1
4+800	5+200	3	6.3	7.1	3.7
5+200	5+600	3	6.7	7.2	3.2
5+600	6+000	3	7.3	8.4	4.1
<b>TIPO DE TERRENO</b>		Plano (Tipo 1)	Ondulado (Tipo 2)	Accidentado (Tipo 3)	Escarpado (Tipo 4)
<b>Pendiente longitudinal</b>		p% < 3%	3% > p% < 6%	6% > p% < 8%	p% < 8%

## ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO

**Fotografía 1.** La fotografía evidencia un deterioro en superficie de la vía



**Fotografía 2.** Tramo progresiva km 00+800



**Fotografía 3.** Tramo progresiva km 01+400



**Fotografía 4.** Tramo progresiva km 01+900



**Fotografía 5.** Tramo progresiva km 02+500



**Fotografía 6.** Tramo progresiva km 03+100



**Fotografía 7.** Tramo progresiva km 03+400



**Fotografía 8.** Tramo progresiva km 03+700



**Fotografía 9.** Tramo progresiva km 04+100



**Fotografía 10.** Tramo progresiva km 04+600





**Fotografía 11.** Tramo progresiva km 04+800



**Fotografía 12.** Tramo progresiva km 05+300





**Fotografía 13.** Tramo progresiva km 05+700





**ANEXO 4**  
**ENSAYOS DE LABORATORIO**



# ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.00 km - 0+200 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### (HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N°

HORA

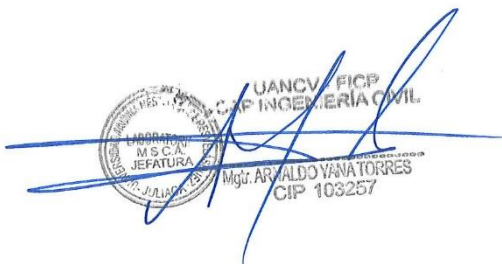
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	32	33	32	38	35	32	36	36	36	34
2	33	34	32	33	31	35	31	36	35	35
3	35	33	34	35	37	38	36	34	40	41
4	33	37	32	29	36	36	33	37	40	29
5	33	39	30	31	36	37	38	38	36	36
6	34	35	37	33	34	35	38	32	36	38
7	38	38	39	38	35	33	36	36	35	38
8	33	37	34	35	31	36	30	37	36	34
9	35	38	28	36	38	36	37	35	35	36
10	30	32	29	37	36	33	38	35	36	35
11	33	35	35	36	38	34	41	36	36	36
12	37	35	37	30	37	34	38	36	41	37
13	34	38	32	30	37	34	31	37	39	33
14	36	34	29	35	35	37	32	35	36	37
15	34	31	37	38	29	37	36	29	37	41
16	29	36	39	30	34	37	32	33	35	37
17	33	37	32	34	35	36	37	38	39	33
18	36	35	35	37	38	33	34	37	35	37
19	35	39	37	40	32	36	28	38	31	36
20	37	37	38	35	30	37	36	37	39	39

### TIPO DE PAVIMENTO

- AFIRMADO
- BASE GRANULAR
- BASE IMPRIMIDA
- TRAT, BICAPA
- CARPETA EN FRIO
- CARP. EN CALIENTE
- RECAPEO ASFALTICO
- SELLLO
- OTROS

### OBSERVACIONES:

LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER

  
 UANCV FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M.S.C.A.  
 JEFE TURNO  
 Mg. ARNALDO VANATORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.00 km - 0+200 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HOJA DE CALCULO - IRI

ENSAYO N°  HORA 07:30

ABSCISA INICIAL: 0 + 000  
 ABSCISA FINAL: 0 + 200  
 LONGITUD: 200.00

#### CORRECCION POR PASTILLA

ESP. PASTILLA: 6.5 mm  
 LECT. INICIAL: 35  
 LECT. FINAL: 30  
 FACTOR DE CORRECCION: 2.60

#### CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.14  
 COLA DERECHA: 0.38  
 CENTRO: 8  
 D: 8.52 und.  
 D: 42.60 mm

#### VARIACION DE RELACION DE BRAZOS

RB: 1

#### "D" CORREGIDO

D: 110.76 mm

#### CALCULO DEL IRI

IRI: 5.81 m/km

UANCY - FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
  
 LABORATORIO M.S.C.A. DE PAVIMENTOS  
 JULIACA  
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

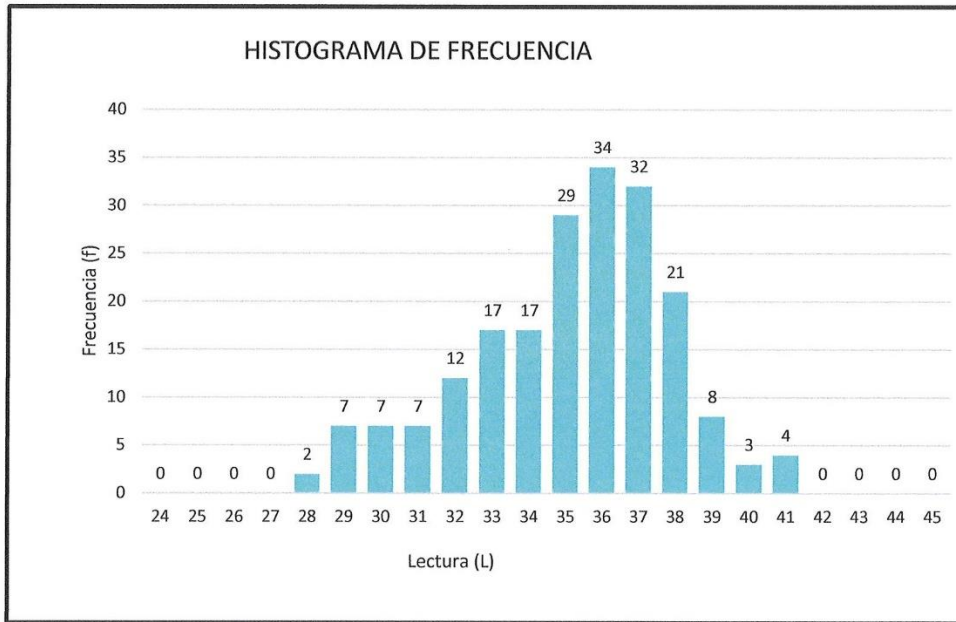
**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.00 km - 0+200 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°

HORA 07:30

COLA IZQUIERDA 0.14  
 COLA DERECHA: 0.38  
 CENTRO: 8



N° IRI	CONTEO
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0
22	0
23	0
24	0
25	0
26	0
27	0
28	2
29	7
30	7
31	7
32	12
33	17
34	17
35	29
36	34
37	32
38	21
39	8
40	3
41	4
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0

JANCV - FCP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M. SC. ARNALDO YAMATORRES  
 JEFATURA  
 JULIACA  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.00 km - 0+200 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### CÁLCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^2$

ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 4.182 - 0.455(IRI)$

ECUACION SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)  $PSI = \frac{5}{IRI^{5.5}}$

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI(1)	PSI(2)	PSI(3)	PSI TOTAL
AV. FERROCARRIL					
Carril Derecho	5.81	1.74	1.80	1.54	1.69

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CALIFICACION SEGÚN EL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACION
AV. FERROCARRIL			
Carril Derecho	1.69	33.8	REGULAR

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACIÓN
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO	

UANCV - FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M.S.C.A. JEFATURA  
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO

**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : 0.200 km - 0+400 km

**CARRIL** : DERECHO

**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° **2**

HORA **08:30**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	35	35	33	33	36	35	29	33	33	34
2	33	35	31	34	37	30	33	34	33	34
3	30	36	41	47	35	38	41	42	36	37
4	38	40	39	40	41	37	33	35	30	34
5	36	19	32	27	26	42	24	40	33	27
6	26	25	26	22	23	28	35	39	31	34
7	33	32	35	30	37	35	32	40	32	32
8	28	32	28	32	35	33	34	34	31	35
9	34	35	33	26	34	32	33	37	35	33
10	32	38	45	35	33	37	30	33	34	35
11	34	33	31	44	41	40	39	19	35	39
12	38	38	39	33	38	33	40	32	38	38
13	31	34	44	32	45	35	37	37	35	35
14	33	35	37	36	37	30	34	34	33	35
15	35	35	35	30	34	19	33	32	35	35
16	32	21	36	32	34	33	33	34	33	36
17	38	37	33	34	31	34	27	30	35	35
18	38	33	31	34	31	34	37	33	34	36
19	35	36	34	37	38	33	31	37	27	35
20	37	33	33	31	40	37	35	35	34	35

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT. BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLLO

OTROS

**OBSERVACIONES:**

LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER

UANCV - FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A.  
 JULIACA, PUNO  
 M.Sc. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



# ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.200 km - 0+400 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HOJA DE CALCULO - IRI

ENSAYO N°  HORA 08:30

ABSCISA INICIAL: 0 + 200  
ABSCISA FINAL: 0 + 400  
LONGITUD: 200.00

#### CORRECCION POR PASTILLA

ESP. PASTILLA: 6 mm  
LECT. INICIAL: 35  
LECT. FINAL: 29  
FACTOR DE CORRECCION: 2

#### CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.50  
COLA DERECHA: 0.00  
CENTRO: 14  
D: 14.5 und.  
D: 72.50 mm

#### VARIACION DE RELACION DE BRAZOS

RB: 1

#### "D" CORREGIDO

D: 145.00 mm

#### CALCULO DEL IRI

IRI: 7.42 m/km

UANCV - FICP  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO  
M.S.C.A.  
JEFE TURNO  
JULIACA, PUNO  
Migtr. ARNALDO VANA TORRES  
CIP 103257

B. N° 006-00296441



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

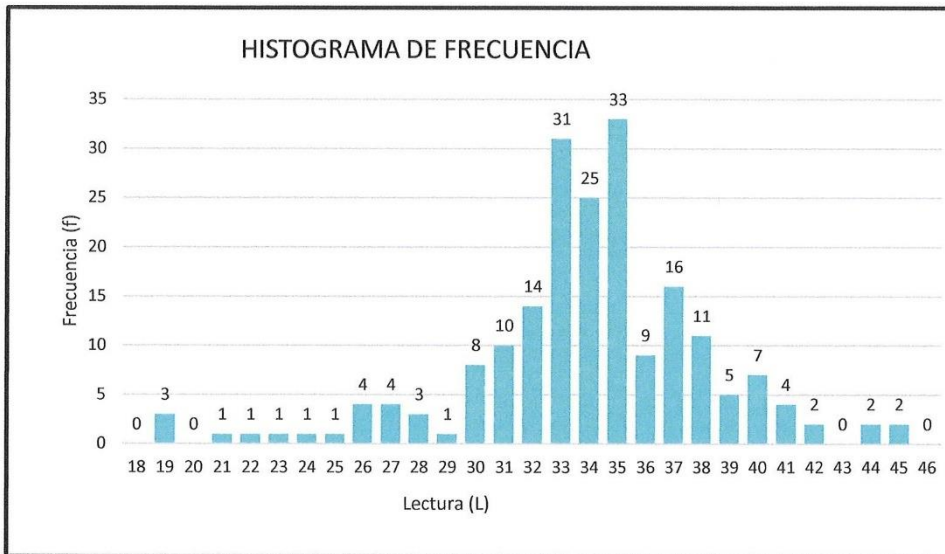
**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.200 km - 0+400 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°  HORA **08:30**

COLA IZQUIERDA 0.50  
 COLA DERECHA: 0.00  
 CENTRO: 14

N° IRI	CONTEO
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	3
20	0
21	1
22	1
23	1
24	1
25	1
26	4
27	4
28	3
29	1
30	8
31	10
32	14
33	31
34	25
35	33
36	9
37	16
38	11
39	5
40	7
41	4
42	2
43	0
44	2
45	2
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0



UANCV - ICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M. F. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO

**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : 0.200 km - 0+400 km

**CARRIL** : DERECHO

**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### CÁLCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^2$

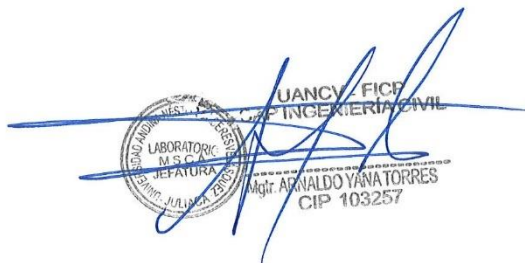
ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 4.182 - 0.455(IRI)$

ECUACION SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)  $PSI = \frac{5}{IRI^{5.5}}$

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI(1)	PSI(2)	PSI(3)	PSI TOTAL
AV. FERROCARRIL					
<b>Carril Derecho</b>	7.42	1.30	1.27	0.8	1.12

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CALIFICACION SEGÚN EL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACION
AV. FERROCARRIL			
<b>Carril Derecho</b>	1.12	22.4	REGULAR

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACIÓN
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO	

  
 UANCV - FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 JEFEATURA  
 Ing. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



# ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.400 km - 0+600 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° **3**

HORA **09:30**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	30	36	38	35	33	33	32	29	29	33
2	31	31	37	39	35	34	32	36	34	31
3	31	32	31	36	31	32	30	33	31	39
4	30	32	29	32	32	33	33	32	32	35
5	37	34	33	33	34	34	31	32	38	35
6	30	37	36	32	31	35	38	34	36	33
7	36	34	33	34	35	32	31	31	33	28
8	34	31	36	32	32	33	34	36	33	29
9	34	37	35	37	38	35	32	36	37	33
10	35	34	33	33	38	32	35	35	33	35
11	34	32	36	32	32	37	31	31	30	30
12	36	28	34	31	29	36	32	37	32	34
13	31	34	32	37	36	37	32	35	30	33
14	31	37	34	37	33	32	33	30	40	35
15	31	32	33	35	33	33	34	31	34	31
16	34	35	33	32	33	35	35	35	30	31
17	31	32	33	33	30	35	31	29	34	32
18	31	32	30	35	31	30	29	32	33	30
19	33	32	34	33	32	32	34	36	35	31
20	31	30	35	33	30	31	30	34	30	29

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT, BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLO

OTROS

**OBSERVACIONES:**

LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER

  
 UANCV FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 JULIACA, PERÚ  
 M.Sc. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

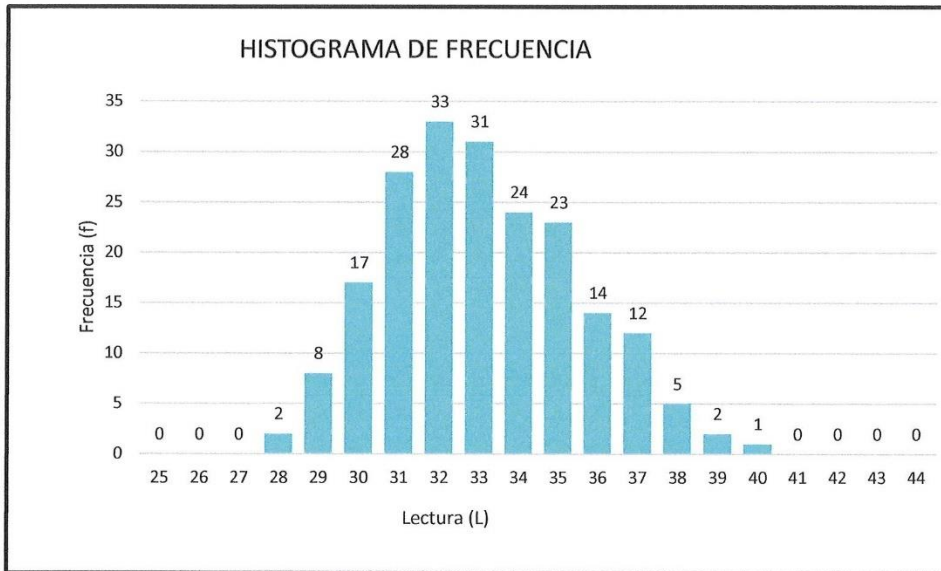
NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.400 km - 0+600 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°  HORA **09:30**

COLA IZQUIERDA 0.00  
 COLA DERECHA: 0.67  
 CENTRO: 7



N° IRI	CONTEO
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0
22	0
23	0
24	0
25	0
26	0
27	0
28	2
29	8
30	17
31	28
32	33
33	31
34	24
35	23
36	14
37	12
38	5
39	2
40	1
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0

UANCV - FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 JEFATURA  
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTICA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO

**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : 0.400 km - 0+600 km

**CARRIL** : DERECHO

**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HOJA DE CALCULO - IRI

ENSAYO N° 3 HORA 09:30

ABSCISA INICIAL: 0 + 400  
 ABSCISA FINAL: 0 + 600  
 LONGITUD: 200.00

#### CORRECCION POR PASTILLA

ESP. PASTILLA: 6.5 mm  
 LECT. INICIAL: 35  
 LECT. FINAL: 31  
 FACTOR DE CORRECCION: 3.25

#### CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.00  
 COLA DERECHA: 0.67  
 CENTRO: 7  
 D: 7.67 und.  
 D: 38.35 mm

#### VARIACION DE RELACION DE BRAZOS

RB: 1

#### "D" CORREGIDO

D: 124.64 mm

#### CALCULO DEL IRI

IRI: 6.46 m/km

UANCV - EICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO  
 M.S.C.A.  
 JEFATURA  
 ING. ARNALDO VASCO TORRES  
 CIP 105257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.400 km - 0+600 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### CÁLCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^2$

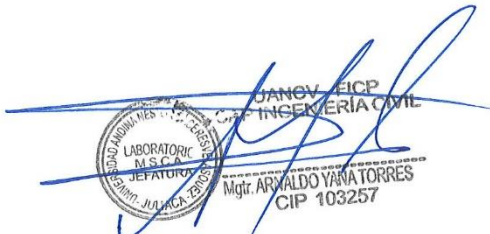
ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 4.182 - 0.455(IRI)$

ECUACION SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)  $PSI = \frac{5}{e^{0.55 IRI}}$

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI(1)	PSI(2)	PSI(3)	PSI TOTAL
AV. FERROCARRIL					
Carril Izquierdo	6.46	1.54	1.58	1.24	1.45

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CALIFICACION SEGÚN EL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACION
AV. FERROCARRIL			
Carril Izquierdo	1.45	29	REGULAR

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACIÓN
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO	

  
 UANCV - EICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A.  
 JEFE LABORATORIO  
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



# ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO

**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : 0.600 km - 0+800 km

**CARRIL** : DERECHO

**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### (HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N°

HORA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	30	32	32	31	32	30	29	32	33	33
2	32	30	31	34	30	31	32	32	33	30
3	30	29	32	30	36	32	31	31	31	34
4	32	31	33	35	35	34	30	34	32	30
5	32	31	31	33	34	29	32	33	36	38
6	30	34	33	32	33	34	34	30	34	31
7	32	33	32	35	28	32	36	34	33	32
8	35	36	38	34	32	35	27	34	29	30
9	31	32	34	37	39	33	36	33	35	38
10	31	30	31	32	29	29	37	31	28	34
11	34	32	32	29	29	37	30	34	30	34
12	33	30	34	33	35	33	34	35	37	35
13	32	36	34	33	33	30	31	33	31	36
14	31	29	30	31	33	30	34	31	29	33
15	32	30	31	32	33	29	31	33	29	29
16	34	32	29	28	33	27	31	32	32	30
17	33	33	32	34	32	34	33	39	30	32
18	28	39	33	27	30	32	30	36	39	37
19	33	33	32	34	30	26	34	34	31	32
20	33	35	31	30	33	34	32	33	30	38

### TIPO DE PAVIMENTO

- AFIRMADO
- BASE GRANULAR
- BASE IMPRIMIDA
- TRAT, BICAPA
- CARPETA EN FRIO
- CARP. EN CALIENTE
- RECAPEO ASFALTICO
- SELLLO
- OTROS

### OBSERVACIONES:

LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER

  
 UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mgtr. ARNOLDO YMATOPRES  
 CIP 103297

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.600 km - 0+800 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HOJA DE CALCULO - IRI

ENSAYO N° 4 HORA 10:30

ABSCISA INICIAL: 0 + 000  
 ABSCISA FINAL: 0 + 200  
 LONGITUD: 200.00

#### CORRECCION POR PASTILLA

ESP. PASTILLA: 6.5 mm  
 LECT. INICIAL: 35  
 LECT. FINAL: 31  
 FACTOR DE CORRECCION: 3.25

#### CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.93  
 COLA DERECHA: 0.60  
 CENTRO: 7  
 D: 8.53 und.  
 D: 42.65 mm

#### VARIACION DE RELACION DE BRAZOS

RB: 1

#### "D" CORREGIDO

D: 138.61 mm

#### CALCULO DEL IRI

IRI: 7.12 m/km

  
 UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 JEFATURA  
 Ing. ALBERTO VILAY TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

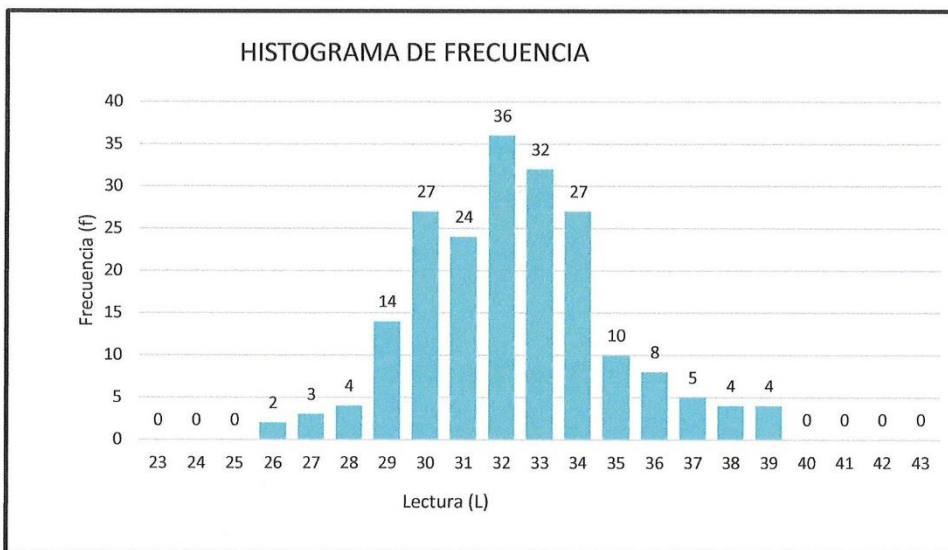
NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.600 km - 0+800 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°  HORA **10:30**

COLA IZQUIERDA 0.93  
 COLA DERECHA: 0.60  
 CENTRO: 7



N° IRI	CONTEO
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0
22	0
23	0
24	0
25	0
26	2
27	3
28	4
29	14
30	27
31	24
32	36
33	32
34	27
35	10
36	8
37	5
38	4
39	4
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0

UANCV FICP  
 INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A.  
 JULIACA  
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0.600 km - 0+800 km  
**CARRIL** : IZQUIERDO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### CÁLCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^2$

ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 4.182 - 0.455(IRI)$

ECUACION SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)  $PSI = \frac{5}{e^{0.55 IRI}}$

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI(1)	PSI(2)	PSI(3)	PSI TOTAL
AV. FERROCARRIL					
Carril Izquierdo	7.12	1.37	1.37	0.94	1.23

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CALIFICACION SEGÚN EL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACION
AV. FERROCARRIL			
Carril Izquierdo	1.23	24.6	REGULAR

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACIÓN
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA  
 ING. ARNALDO VANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTICA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0+800 km - 1+000 km  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### (HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N°

HORA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	32	33	32	38	35	32	36	36	36	34
2	33	34	32	33	33	35	31	36	35	35
3	35	33	34	35	37	41	36	34	40	41
4	33	37	32	27	36	36	33	37	40	26
5	33	39	30	31	36	37	38	38	36	36
6	34	35	37	33	34	35	40	32	36	38
7	38	37	39	38	35	33	36	36	35	38
8	33	37	34	35	35	36	30	37	36	34
9	35	38	31	36	38	36	37	35	35	36
10	30	32	36	37	36	33	37	35	36	35
11	33	35	35	36	38	34	33	36	36	36
12	37	35	37	30	39	34	38	36	36	37
13	34	38	32	22	39	34	31	37	39	33
14	36	34	29	35	35	37	32	35	36	37
15	34	31	38	38	29	37	36	27	37	41
16	29	36	39	30	34	40	32	33	35	37
17	33	37	32	34	35	36	37	38	39	33
18	36	35	35	37	38	33	34	37	35	37
19	35	39	37	40	32	36	28	38	31	36
20	37	37	38	35	30	37	36	37	39	39

### TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT. BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLLO

OTROS

### OBSERVACIONES:

LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER

  
 UANCV - FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 Mgr. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO  
**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : 0+800 km - 1+000 km  
**CARRIL** : IZQUIERDO  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HOJA DE CALCULO - IRI

ENSAYO N°  HORA 15:20

ABSCISA INICIAL: 0 + 600  
ABSCISA FINAL: 0 + 800  
LONGITUD: 200.00

**CORRECCION POR PASTILLA**  
ESP. PASTILLA: 6.5 mm  
LECT. INICIAL: 35  
LECT. FINAL: 29  
FACTOR DE CORRECCION: 2.17

**CALCULO DE "D"**  
COLA IZQUIERDA: 0.67  
COLA DERECHA: 0.80  
CENTRO: 8  
D: 9.47 und.  
D: 47.35 mm

**VARIACION DE RELACION DE BRAZOS**  
RB: 1

**"D" CORREGIDO**  
D: 102.59 mm

**CALCULO DEL IRI**  
IRI: 5.43 m/km

UANCV - FICP  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Mgtr. ARNALDO YANATORRES  
CIP 103257

B. N° 006-00296441



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO

**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : 0+800 km - 1+000 km

**CARRIL** : IZQUIERDO

**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

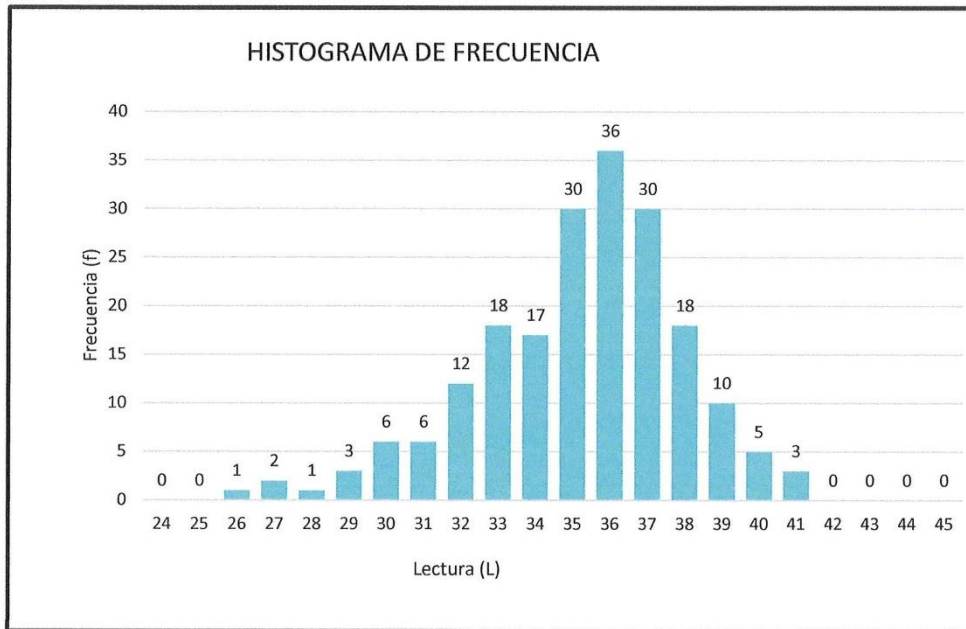
### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N° 5

HORA 15:20

COLA IZQUIERDA 0.67  
 COLA DERECHA: 0.80  
 CENTRO: 8

N° IRI	CONTEO
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0
22	1
23	0
24	0
25	0
26	1
27	2
28	1
29	3
30	6
31	6
32	12
33	18
34	17
35	30
36	36
37	30
38	18
39	10
40	5
41	3
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0



UANCV - FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEPATURA JULIACA

Mgtr. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO

**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : 0+800 km - 1+000 km

**CARRIL** : IZQUIERDO

**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### CÁLCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^2$

ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 4.182 - 0.455(IRI)$

ECUACION SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)  $PSI = \frac{5}{IRI^{2.5}}$

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI(1)	PSI(2)	PSI(3)	PSI TOTAL
AV. FERROCARRIL					
Carril Izquierdo	5.43	1.86	1.94	1.71	1.84

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CALIFICACION SEGÚN EL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACION
AV. FERROCARRIL			
Carril Izquierdo	1.84	36.8	REGULAR

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACIÓN
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO	

UANCV - FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 JEFATURA  
 JULIACA

Mg. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



# ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO

**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : 1+00 km - 1+200 km

**CARRIL** : IZQUIERDO

**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### (HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N°

HORA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	35	35	33	33	36	35	29	33	33	34
2	33	35	31	34	37	30	33	34	33	34
3	30	36	41	47	35	38	41	42	36	37
4	38	40	39	40	41	37	33	35	30	34
5	36	19	32	27	26	42	24	40	33	27
6	26	25	26	22	23	28	35	39	31	34
7	33	32	35	30	37	35	32	40	32	32
8	28	32	28	32	35	33	34	34	31	35
9	34	35	33	26	34	32	33	37	35	33
10	32	38	45	35	33	37	30	33	34	35
11	34	33	31	44	41	40	39	19	35	39
12	38	38	39	33	38	33	40	32	38	38
13	31	34	44	32	45	35	37	37	35	35
14	33	35	37	36	37	30	34	34	33	35
15	35	35	35	30	34	19	33	32	35	35
16	32	21	36	32	34	33	33	34	33	36
17	38	37	33	34	31	34	27	30	35	35
18	38	33	31	34	31	34	37	33	34	36
19	35	36	34	37	38	33	31	37	27	35
20	37	33	33	31	40	37	35	35	34	35

### TIPO DE PAVIMENTO

- AFIRMADO
- BASE GRANULAR
- BASE IMPRIMIDA
- TRAT, BICAPA
- CARPETA EN FRIO
- CARP. EN CALIENTE
- RECAPEO ASFALTICO
- SELLLO
- OTROS

**OBSERVACIONES:**  
LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER

UANCV - FICP  
CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
JEFATURA  
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES  
CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO

**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : 1+00 km - 1+200 km

**CARRIL** : IZQUIERDO

**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HOJA DE CALCULO - IRI

ENSAYO N°  HORA 16:20

ABSCISA INICIAL: 0 + 800  
 ABSCISA FINAL: 1 + 000  
 LONGITUD: 200.00

**CORRECCION POR PASTILLA**  
 ESP. PASTILLA: 6.5 mm  
 LECT. INICIAL: 35  
 LECT. FINAL: 27  
 FACTOR DE CORRECCION: 1.625

**CALCULO DE "D"**  
 COLA IZQUIERDA: 0.50  
 COLA DERECHA: 0.00  
 CENTRO: 14  
 D: 14.5 und.  
 D: 72.50 mm

**VARIACION DE RELACION DE BRAZOS**  
 RB: 1

**"D" CORREGIDO**  
 D: 117.81 mm

**CALCULO DEL IRI**  
 IRI: 6.14 m/km

UANCV - FICP  
 INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 JEFATURA  
 Mgtr. ARNALDO YANATORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO

**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : 1+00 km - 1+200 km

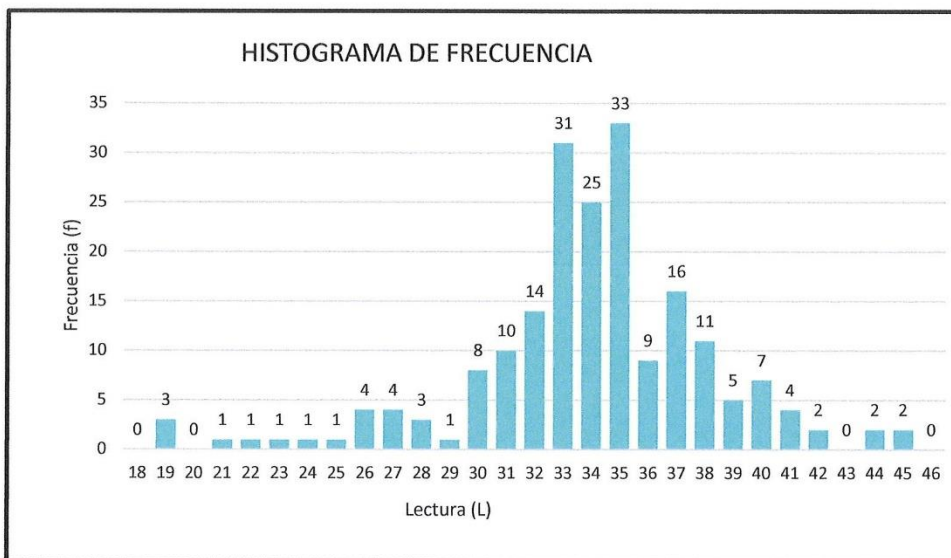
**CARRIL** : IZQUIERDO

**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N° 6 HORA **16:20**

COLA IZQUIERDA 0.50  
 COLA DERECHA: 0.00  
 CENTRO: 14



N° IRI	CONTEO
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	3
20	0
21	1
22	1
23	1
24	1
25	1
26	4
27	4
28	3
29	1
30	8
31	10
32	14
33	31
34	25
35	33
36	9
37	16
38	11
39	5
40	7
41	4
42	2
43	0
44	2
45	2
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0

UANCV - FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 JULIACA

Mgtr. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CAMINO VECINAL CENTRAL - MOSOJTIKA DEL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

**SOLICITANTE** : Bach. FREDY ROMUALDO MAMANI CHALLO

**SECTOR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : 1+00 km - 1+200 km

**CARRIL** : IZQUIERDO

**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2024

### CÁLCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 5.85 - 1.68(IRI)^2$

ECUACION SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)  $PSI = 4.182 - 0.455(IRI)$

ECUACION SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)  $PSI = \frac{5}{e^{0.55 IRI}}$

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI(1)	PSI(2)	PSI(3)	PSI TOTAL
AV. FERROCARRIL					
Carril Izquierdo	6.14	1.64	1.69	1.39	1.57

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CALIFICACION SEGÚN EL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACION
AV. FERROCARRIL			
Carril Izquierdo	1.57	31.4	REGULAR

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACIÓN
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

  
 UANCV - FICP  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A.  
 JEFATURA  
 Mg. ARNALDO YANA TORRES  
 CIP 103257

B. N° 006-00296441



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 21/10/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Fredy Romualdo Mamani Challo

Dirección: Av. Asoc. Altiplano Hz. CS LT. 16 Asoc. Altiplano

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70056225

Teléfono: 915173004 email: fredy.mamani.challo@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y Ciencias Puras

Escuela Profesional o Mención: Ingeniería civil

Título o Grado Académico a optar: Ingeniero civil

Asesor: Mgtr. Franz Joseph Barahona Peralta

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: Evaluación de la condición superficial y nivel de servicio del camino vecinal Central Humpuco - Mosojtika del distrito de Palca provincia de Lampa. región Puno.

Palabras claves, (3 a 5 términos): Condición, IRI, PSI, Nivel de servicio, deterioro

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1,2

<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, entré 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 -PI7

  
Firma de Autor



huella digital

21 de octubre del 2024  
Fecha