



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN
EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS
EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JESICA MELADITH MAMANI NINA

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
INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL
EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS
EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JESICA MELADITH MAMANI NINA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE	:	 _____ Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
PRIMER MIEMBRO	:	 _____ Dr. RONALD MADERA TERÁN
SEGUNDO MIEMBRO	:	 _____ Mgtr. HERNÁN PEDRO MARTÍNEZ RAMOS
ASESOR DE TESIS	:	 _____ Dr. ARNALDO YANA TORRES
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1766-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliana, 13 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 15144 presentado por el (la) Bachiller **JESICA MELADITH MAMANI NINA** 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. **JESICA MELADITH MAMANI NINA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Dr. RONALD MADERA TERÁN
- * **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, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.


ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JESICA MELADITH MAMANI NINA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 19 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 10:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


 DR. MILTHON QUISPE HUANCA
 DECANO
 CIP. 47790


 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc. Archivo interesado (s)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1437-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 013504 por el señor (a): **JESICA MELADITH MAMANI NINA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1322- 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 252 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JESICA MELADITH MAMANI NINA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 252 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JESICA MELADITH MAMANI NINA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dr. Efraín Parilla Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1096-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 011503, presentado el señor (a) **JESICA MELADITH MAMANI NINA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 995 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 297-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JESICA MELADITH MAMANI NINA** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la **ficha de opinión de la propuesta de investigación** formato N° 297-2024- aprobando la **propuesta de investigación** titulado: **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **JESICA MELADITH MAMANI NINA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

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

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repository.udem.edu.co Fuente de Internet	1%
5	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JESICA MELADITH MAMANI NINA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72087060
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-4623-4357
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	RONALD MADERA TERÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	01316765
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: El Collao Distrito: Ilave Localidad: Ilave Latitud: S 16° 04' 57" Longitud: O 69° 38' 29"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/VEzVCnsX4oqcMKZv6</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 - Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Dr. Efraín Barillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JESICA MELADITH MAMANI NINA, identificado con DNI Nro. 72087060, 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:

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 08 de enero del 2025

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mi padre Gumercindo, mi madre Lidia y mi hermanita Luzdenia Pilar que han sido mi fuente de inspiración, apoyo y guía. Me han enseñado a ser única, decidida, a creer en mí misma y a perseverar siempre. Estoy verdaderamente agradecida y honrada de tenerlos como familia.



AGRADECIMIENTO

Quisiera comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, cuya experiencia, paciencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de este trabajo. A mi linda familia que me proporciono su apoyo y motivación en momentos de duda. Su confianza en mí me impulsó a seguir adelante y superar los desafíos.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	14
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación.....	16
1.4.1 Justificación técnica.....	16
1.4.2 Justificación económica.....	17
1.4.3 Justificación social.....	17
1.4.4 Justificación ambiental.....	17
1.5 Hipótesis de la investigación.....	18
1.5.1 Hipótesis general.....	18
1.5.2 Hipótesis específicas.....	18



1.6	Variables e indicadores	18
1.6.1	Variable independiente	18
1.6.2	Variable dependiente	18
1.7	Operacionalización de variables.....	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	20
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2	Antecedente nacional	22
2.1.3	Antecedente de ámbito local.....	24
2.2	Bases teóricas	25
2.2.1	Sistema de gestión vial.....	25
2.2.1.1	<i>Definición y objetivo del sistema de gestión vial.....</i>	26
2.2.1.2	<i>Componentes del sistema de gestión vial.....</i>	27
2.2.1.3	<i>Tipos de mantenimiento en la gestión vial</i>	29
2.2.2	Herramientas para la evaluación de la infraestructura vial	30
2.2.3	Importancia del sistema de gestión vial en el contexto urbano	31
2.2.4	Concepto de nivel de servicio en el ámbito urbano.....	34
2.2.5	Clasificación del nivel de servicio según el manual HCM.....	35
2.2.6	Factores que afectan el nivel de servicio en vías urbanas	38
2.2.6.1	<i>Volumen de tráfico y capacidad de la vía.....</i>	41
2.2.6.2	<i>Condiciones físicas del pavimento.....</i>	43
2.2.6.3	<i>Señalización y seguridad vial.....</i>	44
2.2.6.4	<i>Interrelación entre el sistema de gestión vial y el nivel de servicio.....</i>	45
2.2.7	Influencia de un sistema de gestión vial en el mejoramiento del nivel de servicio	47
2.2.8	Optimización de recursos mediante el sistema de gestión vial	48
2.2.9	Impacto de la planificación de mantenimiento en la sostenibilidad del nivel de servicio	50
2.2.10	Metodología PCI para evaluación del pavimento	53
2.3	Marco conceptual.....	54
2.3.1	Defectos superficiales del pavimento.....	54
2.3.2	Gestión de la Infraestructura Vial.....	54
2.3.3	Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	55



2.3.4	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	55
2.3.5	Inspección Visual.....	55
2.3.6	Mantenimiento Preventivo y Correctivo.....	55
2.3.7	Metodologías de evaluación del pavimento	56
2.3.8	Evaluación Superficial del Pavimento	56

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación.....	57
3.2	Método de la investigación	58
3.3	Nivel y tipo de la investigación	58
3.3.1	Nivel de la investigación	58
3.3.2	Tipo de la investigación	59
3.4	Población y muestra de la investigación.....	59
3.4.1	Población.....	59
3.4.2	Muestra	60
3.5	Técnicas e instrumentos	61
3.5.1	Técnicas.....	61
3.5.2	Instrumentos de recolección de datos investigación	62
3.6	Validación y confiabilidad del instrumento	64
3.6.1	Validación de los instrumentos	64
3.6.2	Confiabilidad de instrumentos.....	65
3.7	Plan de recolección y procesamiento de datos	66
3.7.1	Procedimiento de evaluación.....	66

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1	Presentación y análisis de resultados	67
4.1.1	Cantidad de incidencias de sistema de gestión vial en la ciudad de Ilave	69
4.1.2	Evaluación del pavimento mediante el método IRI:	101
4.1.2.1	<i>Procesamiento de datos y cálculos del índice internacional de rugosidad (IRI)</i>	104
4.1.2.2	<i>Cálculo del IRI</i>	106
4.1.3	Incidencia del sistema de gestión vial en la velocidad	113



4.1.4	Influencia del sistema de gestión vial en el tiempo de demora en las vías urbanas	116
4.2	Discusión de resultados	118
CONCLUSIONES		120
RECOMENDACIONES.....		122
REFERENCIAS		123
ANEXOS		127



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	19
Tabla 2 Conteo de daños encontrados en la vía.....	62
Tabla 3 tamaño que se ha de considerar para la muestra.....	72
Tabla 4 Conteo de daños encontrados en la vía.....	73
Tabla 5 Cantidad de unidades de muestra.....	75
Tabla 6 Aforo vehicular 1.....	76
Tabla 7 Aforo vehicular 2.....	77
Tabla 8 Aforo vehicular 3.....	77
Tabla 9 Cédula de registro 1.....	78
Tabla 10 Se observa el código de fallas U 01.....	79
Tabla 11 Cédula de los valores de densidad.....	80
Tabla 12 valor deducido (q).....	83
Tabla 13 Valores deducidos ordenados de la UM 1.....	84
Tabla 14 Valores deducidos corregido de la UM 1.....	85
Tabla 15 Resumen de datos generados a partir de la evaluación de PCI de pavimentos rígidos.	87
Tabla 16 Resumen de datos generados a partir de la evaluación de PCI de pavimentos rígidos.	89
Tabla 17 Cédula de registro 4.....	92
Tabla 18 Síntesis de las muestras evaluadas.....	94
Tabla 19 Índice actual de la vía.....	96
Tabla 20 Rango de clasificación de las muestras.....	100
Tabla 21 Estado vial según rugosidad.....	104
Tabla 22 Cálculo de las cotas.....	106
Tabla 23 Valores de IRI 01.....	108



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Calles del distrito de llave – Lugar del estudio</i>	68
Figura 2	<i>Conteo de daños de la vía estudiada</i>	74
Figura 3	<i>Procesamiento de los valores estimados para pandearse</i>	81
Figura 4	<i>Procesamiento de los valores estimados para escala</i>	81
Figura 5	<i>Procesamiento de los valores estimados para bombeo</i>	82
Figura 6	<i>Procesamiento de los valores estimados para retracción</i>	82
Figura 7	<i>Calculo de valores corregidos, muestra 1</i>	86
Figura 8	<i>Comparativa de valores</i>	88
Figura 9	<i>Comparativa de valores</i>	91
Figura 10	<i>Comparativa de valores</i>	93
Figura 11	<i>Procesamiento de los valores estimados para pandearse</i>	98
Figura 12	<i>Flujograma del procedimiento realizado</i>	102
Figura 13	<i>Escala de valoración (IRI)</i>	103
Figura 14	<i>Diferencias de alturas con datos sin filtrar</i>	105
Figura 15	<i>Diferencias de alturas con corrección</i>	106
Figura 16	<i>Comparativa de los datos recabados</i>	111



RESUMEN

La presente investigación, titulada "Influencia del sistema de gestión vial en el nivel de servicio de vías urbanas en el distrito de Ilave 2024" tuvo como objetivo fundamental evaluar el estado actual del pavimento mediante el uso combinado del IRI y el PCI, permitiendo una valoración precisa tanto de la rugosidad como de los defectos superficiales en los distintos tramos de la vía. El presente estudio evaluó la influencia del sistema de gestión vial en el nivel de servicio de las vías urbanas de Ilave, Puno, considerando el estado físico de la capa de rodadura, la velocidad promedio y los tiempos de demora. Los resultados obtenidos a través de los índices PCI e IRI evidenciaron un deterioro significativo en el Jirón Ilo, con segmentos críticos clasificados como "Malo" y valores de IRI superiores a 4.5 m/km, lo que afecta directamente la seguridad y el confort del tránsito. En contraste, los jirones Bolognesi y José Gálvez presentaron condiciones más estables, aunque con tramos específicos que requieren mantenimiento preventivo o correctivo. Se identificó una relación inversa entre la rugosidad del pavimento y la velocidad promedio, donde mayores valores de IRI resultaron en velocidades reducidas. Este fenómeno es especialmente notable en los tramos críticos del Jirón Ilo, con velocidades de 15-25 km/h, en comparación con 30-40 km/h en los jirones Bolognesi y José Gálvez. Asimismo, el tiempo de demora promedio fue mayor en el Jirón Ilo (3.45 segundos por tramo), destacando la correlación entre el estado del pavimento y la fluidez del tránsito. El análisis resalta la necesidad de priorizar intervenciones en tramos críticos, implementar estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo, y establecer sistemas de monitoreo continuo para anticipar el deterioro. Estas medidas permitirían optimizar la circulación vehicular, reducir los tiempos de demora y garantizar un nivel de servicio vial eficiente y seguro, contribuyendo al desarrollo urbano sostenible en la región.

Palabras Clave: Pavimento Rígido, Índice de Condición, Nivel de Servicio.



ABSTRACT

The present investigation, titled "Superficial Evaluation of the Rigid Pavement using the International Roughness Index and Pavement Condition Index of Huancané Avenue in the province of Puno 2024," had as its fundamental objective to evaluate the current state of the pavement through the combined use of IRI and PCI, allowing a precise assessment of both the roughness and surface defects in the different sections of the track. This study evaluated the influence of the road management system on the level of service of urban roads in Ilave, Puno, considering the physical condition of the pavement, average speed, and delay times. The results obtained through the PCI and IRI indices showed significant deterioration on Jirón Ilo, with critical segments classified as "Poor" and IRI values exceeding 4.5 m/km, directly affecting the safety and comfort of traffic. In contrast, the Bolognesi and José Gálvez streets exhibited more stable conditions, although specific sections require preventive or corrective maintenance. An inverse relationship was identified between pavement roughness and average speed, where higher IRI values resulted in reduced speeds. This phenomenon is particularly noticeable on critical sections of Jirón Ilo, with speeds of 15-25 km/h, compared to 30-40 km/h on the Bolognesi and José Gálvez streets. Additionally, the average delay time was higher on Jirón Ilo (3.45 seconds per segment), highlighting the correlation between pavement condition and traffic flow. The analysis underscores the need to prioritize interventions in critical segments, implement preventive and corrective maintenance strategies, and establish continuous monitoring systems to anticipate deterioration. These measures would optimize vehicle circulation, reduce delay times, and ensure an efficient and safe road service level, contributing to sustainable urban development in the region.

Keywords: Rigid Pavement, Condition Index, Level of Service.



INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano y el aumento del tráfico vehicular en el distrito de Ilave han generado una mayor demanda en el nivel de servicio de sus vías urbanas, afectando la calidad de vida de sus habitantes y el desarrollo de actividades económicas. En este contexto, el sistema de gestión vial desempeña un papel fundamental, ya que permite planificar, ejecutar y mantener las infraestructuras de transporte de manera eficiente. Este estudio tiene como propósito analizar la influencia de un sistema de gestión vial efectivo en el nivel de servicio de las vías urbanas en el distrito de Ilave, en el año 2024. Se busca establecer cómo las prácticas de gestión y los procesos de mantenimiento pueden optimizar el flujo vehicular, mejorar la seguridad vial y prolongar la vida útil de las infraestructuras.

El nivel de servicio de las vías urbanas está influenciado por varios factores, entre ellos el diseño geométrico de la vía, el volumen de tráfico, el estado del pavimento, y la implementación de un adecuado sistema de gestión vial. Un sistema de gestión vial eficaz permite la toma de decisiones fundamentadas para la mejora continua de la infraestructura, considerando aspectos como la periodicidad de los mantenimientos, la evaluación de los daños y la implementación de técnicas de rehabilitación. Según estudios previos, la falta de una gestión adecuada en la infraestructura vial urbana puede resultar en un deterioro acelerado de las vías, una disminución de la capacidad de servicio y un aumento en los costos de mantenimiento a largo plazo (Rodríguez et al., 2020).

El sistema de gestión vial se estructura en diversas etapas, que incluyen el diagnóstico inicial de las condiciones de la vía, la programación de intervenciones preventivas y correctivas, la evaluación del desempeño y la adaptación de las estrategias de acuerdo a los resultados obtenidos. La etapa de diagnóstico es fundamental, pues permite identificar las áreas críticas y priorizar los recursos hacia los tramos que requieren atención urgente. Esto contribuye a evitar problemas mayores que impacten



negativamente en el nivel de servicio. En la fase de programación, se planifican los trabajos necesarios en el corto, mediano y largo plazo, incluyendo mantenimiento rutinario y rehabilitación de pavimentos. Esta planificación asegura que las vías se mantengan en condiciones óptimas para el flujo vehicular, lo cual es especialmente importante en áreas urbanas densamente pobladas como Ilave.

La investigación está organizada en cuatro capítulos. **En el Capítulo 1**, se desarrollan los aspectos teóricos y conceptuales que sustentan el estudio, incluyendo las definiciones clave sobre sistemas de gestión vial, nivel de servicio y los factores que afectan el rendimiento de las vías urbanas. Se revisan además los antecedentes y estudios previos que han abordado la relación entre la gestión vial y el nivel de servicio en diferentes contextos, estableciendo un marco referencial para el análisis del distrito de Ilave.

El Capítulo 2 se enfoca en la metodología de investigación empleada. Aquí se describen las técnicas y herramientas utilizadas para recolectar y analizar los datos, así como los criterios de selección de las vías urbanas que formaron parte del estudio. Se presentan también las métricas de evaluación del nivel de servicio y los indicadores de gestión vial empleados, con el fin de ofrecer un enfoque estructurado que permita una interpretación precisa de los resultados.

En el Capítulo 3, se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de datos. Se realiza una comparación detallada entre los tramos viales que cuentan con un sistema de gestión eficiente y aquellos que carecen de mantenimiento adecuado, permitiendo observar el impacto directo de la gestión vial en el nivel de servicio. Este capítulo ofrece una interpretación de los hallazgos y destaca las principales áreas de mejora para las vías urbanas en el distrito.

Finalmente, el **Capítulo 4** expone las conclusiones y recomendaciones del estudio. Con base en los resultados obtenidos, se proponen estrategias para optimizar el sistema de gestión vial en Ilave, enfocándose en mejorar el flujo vehicular, reducir el deterioro de las vías y aumentar la seguridad para los usuarios. Este capítulo busca proporcionar una



guía práctica para los responsables de la planificación y gestión del transporte urbano en el distrito, con el fin de contribuir al desarrollo sostenible de sus infraestructuras viales.

En conclusión, esta investigación pretende ofrecer una comprensión profunda sobre cómo un sistema de gestión vial efectivo influye en el nivel de servicio de las vías urbanas en llave, proporcionando tanto un análisis detallado de la situación actual como recomendaciones para mejorar el desempeño de la red vial en un contexto de crecimiento urbano y aumento del tránsito.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En el ámbito internacional, el mantenimiento de las infraestructuras viales ha cobrado especial relevancia debido al crecimiento continuo del tráfico vehicular y el deterioro acelerado de las vías. Según el Banco Mundial (2015), los países en desarrollo se enfrentan a serios desafíos para conservar sus infraestructuras de transporte, debido a que los recursos financieros son limitados y la demanda de conservación es alta. Este organismo sugiere que una adecuada gestión vial no solo contribuye a mejorar la calidad de las carreteras, sino que también tiene un impacto positivo en la seguridad, el desarrollo económico y la calidad de vida de las personas. En varias ciudades del mundo, se ha implementado un enfoque basado en sistemas de gestión que monitorean constantemente el estado de las vías y programan intervenciones preventivas y correctivas. Esto permite una asignación más eficiente de recursos y ayuda a extender la vida útil de las infraestructuras (Banco Mundial, 2015).

En el contexto nacional, el Perú ha avanzado en la implementación de políticas de conservación vial, aunque aún persisten grandes retos en este campo. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2019), solo el 30% de la red vial del país está en condiciones adecuadas, lo que evidencia que muchas carreteras y vías urbanas presentan un deterioro considerable. En muchas municipalidades locales, la falta de sistemas de

gestión vial impide la evaluación periódica del estado de las infraestructuras y limita la toma de decisiones informadas sobre el mantenimiento. Esto se traduce en vías con daños como baches, grietas y deformaciones, afectando la comodidad y seguridad de los usuarios. En ciudades densamente pobladas y con tráfico intenso, la ausencia de un sistema de gestión efectivo incrementa los costos de mantenimiento y reduce la calidad del servicio en las vías urbanas (MTC, 2019).

En el contexto regional, el distrito de Ilave, en la región de Puno, enfrenta una situación crítica en sus vías urbanas debido a la carencia de un sistema de gestión vial eficiente. Las condiciones geográficas y climáticas de la región, sumadas al constante tránsito de vehículos pesados, aceleran el desgaste de las infraestructuras. Aunque la Municipalidad Distrital de Ilave ha intentado implementar medidas de mantenimiento, los esfuerzos resultan insuficientes ante la falta de recursos y la ausencia de un sistema que permita monitorear y evaluar el estado de las vías. Esto tiene un impacto negativo en la movilidad, la eficiencia en el transporte de mercancías y la seguridad vial (Municipalidad Distrital de Ilave, 2022). Por lo tanto, es urgente implementar un sistema de gestión vial que permita planificar, controlar y mantener adecuadamente las vías urbanas de Ilave, promoviendo un desarrollo sostenible y una optimización de los recursos públicos.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuánto Influye el sistema de gestión vial en el nivel de servicio de vías urbanas, Ilave, Puno 2023?

1.2.2 *Problemas específicos.*

1. ¿Cuánto es la Influencia del sistema de gestión de vial en el estado físico de la capa de rodadura de vías urbanas, Ilave, Puno 2023?

2. ¿Cuánto incide el sistema de gestión de vial en la velocidad promedio de vías urbanas, Ilave, Puno 2023?
3. ¿Cuánto influye el sistema de gestión de vial en el tiempo de demora en las vías urbanas, Ilave, Puno 2023?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo general

Determinar la Influencia del sistema de gestión vial en el nivel de servicio de vías urbanas, Ilave, Puno 2023.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Estimar la Influencia del sistema de gestión de vial en el estado físico de la capa de rodadura de vías urbanas, Ilave, Puno 2023.
2. Cuantificar la incidencia del sistema de gestión de vial en la velocidad promedio de vías urbanas, Ilave, Puno 2023.
3. Calcular la Influencia del sistema de gestión de vial en el tiempo de demora en las vías urbanas, Ilave, Puno 2023.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

Desde un punto de vista técnico, la implementación de un sistema de gestión vial permite monitorear de forma sistemática el estado de las infraestructuras y priorizar las intervenciones en función del nivel de deterioro y del uso que cada tramo requiere. Un sistema de este tipo facilita el análisis de parámetros clave, como el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el Índice de Condición del Pavimento (PCI), que son esenciales para evaluar el nivel de servicio y la seguridad vial. Esto no solo optimiza los recursos, sino que también permite tomar decisiones informadas y precisas, aumentando la eficiencia en el mantenimiento y prolongando la vida útil de las vías urbanas.



1.4.2 Justificación económica

En términos económicos, el adecuado mantenimiento y gestión de las vías urbanas reduce significativamente los costos a largo plazo. La falta de mantenimiento en las infraestructuras viales lleva a deterioros acelerados, lo cual eleva los costos de reparación y eventualmente exige intervenciones de mayor magnitud, como la reconstrucción de pavimentos. Al implementar un sistema de gestión vial, se minimizan los costos de rehabilitación al prolongar la vida útil de las vías, lo que optimiza el presupuesto municipal. Además, unas vías en buen estado facilitan el transporte de bienes y servicios, promoviendo el comercio y fortaleciendo la economía local, lo que a su vez genera un impacto positivo en el desarrollo económico del distrito.

1.4.3 Justificación social

En el aspecto social, un sistema de gestión vial efectivo contribuye directamente a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Las vías urbanas en buen estado no solo facilitan la movilidad y reducen los tiempos de traslado, sino que también ofrecen una experiencia de conducción más segura y cómoda. La infraestructura vial adecuada es esencial para el acceso a servicios básicos como educación, salud y trabajo, beneficiando a la población en general y, en particular, a las comunidades de menores ingresos. Un sistema de gestión que mantenga las vías en óptimas condiciones contribuye a la cohesión social y al desarrollo de la comunidad, mejorando la accesibilidad y la seguridad en los desplazamientos diarios de los habitantes de llave.

1.4.4 Justificación ambiental

Desde la perspectiva ambiental, una gestión vial eficiente también tiene beneficios importantes. Las vías en condiciones óptimas permiten un flujo vehicular constante y reducen el consumo de combustible, lo que disminuye la emisión de gases contaminantes. Además, el mantenimiento preventivo evita la necesidad de reconstrucción constante, reduciendo así el consumo de materiales y energía asociados con grandes obras de

reparación. Un sistema de gestión vial en llave no solo contribuirá a mejorar la infraestructura, sino que también apoyará los esfuerzos por minimizar el impacto ambiental asociado con la movilidad y el desarrollo urbano, promoviendo un modelo de sostenibilidad alineado con la protección del entorno natural.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

El sistema de gestión de vial influye significativamente en el nivel de servicio de vías urbanas, llave, Puno 2023.

1.5.2 *Hipótesis específicas.*

1. El sistema de gestión vial influye significativamente en el estado físico de la capa de rodadura de vías urbanas de vías urbanas, llave, Puno 2023.
2. El sistema de gestión vial incide significativamente en la velocidad promedio de vías urbanas, llave, Puno 2023.
3. El sistema de gestión de vial influye significativamente en el tiempo de demora en las vías urbanas, llave, Puno 2023.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 *Variable independiente*

- Sistema de gestión vial

Indicadores

- Tipos de falla
- Severidad
- Calificación de estado

1.6.2 *Variable dependiente*

- Nivel de servicio de vías urbanas

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos De Medición
SISTEMA DE GESTIÓN VÍAL	Un sistema de gestión vial es un conjunto de procesos y herramientas diseñados para planificar, monitorear, evaluar y mantener la infraestructura vial.	Mantenimiento. Monitoreo y evaluación. Asignación de recursos.	Tipos de fallas. Severidad. Calificación del estado.	Fichas de recolección de datos
Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos De Medición
NIVEL DE SERVICIO EN VIAS URBANAS	El nivel de servicio en vías urbanas es una medida que evalúa la calidad y eficiencia del flujo de tráfico en una vía. Este concepto abarca factores como la velocidad de desplazamiento, la densidad de vehículos, el confort, y la seguridad que experimentan los usuarios al circular.	Flujo vehicular. Accesibilidad. Impacto ambiental.	Calificación de estado. Alternativas de solución.	<ul style="list-style-type: none">Fichas de control

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Para, Vega , (2023) en su trabajo titulado “Desarrollo de una metodología para implementación de un sistema de gestión de pavimentos urbanos: caso ciudad de Itagüí - Colombia”, La toma de decisiones respecto a las intervenciones en redes viales urbanas suele ser, en muchas ocasiones, reactiva, priorizando las vías que presentan condiciones más deterioradas y afectando así la capacidad de gestión integral de toda la red vial urbana. Este estudio se propuso como objetivo establecer una metodología que permita la priorización de intervenciones en pavimentos asfálticos en vías urbanas mediante una matriz multicriterio, optimizando de esta forma la gestión de la red de pavimentos. Los criterios utilizados fueron ajustados y validados previamente por un grupo de expertos en infraestructura vial utilizando la escala de Likert. Posteriormente, un conjunto más amplio de especialistas completó la matriz multicriterio, permitiendo así ponderar y evaluar cada uno de los criterios y las alternativas de intervención necesarias para atender cada criterio, con el fin primordial de mantener la red vial urbana en buenas condiciones. Con el respaldo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), cada criterio fue representado en un archivo vectorial en formato shapefile. Estos archivos fueron transformados a formato ráster y reclasificados para asignar un puntaje específico que



refleje la relevancia de la información contenida en cada shapefile. El resultado final, basado en la superposición ponderada de mapas, facilitó la identificación y priorización de los segmentos viales a intervenir según el puntaje obtenido en cada uno. Para este caso de estudio, se utilizó la información de la red vial de la ciudad de Itagüí, en Colombia, proporcionando así una herramienta útil para la toma de decisiones por parte del administrador de la red vial de esta entidad territorial.

Seguidamente, Vergara et.al., (2021) En este trabajo se investiga "Publicación: Análisis de la implementación de un sistema de gestión de pavimentos basado en el software HDM-4 en una ciudad como Medellín", Los sistemas de gestión de pavimentos se entienden como herramientas o metodologías que facilitan la toma de decisiones costo-efectivas para mantener la infraestructura vial en condiciones óptimas de servicio durante un período específico. Entre estos sistemas se encuentra el software HDM-4, desarrollado por el Banco Mundial, que permite llevar a cabo un análisis detallado de gestión de pavimentos. En este estudio, se evaluó la viabilidad técnica y económica de implementar un sistema de gestión de pavimentos basado en HDM-4 en una vía pavimentada con asfalto en la ciudad de Medellín. Se consideraron parámetros como el tráfico, la estructura del pavimento, los métodos de mantenimiento y rehabilitación más comúnmente empleados, y la calidad del pavimento, medida a través del Índice de Rugosidad Internacional (IRI). El análisis incluyó una comparación de costos asociados al uso y no uso de un sistema de gestión de pavimentos para la administración de la red vial de Medellín, con el objetivo de mantener la infraestructura en condiciones adecuadas. La comparación permitió identificar las ventajas y desventajas de cada método, evidenciando el impacto de una gestión sistematizada en la conservación de las vías. Este proyecto busca incentivar la adopción de sistemas de gestión de pavimentos, destacando cómo pueden mejorar la calidad de las superficies de rodadura sin incurrir en inversiones excesivas.



2.1.2 Antecedente nacional

Para, Cielo et al., (2022), su investigación titulada "Propuesta de un sistema de gestión vial para la preservación de pavimentos urbanos en Lima Metropolitana", Esta investigación evaluó si los sistemas de gestión vial internacionales pueden servir como referencia para implementar un sistema de preservación de pavimentos urbanos en Lima Metropolitana, dado que la Norma Técnica CE. 0.10, en su capítulo 6, solo menciona actividades de mantenimiento sin una metodología específica, dejando su aplicación al criterio de las municipalidades o agencias viales. Utilizando un enfoque deductivo y descriptivo-correlacional, el estudio identificó cuatro prácticas clave para estructurar la gestión de pavimentos urbanos: inventario, herramientas, programas de intervención y estrategias de gestión que priorizan vías según criterios de preservación y recursos económicos. Como principal propuesta, se sugiere mantener las vías en un umbral de intervención con un PCI entre 85 y 55 para su conservación efectiva. En conclusión, el análisis de los sistemas de gestión vial de otros contextos muestra que es viable proponer un modelo adaptado a las necesidades locales, optimizando así la gestión y preservación de las vías urbanas de Lima Metropolitana.

Para, Pillpe, (2018) en su investigación titulada "Evaluación del pavimento rígido aplicando el método índice de condición del pavimento (PCI), en las calles del distrito de Chóchope, Lambayeque – Lambayeque", Esta investigación tiene como propósito principal evaluar si la implementación de un Sistema de Gestión de Pavimentos (SGP) a nivel de red urbana local, utilizando el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) como indicador de condición, impacta la funcionalidad de los pavimentos que conforman la red vial del distrito de Concepción. La aplicación del IRI permite medir de manera objetiva el grado de irregularidad en la superficie de rodadura, lo cual se relaciona directamente con la comodidad y seguridad de los usuarios. Este estudio no solo busca determinar la influencia del SGP en el estado funcional del pavimento, sino también establecer una planificación económica anual que optimice el uso de recursos destinados al mantenimiento de la red



vial urbana a lo largo de un periodo de 20 años, asegurando que las intervenciones se realicen de manera continua y sostenible. Para alcanzar estos objetivos, la investigación se estructuró como un estudio correlacional, ya que su enfoque permite analizar y relacionar el comportamiento de las herramientas y métodos empleados en el SGP con la planificación de intervenciones de mantenimiento. Esto incluye tanto actividades preventivas como correctivas orientadas a mejorar la condición del pavimento. Al asociar el SGP con el mejoramiento de las características del pavimento, se espera identificar patrones que faciliten la toma de decisiones, maximizando la eficiencia de los recursos y prolongando la vida útil de las infraestructuras urbanas. Este enfoque contribuirá a la formulación de una estrategia de mantenimiento que asegure un nivel de servicio adecuado y reduzca el deterioro acelerado de la red vial en Concepción, beneficiando así a la población y promoviendo un modelo de gestión sostenible y económicamente viable.

Finalmente, Paucara, (2018) nos dice que el presente estudio "Evaluación del Nivel de Servicio en Flujos Vehiculares de las Intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann, Utilizando Synchro V.8 – Tacna, 2018", tiene como propósito analizar el nivel de servicio en las intersecciones de esta avenida principal, compuesta por la Av. Gregorio Albarracín y la Av. A.B. Leguía, donde se observan altos volúmenes de tráfico en horas pico, provocando congestión y evidenciando una carencia en la señalización vertical y horizontal. La metodología utilizada se basó en la observación de campo, realizando aforos vehiculares tanto de ingreso como de salida en las intersecciones principales, registrando la mayor cantidad de datos posible sobre sus características. Para ello, se llevaron a cabo conteos manuales de vehículos durante 12 horas al día en tres jornadas, lo cual permitió obtener volúmenes de tráfico en cada dirección. Estos datos fueron procesados en Excel utilizando la metodología HCM 2010 y luego modelados en el software Synchro V.8. Los resultados mostraron que, en el escenario actual, las intersecciones en la Av. Jorge Basadre Grohmann, Av. Gregorio Albarracín y Av. A.B. Leguía presentan niveles de



servicio clasificados en categorías C y F, lo que genera demoras en los tiempos de viaje, largos tiempos de espera y formaciones de cola. En un escenario proyectado a 20 años, los niveles de servicio en estas intersecciones se clasifican en F, indicando que ambas intersecciones superarían su capacidad operativa, confirmando así la hipótesis planteada en el estudio. En conclusión, se recomienda implementar un carril preferencial de giro a la izquierda, optimizar los tiempos de los semáforos y mejorar la señalización horizontal y vertical. A futuro, para elevar el nivel de servicio en estas intersecciones, sería conveniente considerar la construcción de un paso a desnivel y vías alternas para reducir la congestión.

2.1.3 Antecedente de ámbito local

Para, Chahuara, (2022) en su investigación titulada "Influencia de los factores externos del pavimento rígido en su ciclo de vida útil, carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022", La investigación tuvo como objetivo principal identificar los factores externos que influyen en el ciclo de vida útil del pavimento rígido en la carretera Juliaca - Calapuja, ubicada en Puno, en el año 2022. Se desarrolló bajo una metodología aplicada y un diseño de investigación cuasi-experimental, abarcando como población de estudio la carretera pavimentada que da acceso al distrito de Juliaca, en la provincia de Puno, departamento de Puno. La muestra abarcó un tramo de 17.4 km en la Red Vial Nacional PE-3S Juliaca – Calapuja, seleccionando un segmento específico de 2 km, comprendido entre los kilómetros 1301+000 y 1303+000 en ambos sentidos. Se aplicaron dos metodologías: el Índice de Condición del Pavimento (PCI), basado en la norma ASTM 6433-07, y el método de deflectometría mediante la viga Benkelman, de acuerdo con la especificación MTC E 1002-2000. Estos procedimientos permitieron evaluar el estado superficial y estructural del pavimento rígido, considerando factores como el tránsito, la carga y el clima. Los resultados mostraron un IMDa de 6,476 vehículos diarios, un ESAL de 2,554,287.37 ejes equivalentes y una vida útil restante estimada en 11 años. Se obtuvo un PCI promedio de 57, indicando un estado "bueno", mientras que la deflexión característica fue de 80.03×10^{-2} mm, con una



deflexión admisible de 82×10^{-2} mm y una deflexión promedio de 66.79×10^{-2} mm. En el análisis estadístico, se confirmó la significancia de los factores estudiados sobre el ciclo de vida del pavimento rígido. En conclusión, el pavimento mantiene una subrasante en buen estado y una condición estructural y superficial adecuada. Se recomendó llevar a cabo un mantenimiento rutinario con un ESAL estimado de 3,503,007.70 ejes equivalentes y un refuerzo de 1.52 cm, de modo que se pueda extender la vida útil del pavimento rígido en esta carretera.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sistema de gestión vial

Un Sistema de Gestión Vial se entiende como un conjunto organizado de metodologías, herramientas y procedimientos que permiten planificar, ejecutar y supervisar las actividades relacionadas con el mantenimiento, conservación y mejora de las infraestructuras viales. Este sistema está diseñado para asegurar que las vías, tanto urbanas como rurales, se mantengan en condiciones óptimas de servicio, permitiendo así una circulación segura y eficiente para los usuarios. La gestión vial se apoya en la evaluación constante del estado físico y estructural de las vías, lo cual facilita una planificación precisa que prioriza las intervenciones de mantenimiento de acuerdo con el grado de deterioro y el uso de cada tramo. Este enfoque sistemático busca reducir los costos de rehabilitación a largo plazo, extendiendo la vida útil de las infraestructuras y optimizando el uso de los recursos disponibles.

El sistema de gestión vial se compone de varios elementos clave que trabajan en conjunto para maximizar la eficiencia del mantenimiento vial. Primero, se lleva a cabo un inventario detallado de la infraestructura, en el cual se registran las características y condiciones de cada tramo vial, junto con información relevante sobre el volumen y tipo de tráfico que soporta. Luego, mediante inspecciones y evaluaciones periódicas, se analizan las necesidades de intervención, identificando tanto las áreas que requieren mantenimiento



inmediato como aquellas que pueden beneficiarse de una conservación preventiva. Además, un sistema de gestión vial eficaz incorpora herramientas de análisis de datos y modelos predictivos, que permiten estimar el comportamiento futuro de la infraestructura y anticipar posibles fallas o deterioros, lo que resulta esencial para la toma de decisiones fundamentadas.

Finalmente, un Sistema de Gestión Vial eficiente no solo contempla la infraestructura física, sino también los aspectos de seguridad vial y sostenibilidad ambiental. Esto implica considerar la implementación de medidas de seguridad, como señalización y control de velocidad, y adoptar prácticas de gestión que minimicen el impacto ambiental de las actividades de mantenimiento. En resumen, el Sistema de Gestión Vial busca integrar todos los elementos necesarios para preservar la infraestructura vial, asegurando su funcionalidad y contribuyendo al desarrollo socioeconómico sostenible a través de un transporte seguro, accesible y duradero.

2.2.1.1 Definición y objetivo del sistema de gestión vial

El Sistema de Gestión Vial constituye una estructura metodológica y operativa diseñada para organizar de manera efectiva el mantenimiento, conservación y mejora de la red vial. Se define como una serie de prácticas y herramientas que permiten a las entidades responsables planificar y ejecutar acciones estratégicas sobre las infraestructuras viales, optimizando tanto los recursos como el tiempo de vida útil de las vías. La gestión vial implica el monitoreo constante del estado físico de las carreteras, la identificación de los tramos que requieren intervención inmediata, y la priorización de actividades preventivas que eviten un desgaste acelerado. Esto resulta esencial para asegurar que la red vial responda de forma adecuada a las demandas de tráfico y se mantenga segura para los usuarios.

El objetivo central del Sistema de Gestión Vial es preservar la funcionalidad de las infraestructuras viales a lo largo de su vida útil. Este enfoque busca no solo minimizar el deterioro estructural de las vías, sino también maximizar su capacidad de servicio. A través

de una gestión adecuada, se pueden reducir significativamente los costos asociados a reparaciones mayores y rehabilitaciones, priorizando el mantenimiento preventivo y correctivo en función de las condiciones actuales y proyectadas de cada tramo vial. Esta organización permite que las vías mantengan una circulación fluida y segura, con menores riesgos de accidentes o demoras por condiciones deficientes en el pavimento.

Otro objetivo clave de la gestión vial es el fomento de un entorno de circulación más seguro, que beneficie tanto a los conductores como a los peatones. Esto se logra mediante la integración de medidas de seguridad vial en la planificación y el mantenimiento de las infraestructuras, incluyendo señalización, semaforización y control de velocidades. Además, el sistema busca contribuir a la sostenibilidad ambiental, adoptando prácticas que minimicen el impacto ecológico de las actividades de mantenimiento, como el uso racional de materiales y la gestión eficiente del tráfico durante las intervenciones. En conclusión, el Sistema de Gestión Vial no solo garantiza la durabilidad y eficiencia de la red vial, sino que también se convierte en un pilar para el desarrollo sostenible y la calidad de vida en las áreas que conecta.

2.2.1.2 Componentes del sistema de gestión vial

Los Componentes del Sistema de Gestión Vial representan las distintas áreas de acción y herramientas necesarias para lograr una gestión efectiva y sostenible de las infraestructuras viales. Cada componente cumple un papel específico en la evaluación, planificación, y ejecución de actividades que permiten mantener las vías en condiciones óptimas de servicio y prolongar su vida útil.

Uno de los componentes clave es el Inventario Vial, que consiste en un registro detallado de todos los elementos de la infraestructura, tales como el tipo de pavimento, características geométricas, señalización, y condiciones actuales de cada tramo vial. Este inventario facilita una comprensión completa de la red vial, permitiendo a los gestores priorizar intervenciones y destinar recursos de manera estratégica. La información



contenida en el inventario vial es fundamental para todas las etapas de planificación y para el seguimiento continuo de la infraestructura.

Otro componente esencial es el Sistema de Evaluación y Monitoreo. Este sistema permite medir de forma regular el estado físico y estructural de las vías, a través de indicadores como el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Estas evaluaciones ayudan a identificar tramos que requieren mantenimiento inmediato y también permiten anticipar el desgaste, orientando las acciones hacia el mantenimiento preventivo en lugar del correctivo. Un sistema de monitoreo eficiente permite a las autoridades responder de manera oportuna a los problemas antes de que afecten significativamente la funcionalidad de las vías.

La Planificación y Programación de Mantenimiento es otro componente crítico. Basándose en los datos recolectados, esta etapa permite organizar y priorizar las actividades de mantenimiento en función de la urgencia y el tipo de intervención requerido. En esta planificación se incluyen las acciones de mantenimiento preventivo, que son aquellas realizadas para evitar el deterioro de las vías; el mantenimiento correctivo, orientado a reparar daños existentes; y el mantenimiento de emergencia, que se aplica en situaciones imprevistas para garantizar la seguridad vial. Esta programación asegura que los recursos se utilicen de manera óptima y que el estado de la infraestructura se mantenga estable a lo largo del tiempo.

Finalmente, el Componente de Gestión de Recursos es indispensable en un sistema de gestión vial. Este componente se enfoca en la asignación eficiente de recursos financieros, humanos y materiales para cada actividad de mantenimiento. A través de una planificación cuidadosa, se asegura que los fondos y recursos asignados permitan mantener la red vial en condiciones óptimas sin desperdicios o sobrecostos. Además, la gestión de recursos incluye la incorporación de tecnologías y herramientas avanzadas, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que facilitan la evaluación y la toma de decisiones informadas, potenciando la eficacia de cada componente del sistema de gestión vial.

2.2.1.3 Tipos de mantenimiento en la gestión vial

Los Tipos de Mantenimiento en la Gestión Vial comprenden diversas estrategias orientadas a preservar, restaurar y mejorar las condiciones de las vías, asegurando su funcionalidad y prolongando su vida útil. Cada tipo de mantenimiento cumple un rol específico según el nivel de deterioro de la infraestructura y las necesidades de servicio de la red vial.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo abarca intervenciones programadas con el fin de evitar el deterioro acelerado de las vías y reducir la necesidad de reparaciones mayores. Este tipo de mantenimiento incluye actividades como el sellado de fisuras, la limpieza de desagües, y la reparación de áreas menores del pavimento que presentan desgaste inicial. Al abordar problemas antes de que se conviertan en fallas graves, el mantenimiento preventivo es una estrategia costo-efectiva que permite conservar la infraestructura en buenas condiciones y minimizar el impacto en el tráfico.

Mantenimiento Correctivo

También conocido como mantenimiento de reparación, el mantenimiento correctivo se aplica cuando las vías ya presentan deterioros significativos que afectan su funcionalidad o seguridad. Este tipo de mantenimiento implica la reparación de daños visibles y estructurales, como baches, grietas profundas, y deformaciones en el pavimento. A diferencia del mantenimiento preventivo, el correctivo es reactivo y suele requerir intervenciones más complejas y costosas. Sin embargo, resulta indispensable para restaurar la capacidad de servicio de los tramos deteriorados y evitar riesgos a los usuarios.

Mantenimiento de Emergencia

El mantenimiento de emergencia se emplea en situaciones imprevistas o de riesgo inmediato que afectan la seguridad o la operatividad de las vías. Este tipo de mantenimiento incluye intervenciones rápidas para resolver problemas como desprendimientos, socavones, inundaciones o cualquier evento que limite el tránsito o represente un peligro para los usuarios. El objetivo principal del mantenimiento de

emergencia es restaurar la seguridad vial y garantizar la transitabilidad en el menor tiempo posible, utilizando los recursos disponibles de manera inmediata.

Cada uno de estos tipos de mantenimiento juega un papel crucial en el sistema de gestión vial, y la combinación de estos enfoques permite a las autoridades responsables mantener la red vial en condiciones óptimas, respondiendo a las necesidades específicas de cada tramo según su estado y los desafíos que presente.

2.2.2 Herramientas para la evaluación de la infraestructura vial

Las Herramientas para la Evaluación de la Infraestructura Vial son instrumentos y metodologías utilizadas para analizar el estado físico y estructural de las vías, permitiendo a los gestores tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y conservación de la red vial. Estas herramientas ayudan a identificar problemas, anticipar necesidades de reparación y priorizar intervenciones en función de los niveles de servicio y seguridad requeridos.

Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés) es un indicador que evalúa la condición superficial de una vía mediante la observación y clasificación de defectos visibles en el pavimento, como grietas, baches y deformaciones. El PCI, basado en una escala de 0 a 100, permite determinar el estado del pavimento (muy bueno, bueno, regular, malo o muy malo), y es ampliamente utilizado para establecer prioridades de mantenimiento en la red vial. Esta herramienta es particularmente útil para identificar las áreas que requieren intervención inmediata, maximizando así la eficiencia en la asignación de recursos.

Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) mide la irregularidad longitudinal de la superficie del pavimento y su impacto en la comodidad y seguridad del usuario. Expresado en metros por kilómetro (m/km), el IRI permite cuantificar la rugosidad de las vías, siendo un indicador clave para el nivel de servicio de una infraestructura vial. A través de su

análisis, los gestores pueden identificar tramos que presentan inconvenientes en la rodadura y planificar intervenciones que mejoren la calidad del tránsito vehicular, reduciendo el impacto del deterioro sobre los vehículos y los usuarios.

Deflectometría mediante Viga Benkelman

La deflectometría con la viga Benkelman es una técnica de ensayo no destructivo que permite evaluar la capacidad estructural del pavimento mediante la medición de su deformación bajo una carga específica. Este método ayuda a determinar la resistencia de la subestructura vial y es valioso para detectar posibles fallas estructurales en etapas tempranas. La deflectometría proporciona datos sobre la rigidez y el comportamiento del pavimento bajo carga, lo que permite a los ingenieros estimar su vida útil restante y planificar refuerzos en los segmentos que muestran signos de debilitamiento.

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas tecnológicas que permiten recopilar, gestionar y analizar datos espaciales de la infraestructura vial. A través de los SIG, los gestores viales pueden visualizar la red vial en mapas detallados, asociando información relevante sobre el estado del pavimento, volúmenes de tráfico, y condiciones ambientales. Los SIG facilitan la planificación estratégica del mantenimiento, permitiendo un análisis integral de factores que afectan la infraestructura y una priorización eficiente de los recursos, optimizando la gestión a nivel espacial.

Cada una de estas herramientas proporciona una perspectiva específica sobre el estado y necesidades de la infraestructura vial, contribuyendo a una gestión integral que garantiza la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de la red vial a lo largo del tiempo.

2.2.3 Importancia del sistema de gestión vial en el contexto urbano

La Importancia del Sistema de Gestión Vial en el Contexto Urbano radica en su papel esencial para mantener y optimizar la infraestructura de transporte en áreas de alta densidad poblacional y demanda de tránsito. En las ciudades, donde el tráfico es constante y el desgaste de las vías es mayor, contar con un sistema de gestión vial efectivo permite



a las autoridades abordar de manera eficiente las necesidades de mantenimiento y conservación, asegurando que las infraestructuras se mantengan en condiciones adecuadas para el flujo vehicular y la movilidad de los ciudadanos.

Un sistema de gestión vial urbano facilita la reducción de costos a largo plazo mediante el mantenimiento preventivo, que previene daños mayores y reduce la necesidad de intervenciones costosas en el futuro. A través de este enfoque preventivo, las ciudades pueden optimizar el uso de los recursos públicos, prolongando la vida útil de las vías y maximizando su funcionalidad sin incurrir en gastos excesivos. Esta previsión es especialmente importante en entornos urbanos, donde los presupuestos son a menudo limitados y las demandas de mantenimiento son altas debido al volumen constante de vehículos.

Además, un sistema de gestión vial bien estructurado mejora la seguridad y la calidad de vida de los usuarios. Las vías en buen estado reducen la probabilidad de accidentes y ofrecen una experiencia de conducción más cómoda, lo cual es fundamental en zonas urbanas donde los desplazamientos son parte de la rutina diaria de los ciudadanos. La gestión vial permite implementar medidas de seguridad, como señalización y control de velocidad, de manera planificada y precisa, contribuyendo a una movilidad urbana más segura y eficiente.

Finalmente, la gestión vial en el contexto urbano también es vital para la sostenibilidad ambiental. La planificación de intervenciones que minimicen los tiempos de ejecución y el uso racional de materiales reduce el impacto ambiental de las actividades de mantenimiento. Además, un sistema de gestión eficiente contribuye a mantener el flujo vehicular, lo cual disminuye el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes, favoreciendo la sostenibilidad del entorno urbano. En conjunto, el sistema de gestión vial en áreas urbanas es una herramienta clave para el desarrollo sostenible, asegurando que la infraestructura de transporte responda de manera adecuada a las necesidades actuales y futuras de la ciudad.

Nivel de servicio en vías urbanas

El Nivel de Servicio en Vías Urbanas es un indicador clave que evalúa la calidad y eficiencia del flujo vehicular en una red vial, considerando factores como la velocidad de desplazamiento, la comodidad, la accesibilidad y la seguridad que experimentan los usuarios en su recorrido. Este concepto, ampliamente utilizado en la planificación y evaluación de infraestructuras viales, permite clasificar las condiciones de una vía en diferentes niveles, que van desde una circulación fluida hasta un estado de congestión severa. En entornos urbanos, donde el tráfico es denso y los recursos viales son limitados, evaluar el nivel de servicio es fundamental para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y mejora de las vías.

La clasificación del nivel de servicio se realiza mediante una escala que va de la A a la F, donde cada letra representa un rango de condiciones. Nivel A corresponde a un flujo de tráfico libre con mínima interferencia y alta comodidad para el usuario, mientras que Nivel B y Nivel C representan condiciones de tráfico estable con ligeras demoras que son comunes en áreas urbanas moderadamente ocupadas. En contraste, Nivel D, Nivel E y Nivel F reflejan condiciones de tráfico congestionado, caracterizadas por tiempos de espera elevados, desplazamientos lentos y una gran cantidad de paradas, lo que afecta tanto la experiencia de conducción como la eficiencia de la vía. Estos niveles de servicio permiten a los gestores viales identificar los tramos críticos y planificar intervenciones que mejoren la fluidez del tránsito y la seguridad.

En el contexto de gestión vial urbana, el nivel de servicio también depende de factores como el diseño geométrico de la vía, la capacidad de las intersecciones, el estado físico del pavimento y la efectividad de la señalización. Además, este indicador es particularmente útil para evaluar cómo el mantenimiento y las mejoras en la infraestructura impactan en la calidad del servicio, proporcionando una base objetiva para justificar inversiones y priorizar intervenciones. En resumen, el nivel de servicio en vías urbanas es una medida integral que permite a los responsables de la infraestructura optimizar las condiciones de las vías, promoviendo una movilidad segura y eficiente en la ciudad.

2.2.4 Concepto de nivel de servicio en el ámbito urbano

El Concepto de Nivel de Servicio en el Ámbito Urbano es una medida integral de la capacidad de una vía para manejar el flujo vehicular de manera eficiente, considerando factores que afectan directamente la experiencia y seguridad de los usuarios. En un entorno urbano, donde la densidad poblacional y la actividad vehicular son elevadas, el nivel de servicio adquiere un papel central en la planificación y gestión de las infraestructuras viales. Este concepto se emplea para evaluar la calidad del flujo en las calles y avenidas de la ciudad, permitiendo a las autoridades identificar de manera precisa los puntos críticos que requieren mejoras para optimizar el tránsito y reducir la congestión. Mediante esta evaluación, es posible conocer cómo responden las vías a la demanda, ayudando a predecir y planificar intervenciones que eviten el colapso de la infraestructura vial.

El nivel de servicio se mide a través de una clasificación estándar que va desde la letra A hasta la F, donde cada nivel representa un rango de condiciones de tráfico. El Nivel A indica un flujo completamente libre, donde los vehículos pueden desplazarse sin interrupciones y con comodidad, característico de áreas con baja densidad vehicular o en horarios de poca demanda. Este nivel es ideal para una circulación óptima, con bajas tasas de conflicto entre vehículos y menores riesgos de accidentes. A medida que aumenta la ocupación y la complejidad del tráfico, se encuentran los niveles B y C, que describen una circulación todavía razonablemente estable, pero con ligeras demoras, permitiendo aún una experiencia de conducción aceptable en zonas urbanas de tráfico moderado.

Los niveles D, E y F, por otro lado, corresponden a condiciones de alta congestión y tráfico denso. En el Nivel D, el flujo es inestable, con frecuentes paradas y una densidad vehicular que empieza a ser problemática para la seguridad y comodidad de los conductores. El Nivel E indica un punto cercano al colapso, donde la vía está prácticamente saturada y los tiempos de espera son muy elevados, afectando negativamente la experiencia de los usuarios. Finalmente, el Nivel F representa un estado crítico de congestión, con el tráfico casi detenido y largos tiempos de espera en intersecciones y



semáforos, reflejando una sobrecarga de la capacidad vial y una calidad de servicio deficiente.

En el contexto de la gestión urbana, el nivel de servicio proporciona una base objetiva para tomar decisiones estratégicas en la planificación de las infraestructuras viales. Este concepto no solo permite identificar las áreas que necesitan ampliaciones, mejoras o nuevos diseños geométricos, sino que también guía la implementación de medidas complementarias como la optimización de semáforos, la ampliación de carriles, o la inclusión de carriles preferenciales para el transporte público o bicicletas. En conjunto, estas acciones buscan elevar el nivel de servicio de las vías urbanas, facilitando un tráfico más seguro, ágil y sostenible.

Además, el nivel de servicio tiene implicaciones ambientales y económicas importantes. Al reducir la congestión y optimizar el flujo vehicular, se disminuye el consumo de combustible y las emisiones contaminantes, favoreciendo así la sostenibilidad en el entorno urbano. Por otro lado, un nivel de servicio adecuado contribuye a la productividad de la ciudad, ya que un tránsito eficiente reduce los tiempos de desplazamiento y mejora la calidad de vida de los ciudadanos, haciendo que la ciudad sea más competitiva y funcional.

2.2.5 Clasificación del nivel de servicio según el manual HCM

La Clasificación del Nivel de Servicio según el Manual HCM (Highway Capacity Manual) es una escala que proporciona una evaluación detallada de las condiciones de tráfico en infraestructuras viales, organizando las características de flujo en niveles de A a F. Esta clasificación es clave en la gestión y planificación de las vías, ya que permite a los gestores identificar los puntos críticos y diseñar estrategias para mejorar la calidad del flujo vehicular y la seguridad en el tráfico. A continuación, se detallan los niveles de servicio según el HCM:



Nivel A: Flujo Libre

El Nivel A se caracteriza por un tráfico fluido y sin interrupciones, donde los vehículos mantienen una velocidad alta, cercana o igual al límite permitido. En este nivel, la interacción entre vehículos es mínima, permitiendo a los conductores maniobrar con facilidad y experimentar una sensación de libertad y comodidad. La separación entre vehículos es amplia, reduciendo la posibilidad de colisiones y promoviendo una conducción segura y relajada. Este nivel de servicio es ideal y se observa principalmente en carreteras rurales o urbanas en horas de baja demanda, cuando la densidad de tráfico es baja. Las vías en Nivel A requieren menos atención y esfuerzo por parte del conductor, ya que hay pocas o ninguna restricción en el flujo, lo cual facilita la experiencia de tránsito y la eficiencia en el tiempo de viaje.

Nivel B: Flujo Estable con Interacción Ligera

En el Nivel B, el flujo sigue siendo estable, pero la proximidad entre vehículos comienza a aumentar ligeramente. Aunque los vehículos mantienen una velocidad razonablemente alta, es posible que el conductor experimente pequeñas demoras al adaptarse al movimiento de otros vehículos. Los tiempos de espera en intersecciones y puntos de entrada son mínimos, y el tráfico todavía se maneja sin mayores contratiempos. Este nivel se presenta comúnmente en áreas urbanas de tráfico moderado y sigue proporcionando una experiencia de conducción cómoda y segura. A diferencia del Nivel A, en el Nivel B los conductores deben estar algo más atentos a los movimientos de los demás vehículos, aunque la maniobrabilidad aún es alta y la incomodidad es baja.

Nivel C: Flujo Estable con Mayor Interacción entre Vehículos

El Nivel C representa un flujo vehicular en el que la interacción entre vehículos se vuelve más notoria. La proximidad entre automóviles aumenta, lo que exige que los conductores estén más atentos y respondan rápidamente a las condiciones de la vía. Aunque la velocidad puede mantenerse en rangos aceptables, los tiempos de espera comienzan a incrementarse en las intersecciones, y las maniobras son algo más limitadas. El nivel C sigue siendo aceptable en áreas urbanas de alta densidad, donde se espera



cierto grado de congestión, pero el confort del conductor empieza a verse comprometido. En este nivel, el tráfico puede ralentizarse en momentos de alta demanda, aunque todavía no alcanza un punto crítico de inestabilidad.

Nivel D: Flujo Inestable y Condiciones de Congestión Moderada

En el Nivel D, el flujo de tráfico se vuelve inestable y la proximidad entre vehículos es considerable, lo que genera un aumento en la tensión y el esfuerzo del conductor. La velocidad se reduce significativamente, y los tiempos de espera son más frecuentes y prolongados en intersecciones y semáforos. La capacidad de maniobrar es limitada, y los conductores deben adaptarse a cambios constantes en el ritmo del tráfico, lo que puede causar estrés y fatiga. Este nivel es característico de áreas urbanas en horas pico y refleja una infraestructura que opera al límite de su capacidad. Aunque el tráfico sigue avanzando, el confort y la seguridad se ven comprometidos, y la experiencia de conducción se vuelve menos predecible y cómoda.

Nivel E: Congestión Alta y Flujo Cercano al Colapso

El Nivel E se caracteriza por una congestión vehicular elevada, en la que la vía se encuentra operando al máximo de su capacidad. La velocidad de circulación es baja y los tiempos de espera se extienden considerablemente, especialmente en intersecciones y semáforos, donde las demoras se vuelven constantes. La cercanía entre vehículos es extrema, y cualquier interrupción en el flujo puede provocar un efecto en cadena, afectando el tramo completo de la vía. Los conductores tienen un margen de maniobra muy reducido y deben actuar con rapidez ante cambios repentinos en el flujo. Este nivel de servicio es una señal de advertencia para los gestores viales, ya que indica que la infraestructura está a punto de colapsar y que se requiere una intervención urgente para mejorar la capacidad o gestionar la demanda. La experiencia de conducción en Nivel E es incómoda y, a menudo, agotadora, con mayores riesgos de colisiones menores y un aumento en el consumo de combustible debido a las constantes paradas y aceleraciones.

Nivel F: Congestión Severa y Colapso del Flujo Vehicular

El Nivel F representa el peor escenario de tráfico, caracterizado por una congestión extrema en la que el flujo vehicular prácticamente se detiene. En este nivel, los vehículos están estacionados en largas filas, y los tiempos de espera pueden extenderse indefinidamente. La densidad de tráfico es tan alta que cualquier movimiento en la vía se vuelve prácticamente imposible, y los conductores experimentan altos niveles de estrés e incomodidad. Las vías en Nivel F están completamente saturadas y sobrepasan su capacidad operativa, lo cual es habitual en áreas urbanas de alta densidad sin una infraestructura adecuada o en vías donde la demanda de tráfico excede ampliamente la capacidad disponible. Este nivel indica la necesidad de intervenciones urgentes, como la ampliación de carriles, la construcción de vías alternas, o la implementación de sistemas de control de tráfico más avanzados para reducir la demanda. El Nivel F también se asocia con efectos negativos a nivel ambiental y económico, debido al aumento en el consumo de combustible, la emisión de gases contaminantes, y los costos asociados a la pérdida de tiempo y la ineficiencia en la movilidad urbana.

En resumen, la clasificación del nivel de servicio según el Manual HCM ofrece un marco comprensivo para entender cómo responde una vía a diferentes niveles de demanda. Cada nivel proporciona información específica sobre la calidad de flujo y los desafíos que enfrenta la infraestructura, lo cual es esencial para la planificación, mantenimiento y expansión de la red vial en contextos urbanos.

2.2.6 Factores que afectan el nivel de servicio en vías urbanas

Los Factores que Afectan el Nivel de Servicio en Vías Urbanas son variables clave que determinan la eficiencia y calidad del flujo vehicular en una infraestructura vial. En áreas urbanas, donde la densidad de población y el volumen de tráfico son altos, estos factores tienen un impacto directo en la experiencia de los usuarios, en la seguridad y en la sostenibilidad del tránsito. Comprender y gestionar estos factores permite a los

planificadores y gestores viales optimizar el rendimiento de las vías y aplicar estrategias de mejora en el nivel de servicio. A continuación, se detallan los factores más relevantes:

Volumen de Tráfico y Capacidad de la Vía

El volumen de tráfico es la cantidad de vehículos que circulan en una vía durante un período específico, y la capacidad es el número máximo de vehículos que la infraestructura puede manejar de manera eficiente. Cuando el volumen de tráfico se aproxima o excede la capacidad de la vía, el nivel de servicio se deteriora, dando lugar a congestión, reducción en la velocidad y tiempos de espera más prolongados. En áreas urbanas, el flujo vehicular tiende a ser constante y elevado, lo que exige que las vías tengan suficiente capacidad para mantener una circulación estable.

Diseño Geométrico de la Vía

El diseño geométrico incluye la configuración y características físicas de la vía, tales como el número de carriles, el ancho de cada carril, las pendientes, las curvas y la visibilidad en intersecciones. Un diseño inadecuado puede restringir la capacidad de la vía y afectar la velocidad de circulación, limitando las oportunidades de adelantamiento y aumentando el riesgo de accidentes. En contextos urbanos, el diseño geométrico debe considerar la variedad de usuarios (vehículos, peatones, ciclistas) y las características del entorno para asegurar un tránsito seguro y eficiente.

Condiciones Físicas del Pavimento

La calidad del pavimento influye directamente en el nivel de servicio, ya que una superficie en mal estado con baches, grietas y deformaciones afecta la comodidad y la seguridad de los conductores. Las vías deterioradas requieren que los conductores reduzcan la velocidad y maniobren para evitar obstáculos, lo que genera demoras y disminuye la eficiencia del flujo vehicular. Mantener el pavimento en buen estado a través de un programa de mantenimiento adecuado es esencial para asegurar un nivel de servicio óptimo.

Señalización y Control de Tráfico

La señalización vertical y horizontal, junto con los dispositivos de control de tráfico (como semáforos), son fundamentales para la regulación del flujo vehicular. Una señalización clara y visible guía a los conductores y reduce la probabilidad de errores que puedan afectar el tránsito. En áreas urbanas, donde la confluencia de vehículos y peatones es alta, el control eficiente de semáforos y la señalización adecuada facilitan el flujo y disminuyen los tiempos de espera en intersecciones, mejorando así el nivel de servicio de la vía.

Intersecciones y Configuración de Cruces

Las intersecciones son puntos críticos en las vías urbanas, ya que representan zonas de conflicto y concentración de vehículos que requieren coordinación para evitar demoras. La configuración y diseño de las intersecciones, como el tipo de cruce (a nivel o desnivel), la presencia de carriles de giro y la secuencia de semáforos, impactan significativamente en el flujo. Una intersección mal configurada puede generar embotellamientos y afectar el nivel de servicio en toda la vía, mientras que un diseño optimizado permite una transición más fluida y reduce los retrasos.

Presencia de Usuarios Vulnerables (Peatones y Ciclistas)

En áreas urbanas, la presencia de peatones y ciclistas es considerable, y debe tomarse en cuenta en el diseño y gestión de la infraestructura vial. Las interacciones entre vehículos y usuarios vulnerables en zonas de cruce, ciclovías y pasos peatonales afectan la velocidad y la fluidez del tráfico. Implementar carriles segregados para bicicletas y pasos seguros para peatones no solo mejora la seguridad, sino que también contribuye a mantener el nivel de servicio al minimizar la interferencia entre diferentes tipos de usuarios.

Condiciones Climáticas y Ambientales

Las condiciones climáticas como la lluvia, nieve, neblina y hielo pueden reducir la visibilidad y dificultar la adherencia de los vehículos a la superficie de la vía, obligando a los conductores a disminuir la velocidad y aumentando los tiempos de viaje. Estos factores ambientales afectan la experiencia del usuario y el nivel de servicio en la vía,

especialmente en zonas urbanas donde el tránsito es constante. La infraestructura debe estar preparada para responder a estos desafíos, incorporando elementos como drenajes eficientes y materiales resistentes que minimicen el impacto de las condiciones climáticas.

Estacionamientos y Paradas en la Vía

En muchas áreas urbanas, la presencia de estacionamientos en las calles o paradas de autobuses puede obstruir el flujo vehicular y reducir el espacio disponible para el tránsito. Los vehículos que se estacionan o detienen a lo largo de la vía, especialmente en horas pico, generan interrupciones en el flujo, aumentando los tiempos de viaje y afectando negativamente el nivel de servicio. La planificación y regulación de estos puntos de parada o estacionamiento son esenciales para mantener el flujo continuo y evitar embotellamientos.

Cada uno de estos factores desempeña un papel en la determinación del nivel de servicio en vías urbanas y, en conjunto, ofrecen una perspectiva integral de los desafíos que enfrenta la gestión de infraestructuras en entornos de alta densidad de tráfico. La identificación y manejo efectivo de estos factores permite optimizar el rendimiento de las vías urbanas, contribuyendo a una movilidad más segura, fluida y sostenible en las ciudades.

2.2.6.1 Volumen de tráfico y capacidad de la vía

El número máximo de vehículos que la vía puede manejar eficientemente sin afectar su funcionalidad y la seguridad de los usuarios. Estos dos factores están estrechamente relacionados y son esenciales para entender cómo responde una vía a la demanda, especialmente en contextos urbanos donde el flujo vehicular suele ser alto y constante.

El volumen de tráfico varía dependiendo de la hora del día, los días de la semana y eventos específicos que puedan incrementar la movilidad, como festividades o eventos masivos. En áreas urbanas, el volumen de tráfico suele ser más alto durante las horas



pico, cuando la mayoría de los residentes se desplazan para trabajar o estudiar. La capacidad de la vía, por otro lado, está determinada por factores físicos y operacionales, tales como el número de carriles, el ancho de los carriles, el diseño geométrico y la eficiencia de los sistemas de control de tráfico. Una vía de alta capacidad puede manejar un mayor volumen de vehículos sin congestión, mientras que una vía de baja capacidad se congestiona rápidamente en momentos de alta demanda.

Cuando el volumen de tráfico se aproxima o excede la capacidad de la vía, el nivel de servicio se deteriora, generando congestión y una disminución en la velocidad de circulación. Esto provoca tiempos de espera prolongados, frustración entre los conductores y un aumento en el riesgo de accidentes. En estas condiciones, los vehículos están más próximos entre sí, lo que reduce las oportunidades de maniobra y aumenta la posibilidad de colisiones. Además, la disminución en la velocidad afecta la eficiencia en los tiempos de viaje y genera un mayor consumo de combustible y emisiones contaminantes, impactando negativamente en el medio ambiente.

En muchas ciudades, se aplican estrategias como la expansión de carriles, el rediseño de intersecciones y la implementación de carriles exclusivos para ciertos tipos de vehículos (como el transporte público o bicicletas), con el objetivo de maximizar la capacidad disponible y distribuir el volumen de tráfico de manera equilibrada. Además, el uso de sistemas de transporte inteligente, que regulan el flujo vehicular en tiempo real, permite optimizar el rendimiento de la infraestructura y reducir los impactos negativos asociados con la congestión.

En conclusión, el equilibrio entre el volumen de tráfico y la capacidad de la vía es fundamental para mantener un nivel de servicio adecuado en infraestructuras urbanas. Comprender cómo estos factores interactúan permite a los planificadores y gestores viales tomar decisiones informadas que mejoran la movilidad y aseguran la sostenibilidad y funcionalidad de las redes de transporte en el tiempo.

2.2.6.2 Condiciones físicas del pavimento

Estas condiciones reflejan el estado estructural y superficial del pavimento, influyendo directamente en la comodidad, seguridad y eficiencia del flujo vehicular. En áreas urbanas, donde la frecuencia de uso es elevada, el mantenimiento de las condiciones físicas del pavimento es esencial para asegurar que la vía pueda soportar la carga y el volumen de tráfico sin degradarse rápidamente.

Un pavimento en buen estado se caracteriza por una superficie lisa, sin irregularidades significativas como grietas, baches, deformaciones o desgaste excesivo. Estas condiciones permiten que los vehículos se desplacen a velocidades adecuadas, minimizando la necesidad de maniobras bruscas o reducción de velocidad para evitar daños en los vehículos o incomodidad en la conducción. Además, un pavimento en buen estado mejora la seguridad vial, ya que reduce el riesgo de accidentes causados por desvíos repentinos, pérdida de control o problemas en el frenado.

Por el contrario, cuando el pavimento presenta defectos físicos como baches, fisuras, hundimientos o desprendimientos, la calidad del servicio se ve afectada. Los conductores deben disminuir la velocidad para evitar daños en sus vehículos y maniobrar con más cuidado, lo que genera una reducción en la capacidad de la vía y contribuye a la congestión. En estos casos, el riesgo de accidentes aumenta, ya que los vehículos pueden perder el control al pasar sobre irregularidades, especialmente en condiciones de lluvia o baja visibilidad, donde los defectos son menos perceptibles.

Las condiciones físicas del pavimento también tienen un impacto económico y ambiental. Un pavimento en mal estado incrementa el consumo de combustible debido a la necesidad de acelerar y frenar constantemente, lo que resulta en mayores emisiones de gases contaminantes. Además, el deterioro acelerado del pavimento genera costos adicionales de mantenimiento para las autoridades y aumenta los costos de reparación para los usuarios. Un programa de mantenimiento preventivo que incluya el sellado de grietas, la reparación de baches y el reemplazo de secciones dañadas es fundamental para preservar las condiciones físicas del pavimento y extender su vida útil.

En resumen, las condiciones físicas del pavimento son un componente esencial para el rendimiento de la infraestructura, sino que también contribuye a la eficiencia operativa, la sostenibilidad.

2.2.6.3 Señalización y seguridad vial

La Señalización y Seguridad Vial son componentes fundamentales para el funcionamiento eficiente y seguro de cualquier infraestructura vial, especialmente en contextos urbanos donde la interacción entre vehículos, peatones y ciclistas es frecuente y compleja. La señalización vial incluye una combinación de señales verticales (como letreros de advertencia, restricción y dirección) y horizontales (marcas pintadas en el pavimento, como líneas de carril, pasos peatonales y zonas de giro) que guían y regulan el comportamiento de los usuarios de la vía. Estas señales son esenciales para informar a los conductores y peatones sobre las reglas de tránsito, las condiciones de la vía y los posibles peligros, contribuyendo así a reducir el riesgo de accidentes y mejorar el flujo de tráfico.

La señalización adecuada permite que los conductores tomen decisiones informadas y actúen con antelación, lo que mejora la fluidez del tránsito y reduce el número de maniobras imprevistas que pueden generar demoras o conflictos. En vías urbanas, la señalización bien diseñada y ubicada es especialmente importante debido al volumen de tráfico y la diversidad de usuarios que comparten el espacio. Por ejemplo, las señales de límite de velocidad, los semáforos y los pasos peatonales claramente marcados ayudan a mantener el orden y a prevenir situaciones peligrosas, ofreciendo una experiencia de tránsito más segura y controlada.

La seguridad vial, por su parte, abarca un conjunto de medidas orientadas a proteger a todos los usuarios de la vía, minimizando el riesgo de accidentes y promoviendo prácticas de conducción responsables. En áreas urbanas, la seguridad vial es crítica debido a la alta densidad de tráfico y la presencia de usuarios vulnerables, como peatones y ciclistas. Las estrategias de seguridad vial incluyen no solo una señalización adecuada,

sino también el diseño de infraestructura que favorezca la visibilidad en intersecciones, el uso de semáforos sincronizados, la implementación de carriles exclusivos para bicicletas y la creación de zonas de paso seguras para los peatones. Estas medidas permiten reducir los conflictos entre diferentes tipos de usuarios y mejorar la convivencia en las vías.

Un sistema de señalización y seguridad vial eficiente también contribuye a la gestión del nivel de servicio, ya que un tránsito más seguro y ordenado permite que los vehículos se desplacen de manera fluida, disminuyendo las interrupciones y el riesgo de colisiones. Las demoras causadas por accidentes o conflictos entre usuarios afectan el nivel de servicio y la capacidad de la vía, incrementando la congestión y reduciendo la eficiencia del flujo vehicular. Por lo tanto, la seguridad vial no solo es vital para proteger a los usuarios, sino que también es una herramienta estratégica para mejorar la operatividad y sostenibilidad de la infraestructura vial urbana.

En conclusión, la señalización y la seguridad vial son elementos integrales que permiten un tránsito seguro, ordenado y eficiente en áreas urbanas. A través de una señalización clara y una infraestructura diseñada para proteger a todos los usuarios, las ciudades pueden reducir el riesgo de accidentes, mejorar la experiencia de tránsito y optimizar el rendimiento de las vías, contribuyendo así al bienestar y desarrollo urbano sostenible.

2.2.6.4 Interrelación entre el sistema de gestión vial y el nivel de servicio

La Interrelación entre el Sistema de Gestión Vial y el Nivel de Servicio es fundamental para garantizar que la infraestructura de transporte cumpla con los estándares de funcionalidad, seguridad y comodidad para los usuarios. Un sistema de gestión vial bien implementado permite mantener y mejorar las condiciones físicas de las vías, planificar y ejecutar intervenciones de manera estratégica, y optimizar los recursos destinados al mantenimiento y conservación de la red vial. A su vez, estas acciones impactan directamente en el nivel de servicio, ya que contribuyen a asegurar un flujo de tráfico más eficiente, seguro y continuo en las zonas urbanas.



Que son indicadores clave del rendimiento de la vía. Al identificar y priorizar las áreas que requieren intervención, el sistema permite tomar decisiones informadas que mantienen el pavimento en condiciones óptimas y evitan un deterioro acelerado. De esta forma, se garantiza que el nivel de servicio permanezca estable, minimizando los problemas de congestión y proporcionando una experiencia de conducción segura y cómoda. Un pavimento en buen estado reduce las interrupciones, mejora la velocidad de desplazamiento y disminuye los tiempos de espera, lo cual repercute positivamente en el nivel de servicio.

Además, la gestión vial incluye la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo, correctivo y de emergencia que permiten anticipar y corregir problemas antes de que afecten significativamente el tráfico. Estas estrategias ayudan a conservar la infraestructura en un estado adecuado para soportar el volumen y tipo de tráfico propio de las áreas urbanas. Cuando se prioriza el mantenimiento preventivo, el sistema de gestión vial logra evitar situaciones que puedan llevar a una degradación del nivel de servicio, lo cual sería más costoso y complejo de solucionar en el futuro. Esto no solo extiende la vida útil de la infraestructura, sino que también asegura que el flujo de tráfico sea continuo y sin interrupciones, aumentando así el nivel de servicio.

La interrelación también abarca la optimización de recursos. Al gestionar eficazmente los fondos, materiales y personal, el sistema de gestión vial permite destinar los recursos necesarios hacia las intervenciones que realmente contribuyen a mantener o mejorar el nivel de servicio. Esta priorización es especialmente importante en entornos urbanos, donde la demanda de tráfico es alta y los recursos suelen ser limitados. Un sistema de gestión bien estructurado garantiza que se asignen fondos a las áreas críticas, permitiendo una planificación económica de intervenciones que se traduzca en un beneficio directo para los usuarios de la vía.

En conclusión, el sistema de gestión vial y el nivel de servicio están profundamente interrelacionados, ya que el primero actúa como un marco estratégico para conservar la funcionalidad de las vías y mejorar su rendimiento a través de un mantenimiento eficiente

y programado. Esta interrelación asegura que las vías urbanas se mantengan operativas, seguras y funcionales, promoviendo una movilidad urbana fluida y contribuyendo al desarrollo sostenible de las ciudades.

2.2.7 Influencia de un sistema de gestión vial en el mejoramiento del nivel de servicio

La Influencia de un Sistema de Gestión Vial en el Mejoramiento del Nivel de Servicio es esencial, ya que permite optimizar y mantener las infraestructuras de transporte en condiciones que favorecen un tránsito seguro, eficiente y continuo. Un sistema de gestión vial efectivo se basa en una estructura que monitorea y evalúa de manera constante el estado de las vías, lo que facilita la identificación de áreas críticas y la implementación de estrategias de mantenimiento adecuadas. Esta proactividad en la gestión reduce significativamente las condiciones de deterioro que suelen llevar a una disminución en el nivel de servicio, como la congestión, los tiempos de espera y las interrupciones del flujo vehicular.

La implementación de un sistema de gestión vial permite planificar mantenimiento preventivo en lugar de esperar al desgaste severo que requiere mantenimiento correctivo, costoso y de mayor alcance. Al enfocarse en intervenciones tempranas, se evitan problemas que pueden afectar la comodidad y seguridad de los usuarios, permitiendo que las vías se mantengan en buenas condiciones de operación. Por ejemplo, reparar fisuras y baches antes de que se conviertan en problemas graves reduce los riesgos de accidentes y permite que los vehículos mantengan una velocidad constante sin necesidad de maniobras evasivas, lo cual mejora directamente el nivel de servicio.

Además, el sistema de gestión vial permite una planificación estratégica de recursos que optimiza el uso de fondos y materiales en las áreas que más lo requieren. Al asignar recursos de manera eficiente, se priorizan los tramos viales que presentan mayor demanda o deterioro, lo que garantiza que la infraestructura vial se mantenga operativa y segura. Esto no solo contribuye a la sostenibilidad financiera del mantenimiento vial, sino



que también asegura que los usuarios disfruten de una experiencia de tránsito más cómoda y predecible.

El sistema de gestión vial también incorpora herramientas avanzadas, como el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que permiten evaluar objetivamente la calidad del pavimento y su impacto en la conducción. Estas evaluaciones guían la toma de decisiones en cuanto a las necesidades de mantenimiento y rehabilitación, asegurando que las intervenciones contribuyan a elevar el nivel de servicio. Un pavimento en buen estado minimiza las interrupciones en el tráfico y permite que el flujo vehicular se mantenga estable, lo que es especialmente importante en contextos urbanos de alta densidad.

En conclusión, un sistema de gestión vial adecuado mejora el nivel de servicio al asegurar que las vías se mantengan funcionales, seguras y eficientes. A través de una planificación anticipada, el uso de recursos optimizado y el monitoreo continuo, se garantiza que la infraestructura vial responda adecuadamente a la demanda de tráfico, proporcionando a los usuarios una movilidad más fluida y contribuyendo al desarrollo sostenible de las áreas urbanas.

2.2.8 Optimización de recursos mediante el sistema de gestión vial

La Optimización de Recursos mediante el Sistema de Gestión Vial es un aspecto fundamental que permite maximizar el rendimiento y durabilidad de la infraestructura vial al administrar eficientemente los fondos, materiales y el personal necesario para el mantenimiento y conservación de las vías. Este sistema facilita la toma de decisiones informadas que priorizan las intervenciones según el estado de las vías y las necesidades reales de cada tramo, evitando el desperdicio de recursos y reduciendo costos a largo plazo. En áreas urbanas con alta demanda de tráfico y presupuestos limitados, esta optimización resulta crucial para asegurar un nivel de servicio adecuado y una infraestructura sostenible.



Deterioro o que requieren intervenciones específicas. Estas evaluaciones permiten a los gestores priorizar el mantenimiento preventivo en los tramos más críticos, evitando que pequeñas fallas se conviertan en problemas mayores que demanden reparaciones costosas. De esta forma, los recursos se utilizan de manera anticipada y estratégica, optimizando el ciclo de vida de la infraestructura y manteniendo el nivel de servicio sin necesidad de incurrir en gastos imprevistos.

La planificación que proporciona un sistema de gestión vial también permite distribuir los fondos de manera equilibrada entre las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y de emergencia. Este enfoque garantiza que las intervenciones no se concentren únicamente en reparaciones de emergencia, sino que se realicen acciones de conservación que prolonguen la vida útil de la infraestructura y eviten la acumulación de deterioro. Al prever y asignar los recursos de forma balanceada, se optimiza el rendimiento de cada intervención y se mejora la capacidad operativa de la red vial, manteniendo un nivel de servicio consistente y predecible para los usuarios.

Además, la optimización de recursos se extiende al uso de tecnologías avanzadas, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten visualizar y gestionar la red vial en tiempo real. Estas herramientas facilitan la identificación de áreas de mayor desgaste, el monitoreo de las condiciones de tráfico y la programación de intervenciones en función de la demanda específica de cada zona. Al contar con información actualizada y precisa, los gestores pueden implementar medidas de mantenimiento justo en los puntos que lo requieren, evitando intervenciones innecesarias y maximizando la eficiencia de los recursos asignados.

En conclusión, el sistema de gestión vial proporciona un marco estructurado para optimizar los recursos destinados al mantenimiento de las infraestructuras viales. A través de evaluaciones precisas, planificación estratégica y el uso de tecnologías de gestión, este sistema permite maximizar el rendimiento de cada intervención, reducir los costos operativos y asegurar que las vías urbanas se mantengan en condiciones óptimas de servicio para los usuarios.



2.2.9 Impacto de la planificación de mantenimiento en la sostenibilidad del nivel de servicio

El Impacto de la Planificación de Mantenimiento en la Sostenibilidad del Nivel de Servicio es fundamental para asegurar que las infraestructuras viales se mantengan operativas y eficientes a lo largo del tiempo. La planificación de mantenimiento permite programar intervenciones de manera estratégica, anticipando el deterioro y abordando las necesidades de la infraestructura antes de que afecten la funcionalidad y la seguridad de la vía. Este enfoque preventivo y organizado es clave para mantener un nivel de servicio sostenido, garantizando que los usuarios puedan disfrutar de un tránsito seguro, fluido y sin interrupciones.

La planificación de mantenimiento preventivo reduce la frecuencia y gravedad de las fallas en el pavimento, como grietas, baches o deformaciones, que suelen afectar la comodidad y la velocidad de desplazamiento. Al realizar intervenciones de manera anticipada, se evita que pequeños daños se conviertan en problemas estructurales graves que requieran reparaciones costosas y generen interrupciones prolongadas del tráfico. Este tipo de mantenimiento también contribuye a la sostenibilidad del nivel de servicio, ya que permite una conservación constante de la vía, manteniendo la infraestructura en buenas condiciones y reduciendo la necesidad de intervenciones correctivas de gran escala.

Por otro lado, la planificación de mantenimiento incorpora métodos de priorización que asignan recursos a las áreas con mayor necesidad, optimizando el uso de fondos y materiales. Esta priorización garantiza que las intervenciones se realicen donde más impacto positivo tienen en el nivel de servicio, logrando así una infraestructura más resiliente y adaptable. En áreas urbanas de alta densidad de tráfico, esta organización es crucial para evitar colapsos en el tránsito, ya que permite mantener la infraestructura al nivel que demanda la cantidad de usuarios.

Además, la planificación de mantenimiento mejora la sostenibilidad ambiental al reducir el impacto de las actividades de reparación en el entorno. Al minimizar la frecuencia de intervenciones correctivas intensivas, se disminuye el consumo de materiales y energía, así como las emisiones de gases contaminantes que suelen acompañar las grandes obras de rehabilitación. La sostenibilidad en el nivel de servicio, entonces, no solo contribuye a una movilidad más efectiva, sino que también ayuda a mitigar el impacto ambiental de las operaciones viales, beneficiando tanto a los usuarios como al entorno.

En conclusión, la planificación de mantenimiento tiene un impacto directo en la sostenibilidad del nivel de servicio de las infraestructuras viales. A través de un enfoque preventivo, una asignación eficiente de recursos y la integración de prácticas sostenibles, la planificación de mantenimiento permite que las vías urbanas ofrezcan un tránsito constante y seguro, promoviendo una infraestructura duradera y responsable con el medio ambiente.

Metodologías de Evaluación para Sistemas de Gestión Vial y Nivel de Servicio

Las Metodologías de Evaluación para Sistemas de Gestión Vial y Nivel de Servicio son un conjunto de herramientas y técnicas utilizadas para medir y analizar el estado de la infraestructura vial y su capacidad para brindar un nivel adecuado de servicio. Estas metodologías permiten a los gestores viales tomar decisiones informadas sobre las necesidades de mantenimiento, reparación y mejora de las vías, optimizando los recursos y asegurando que la red vial funcione de manera segura y eficiente para los usuarios.

Metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento)

Este índice se expresa en una escala de 0 a 100, donde valores más altos indican mejores condiciones. La metodología PCI permite clasificar el pavimento en categorías que van desde "muy bueno" a "muy malo", ayudando a priorizar las intervenciones de mantenimiento en función del grado de deterioro y la necesidad de reparación. Esta metodología es fundamental para la gestión vial, ya que proporciona una visión objetiva

del estado de la infraestructura, permitiendo tomar decisiones que mantengan el nivel de servicio y prolonguen la vida útil del pavimento.

Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) mide la rugosidad longitudinal de la superficie del pavimento, un factor clave en la experiencia de conducción y la seguridad vial. Expresado en metros por kilómetro (m/km), el IRI evalúa la regularidad de la superficie y su impacto en la comodidad y el control del vehículo. Una vía con un IRI bajo ofrece una conducción más suave y segura, mientras que un IRI elevado indica una superficie deteriorada que afecta negativamente el nivel de servicio.

Deflectometría mediante la Viga Benkelman

La Deflectometría con la Viga Benkelman es una técnica de ensayo no destructivo que evalúa la capacidad estructural del pavimento midiendo su deformación bajo una carga específica. Esta metodología es útil para determinar la resistencia de la subestructura vial y para identificar áreas de debilitamiento antes de que aparezcan fallas visibles. La deflectometría proporciona datos sobre la rigidez y capacidad de carga del pavimento, lo cual es crucial para anticipar necesidades de rehabilitación y planificar el refuerzo de las vías de manera oportuna. Al permitir un análisis temprano del desempeño estructural, esta técnica ayuda a evitar problemas mayores y a mantener el nivel de servicio.

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Integran datos espaciales y atributos de la infraestructura vial, permitiendo visualizar y analizar de manera detallada el estado de la red vial en un entorno georreferenciado. A través de los SIG, los gestores viales pueden mapear la distribución de defectos, el volumen de tráfico, y otras variables que afectan el nivel de servicio. Los SIG facilitan la priorización de intervenciones al identificar áreas con mayor necesidad de mantenimiento y al coordinar las actividades de manera más eficiente. Además, los SIG permiten actualizar la información en tiempo real, lo que contribuye a una gestión más dinámica y adaptable de la infraestructura vial.

Evaluación de Nivel de Servicio según el Manual HCM

La Evaluación de Nivel de Servicio basada en el Manual HCM (Highway Capacity Manual) permite clasificar las condiciones de tráfico en una escala que va desde el Nivel A (flujo libre) hasta el Nivel F (congestión severa). Esta metodología mide la capacidad de la vía para manejar el volumen de tráfico y evalúa factores como la velocidad, el tiempo de espera y la densidad vehicular. La clasificación según el HCM es especialmente útil en áreas urbanas con alta demanda de tránsito, ya que permite identificar los tramos que presentan problemas de capacidad y requieren intervenciones para mejorar el flujo y la seguridad en la vía. Al ofrecer una visión detallada del nivel de servicio, esta evaluación ayuda a los gestores a planificar y priorizar estrategias de mejora en la red vial.

En conjunto, estas metodologías de evaluación ofrecen un enfoque integral para analizar el estado de las vías y gestionar el nivel de servicio en la infraestructura vial urbana. Cada una de ellas aporta información clave que permite tomar decisiones informadas, optimizar recursos y asegurar que la red vial funcione de manera eficiente, segura y sostenible para los usuarios.

2.2.10 Metodología PCI para evaluación del pavimento

La Metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento) es un sistema estandarizado que permite evaluar el estado superficial de una vía a través de la observación y clasificación de defectos visibles en el pavimento.

La metodología PCI se basa en un proceso de inspección visual que permite identificar y cuantificar distintos tipos de defectos, como grietas, baches, desgaste de la superficie y deformaciones. Cada uno de estos defectos se clasifica según su tipo, gravedad y extensión, y se le asigna un valor específico que contribuye al cálculo del PCI global del pavimento. Al final del proceso, el PCI obtenido permite clasificar el pavimento en categorías como "Muy bueno," "Bueno," "Regular," "Malo" y "Muy malo," lo que facilita la priorización de intervenciones y el desarrollo de un plan de mantenimiento efectivo.

Este índice permite prever el desgaste de la vía y programar intervenciones preventivas antes de que el pavimento alcance niveles críticos de deterioro. Al clasificar y

priorizar los tramos en función de su PCI, los gestores pueden optimizar los recursos disponibles, enfocándose en las áreas que más necesitan intervención para garantizar que la infraestructura mantenga un nivel de servicio adecuado.

Además, la metodología PCI permite realizar un seguimiento continuo del estado del pavimento, comparando evaluaciones periódicas que revelan patrones de deterioro y la efectividad de las intervenciones realizadas. Esto proporciona una herramienta de control a largo plazo, ya que permite ajustar las estrategias de mantenimiento en función del desgaste y del impacto de las condiciones climáticas, el tráfico y otros factores externos sobre la infraestructura vial. En conclusión, la metodología PCI es un recurso invaluable en la gestión de pavimentos, promoviendo una conservación eficiente y una infraestructura vial sostenible y segura para los usuarios.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Defectos superficiales del pavimento

Los defectos superficiales del pavimento son las imperfecciones que se presentan en la superficie de las vías y pueden incluir grietas, baches, desprendimientos, fisuras y otros tipos de daños. Estos defectos afectan la funcionalidad y seguridad del pavimento y suelen ser causados por factores como el tráfico vehicular, las condiciones climáticas y el envejecimiento del material. Identificar y clasificar estos defectos es fundamental para planificar intervenciones de mantenimiento y rehabilitación. (Freire Cazagallo, 2024)

2.3.2 Gestión de la Infraestructura Vial

La gestión de la infraestructura vial es el proceso de planificación, ejecución y monitoreo de actividades destinadas a garantizar que la red de carreteras se mantenga en condiciones óptimas para su uso. Involucra la toma de decisiones basadas en la evaluación del pavimento para asegurar la seguridad, comodidad y eficiencia en el uso de los recursos destinados a la conservación y mejora de las vías. (Tho'atin et al., 2016)

2.3.3 Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es un indicador que mide el estado general del pavimento basándose en la identificación y cuantificación de defectos superficiales como grietas, baches y desprendimientos. Expresado en una información sobre la integridad estructural y funcional del pavimento, ayudando a planificar intervenciones de mantenimiento y rehabilitación.(Rifai et al., 2020)

2.3.4 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

Este indicador se utiliza para evaluar la calidad del viaje y la experiencia del usuario, proporcionando información sobre cómo las irregularidades de la superficie afectan la comodidad y seguridad del tránsito vehicular.(Rifai et al., 2020)

2.3.5 Inspección Visual

La inspección visual es un método de evaluación superficial que implica la observación directa de la superficie del pavimento para identificar y clasificar los defectos presentes. Es una técnica rápida y económica que permite obtener un diagnóstico inicial del estado del pavimento, aunque su precisión depende de la experiencia del evaluador y se complementa con métodos más detallados para obtener información precisa.(Chatta & Chatta, 2022)

2.3.6 Mantenimiento Preventivo y Correctivo

El mantenimiento preventivo y correctivo son estrategias implementadas para conservar y restaurar el pavimento. El mantenimiento preventivo se realiza antes de que los defectos sean evidentes, con el fin de evitar un deterioro mayor, mientras que el mantenimiento correctivo se lleva a cabo para reparar los daños existentes y restaurar la funcionalidad del pavimento. Ambas estrategias son esenciales para prolongar la vida útil de la infraestructura vial.(Rifai et al., 2020)



2.3.7 Metodologías de evaluación del pavimento

Las metodologías de evaluación del pavimento son los procedimientos y técnicas utilizados para medir y analizar la condición de la superficie de las carreteras. Estas incluyen métodos como la inspección visual, el uso de perfilómetros láser, y la aplicación de sistemas de medición no destructivos, que permiten recopilar datos precisos sobre el estado del pavimento y sus defectos. (Nuñez Bustamante, 2022)

2.3.8 Evaluación Superficial del Pavimento

Esta evaluación permite identificar el estado actual del pavimento, la presencia de defectos y la calidad del servicio que ofrece a los usuarios, y es la base para la planificación de intervenciones de mantenimiento y rehabilitación. (Morales Colca, 2019)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación será no experimental y correlacional, debido a que se pretende observar y analizar la influencia del sistema de gestión vial sobre el nivel de servicio de las vías urbanas sin manipular las variables (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En un diseño no experimental, las variables se miden tal como se encuentran en el contexto, lo que permite realizar un análisis correlacional para identificar la relación entre el sistema de gestión vial y el nivel de servicio en un contexto real. (S. A. D. L. C. Vega & Cahuana, 2021)

El diseño de investigación para este estudio será correlacional, ya que se busca observar y analizar la influencia del sistema de gestión vial sobre el nivel de servicio de las vías urbanas en el distrito de Ilave sin manipular las variables. En este tipo de diseño, se recopilarán datos del estado actual de la infraestructura vial y su nivel de servicio, evaluando cómo se relacionan ambos factores. Al ser correlacional, el estudio se enfocará en identificar la relación entre la implementación de un sistema de gestión vial y los cambios en el nivel de servicio, permitiendo explorar la conexión entre estas variables en un entorno real.

3.2 Método de la investigación

El método de investigación será el método deductivo, el cual parte de teorías generales sobre gestión vial y nivel de servicio, para aplicarlas y evaluar su validez en el contexto específico de llave (Salkind, 2017). Este método facilita la aplicación de modelos y teorías viales existentes, evaluando si producen efectos similares en la infraestructura urbana del distrito, a través del análisis de datos en campo. (Reyes, 2022)

El método de investigación utilizado será el método deductivo, que parte de conceptos y teorías generales sobre gestión vial y nivel de servicio para aplicarlos y comprobar su validez en el contexto específico de llave. Este método facilita la aplicación de modelos y teorías de gestión vial reconocidos a nivel internacional, permitiendo evaluar su impacto en el nivel de servicio local. A través del análisis de datos obtenidos en campo, se verificará si los conceptos generales de la gestión vial producen efectos similares en las condiciones específicas de la infraestructura urbana del distrito.

3.3 Nivel y tipo de la investigación

3.3.1 Nivel de la investigación

El nivel de investigación de este estudio es descriptivo-correlacional, lo cual implica un enfoque descriptivo inicial que caracteriza la situación actual de la red vial de llave y su nivel de servicio (Hernández-Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014). Seguidamente, se desarrolla el nivel correlacional para analizar la relación entre el sistema de gestión vial y las variaciones en el nivel de servicio, abordando el grado de influencia entre ambas variables en un contexto urbano específico. (Ramos Galarza, 2020)

Esta investigación utilizó un diseño descriptivo-correlacional. Se utiliza una técnica descriptiva para esclarecer las características actuales de la red viaria urbana de llave, junto con el nivel de servicio que ofrecen estas rutas. El estudio se realiza a nivel correlacional, investigando la relación entre el sistema de gestión del tráfico y las variaciones en los niveles de servicio. Esta combinación facilita la evaluación de las

condiciones actuales y el análisis del impacto que la gestión vial tiene en la calidad del servicio viario.

3.3.2 Tipo de la investigación

Este estudio es aplicado, ya que tiene como objetivo investigar y resolver un problema particular con la infraestructura vial en llave (Sabino, 1996). La investigación aplicada busca proporcionar soluciones prácticas y conocimientos valiosos que faciliten la toma de decisiones y mejoren la gestión vial en circunstancias particulares (Babbie, 2020). En consecuencia, los hallazgos pueden mejorar el sistema de gestión vial, elevando la calidad del servicio en el área y beneficiando a los usuarios. (Castro Maldonado et al., 2023)

El tipo de investigación es aplicada, ya que su objetivo es analizar un problema específico en el contexto de la infraestructura vial de llave y proponer mejoras prácticas basadas en los resultados obtenidos. La investigación aplicada se enfoca en resolver problemas concretos y en generar conocimiento útil para la toma de decisiones en la gestión de vías urbanas. Los resultados de este estudio pueden ser implementados para optimizar el sistema de gestión vial del distrito, elevando el nivel de servicio y mejorando la calidad de vida de los habitantes.

3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

La población de este estudio consiste en toda la red vial urbana del distrito de llave, incluyendo sus vías principales, intersecciones y accesos, que son utilizados diariamente por los residentes y el tránsito vehicular (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Esta población comprende tanto vías pavimentadas como no pavimentadas, las cuales presentan distintos niveles de deterioro, y permiten evaluar cómo las intervenciones del sistema de gestión vial pueden influir en su servicio. (Ojeda, 2020)



La población de este estudio incluye toda la red vial urbana del distrito de Llave, que abarca las vías principales, intersecciones y accesos utilizados por la población local y el tráfico vehicular. La infraestructura vial urbana es diversa en cuanto a características, condiciones y niveles de servicio, lo cual ofrece una base amplia para evaluar el impacto de la gestión vial en diferentes tramos y tipos de vías. La población comprende tanto vías pavimentadas como no pavimentadas, que presentan distintos grados de desgaste y necesidades de mantenimiento.

3.4.2 Muestra

La muestra seleccionada será un conjunto de tramos representativos de las vías urbanas de Llave, elegidos de acuerdo con criterios de volumen de tráfico, estado de conservación y relevancia para la conectividad del distrito (Hernández-Sampieri et al., 2014). La inclusión de distintos tipos de infraestructura vial garantiza que los resultados obtenidos reflejen el impacto del sistema de gestión vial en diversas condiciones y permita generalizar recomendaciones para la red vial completa.

La muestra para el estudio será un conjunto de tramos representativos de las vías urbanas en el distrito de Llave, seleccionados en función de criterios como el volumen de tráfico, el estado de conservación y la relevancia para la conectividad urbana. Esta selección se realizará para incluir una variedad de condiciones de la infraestructura, garantizando que los resultados reflejen el impacto del sistema de gestión vial en diferentes tipos de vías. La muestra permitirá obtener resultados específicos que puedan generalizarse para toda la red vial urbana del distrito, facilitando la aplicación de recomendaciones.



3.5 Técnicas e instrumentos

3.5.1 Técnicas

Las técnicas son una colección sistemática de técnicas, tácticas y enfoques destinados a la ejecución eficaz de tareas, la resolución de problemas o el logro de objetivos en muchas situaciones. Estas herramientas operativas, basadas en conocimientos teóricos y prácticos, mejoran la optimización de recursos, reducen errores y brindan resultados consistentes adaptados a las necesidades específicas de cada disciplina o área de aplicación.

Los métodos se definen como herramientas repetibles y cuantitativas que incorporan precisión y eficacia. Su ejecución requiere la comprensión de ciertas competencias regidas por regulaciones, estándares o protocolos que exigen su uso. Además, son dinámicos y se adaptan a los avances en la comprensión científica y el desarrollo tecnológico. En ingeniería, los procedimientos permiten cálculos estructurales, modelado de sistemas y pruebas experimentales; mientras que, en la investigación científica, ayudan en la recopilación, procesamiento e interpretación de datos.

Un atributo fundamental de los enfoques es su adaptabilidad, ya que pueden adaptarse a muchas situaciones y desafíos, integrándose perfectamente con otras herramientas y procesos. En consecuencia, proporcionan bases esenciales para el desarrollo de soluciones efectivas y replicables en muchos dominios del conocimiento, desde las ciencias prácticas hasta las humanidades. (Suárez P. et al., 2022)

Tabla 2

Conteo de daños encontrados en la vía

Fase	Técnica / Método	Descripción
1. Recolección de Datos de Campo	Inspección Visual	Realizar un recorrido para identificar daños visibles como grietas, baches, deformaciones, etc.
	Medición del IRI	Uso de un perfilómetro o vehículo con acelerómetros para medir la rugosidad del pavimento.
2. Análisis del Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	Uso de Equipos de Medición del IRI	Emplear un perfilómetro láser o sistema automatizado que mida la rugosidad mientras se recorre la vía.
	Procesamiento de Datos	Procesar los datos mediante software especializado para obtener el IRI promedio por segmento.
3. Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)	- Clasificación y Cuantificación de Daños	Identificar, clasificar y cuantificar los tipos y severidades de daños en el pavimento.
	- Cálculo del PCI	
4. Análisis Estadístico y Comparativo	Comparación de Resultados	Uso de fórmulas o software específico para calcular el PCI basado en los tipos y extensiones de los daños.
	Análisis Estadístico	Realizar análisis estadístico para evaluar la relación entre IRI y PCI y su impacto en la calidad del pavimento.
5. Uso de Herramientas de Georreferenciación	Aplicación de Tecnología GPS	Georreferenciar los puntos de medición y daños identificados para crear un mapa del estado del pavimento.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación

Los instrumentos de recolección de datos son herramientas especializadas diseñadas para adquirir, registrar y organizar de manera correcta y confiable información relevante en consonancia con los objetivos establecidos en un proyecto de investigación. Estos instrumentos se desarrollan con base en estándares metodológicos rigurosos para garantizar que los datos recopilados sean representativos, válidos y confiables para su posterior análisis e interpretación.

En un contexto técnico, los instrumentos pueden clasificarse según el tipo de datos requeridos (cuantitativos o cualitativos) y el enfoque de la investigación. Los estudios cuantitativos incluyen cuestionarios estructurados, escalas de medición, formularios de



observación estandarizados o dispositivos tecnológicos para documentar sistemáticamente hechos específicos. La investigación cualitativa utiliza guías de entrevistas, diarios de campo, grabaciones de audio o video y análisis de documentos para capturar los aspectos subjetivos, interpretativos y contextuales de los fenómenos bajo investigación.

Además, los instrumentos de recolección de datos deben estar sujetos a una validación preliminar y a pruebas piloto para determinar su confiabilidad (consistencia de los resultados) y validez (medición correcta de las variables previstas). El diseño y la selección dependen de factores como las características de la comunidad, el entorno del estudio y los recursos disponibles. Estos dispositivos son esenciales para estructurar la información recopilada, mejorar su procesamiento y garantizar que la investigación produzca resultados confiables, reproducibles y relevantes. (Suárez P. et al., 2022)

Para evaluar el pavimento rígido de el distrito de Llave, se utilizarán una serie de instrumentos que permiten medir, registrar y analizar tanto la rugosidad como los deterioros visibles del pavimento. A continuación, se presenta una lista de los instrumentos básicos necesarios para la recolección de datos en este tipo de estudio:

- Fichas de control de muestreo
- Cintas métricas
- Certificados de control de calidad de laboratorio
- Softwares de análisis de datos
- Formularios de inspección
- Nivel de mano
- Martillo de goma mediano

Estos instrumentos permiten realizar una evaluación detallada y precisa del pavimento, proporcionando los datos necesarios para analizar su condición y proponer soluciones de mantenimiento o reparación.



3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación de los instrumentos

La validación de instrumentos es un proceso técnico y científico que confirma que los instrumentos de recolección de datos cumplen con los requisitos necesarios para medir con precisión las variables u objetivos especificados en una investigación. Esta técnica asegura la validez del instrumento, indicando que cumple adecuadamente su función prevista, y la confiabilidad, confirmando resultados consistentes en las mismas condiciones.

La validación implica varios procedimientos ejecutados con precisión. Una validación de contenido ocurre cuando los profesionales de campo evalúan el instrumento para confirmar que todos los elementos, preguntas o indicadores son relevantes, representativos e inteligibles. Luego se realiza una prueba piloto utilizando el instrumento en una muestra pequeña y representativa de la población objetivo para identificar errores, ambigüedades o limitaciones en su diseño.

Además, se evalúan factores estadísticos como la confiabilidad y la validez. Para garantizar la confiabilidad, a menudo se utilizan enfoques como el coeficiente Alfa de Cronbach o el método test-retest para evaluar la consistencia interna y la estabilidad temporal del instrumento. La validez estadística incluye evaluaciones como estudios factoriales o correlacionales, que confirman que los ítems del instrumento están adecuadamente correlacionados con los atributos que pretende medir.

En resumen, la validación de instrumentos es un componente crucial del desarrollo de la investigación, ya que garantiza que los datos recopilados sean confiables y representen adecuadamente las variables del estudio. Este enfoque mejora rápidamente la confiabilidad de los resultados y la integridad científica de las conclusiones derivadas.

Los datos recopilados durante muchos años proporcionan una base sólida para la investigación actual sobre la gestión de pavimentos urbanos. Para garantizar que los datos estuvieran actualizados y fueran precisos, fue necesario estudiar manuales, libros teóricos,



revistas y estándares nacionales, además de los datos de evaluaciones anteriores a largo plazo.

3.6.2 Confiabilidad de instrumentos

La confiabilidad del instrumento es una característica crucial que evalúa la capacidad de una herramienta de recolección de datos para proporcionar hallazgos consistentes, confiables y repetibles en situaciones comparables. Este es un criterio esencial para la calidad de la investigación, ya que garantiza que cualquier variación en los datos recopilados resulte de cambios auténticos en las variables examinadas y no de errores intrínsecos al instrumento.

La evaluación de la confiabilidad se lleva a cabo mediante muchas metodologías tecnológicas. El Alfa de Cronbach, un coeficiente de consistencia interna, es una estadística frecuente que evalúa la interrelación entre los ítems de un instrumento y su eficacia para medir una dimensión o constructo singular. El enfoque test-retest implica administrar el instrumento a la misma población en dos períodos de tiempo distintos para evaluar la estabilidad temporal de los hallazgos. Se puede utilizar el enfoque de formularios paralelos, utilizando dos copias comparables del instrumento para evaluar la consistencia de los datos obtenidos.

La confiabilidad a menudo se representa como un coeficiente numérico que va de 0 a 1, y los valores cercanos a 1 significan una mayor consistencia. Un instrumento preciso reduce los errores aleatorios, mejora la precisión de las mediciones y garantiza la confiabilidad de los datos en el procesamiento e interpretación.

En la investigación, la confiabilidad no sólo afirma la calidad de los instrumentos, sino que también garantiza que los hallazgos sean representativos y repetibles. Esto refuerza la credibilidad de los resultados del estudio y facilita el uso de los datos en contextos prácticos u otros esfuerzos de investigación. (Andrade Ruiz, 2019)



Antes de desarrollar el sistema de gestión de carreteras, se dará prioridad a la recopilación de datos. Una vez que tengamos información más específica sobre la vida útil de la carretera, la recopilación de datos tendrá prioridad. La calidad de los pavimentos rígidos y flexibles en la región de Puno distrito de Llave se documentará utilizando formatos que seleccionan al azar caminos y calles locales.

3.7 Plan de recolección y procesamiento de datos

3.7.1 Procedimiento de evaluación

Los datos sobre la vida útil de las carreteras se recopilaron utilizando los métodos mencionados anteriormente. Los datos se utilizarán para crear un plan de gestión de carreteras basado en PCI. Para pavimento sólido, esto significa escoger 20 losas al azar, con un área total de aproximadamente 230 metros cuadrados (más o menos 90 metros cuadrados), con 8 losas por cada vía local. La cantidad exacta depende del ancho de la carretera. Para cada pavimento rígido, examinaremos aleatoriamente una muestra de 100 metros utilizando el método VIZIR. Cada enfoque evaluará estos datos correctamente de acuerdo con los formatos que definen el tipo y cantidad de fallas.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación y análisis de resultados

La presentación y análisis de datos es un proceso fundamental en cualquier investigación que implica organizar, interpretar y visualizar la información recopilada de manera sistemática. Esto se logra mediante el uso de tablas, gráficos, diagramas y descripciones detalladas, lo que permite simplificar la información y hacerla comprensible para diferentes audiencias. A través del análisis, se identifican patrones, tendencias y relaciones clave en los datos, lo que ayuda a generar conocimientos profundos y perspectivas útiles sobre el tema de estudio. Esta fase es crucial para convertir los datos crudos y dispersos en resultados significativos y coherentes, sirviendo como una base sólida para extraer conclusiones precisas y tomar decisiones informadas. Una presentación de datos bien estructurada no solo facilita la comunicación de los hallazgos, sino que también añade valor al estudio al respaldar la credibilidad y validez de los resultados obtenidos.

a. Descripción del sector

El estudio se centrará en la evaluación de los pavimentos rígidos que conforman las zonas aledañas al centro de la ciudad de Ilave, considerando su estado actual, características estructurales y funcionalidad. Para ello, se realizará un análisis detallado

4.1.1 Cantidad de incidencias de sistema de gestión vial en la ciudad de llave

El nivel de servicio (LOS) se evalúa en gran medida mediante la relación del tiempo de seguimiento del vehículo, un indicador esencial para evaluar la calidad del flujo de tráfico en una carretera. Esta evaluación se ve reforzada por la inclusión de la velocidad de viaje promedio como un indicador adicional de la eficiencia operativa, lo que brinda una perspectiva más integral sobre la eficiencia del tráfico.

La metodología HCM 2000 (Highway Capacity Manual 2000) se utiliza para evaluar el nivel de servicio en carreteras bidireccionales de dos carriles en análisis de tráfico. Este enfoque evalúa muchas métricas operativas del tráfico en una sección de carretera, abarcando factores como el tipo de terreno, el diseño de la geometría de la carretera y las condiciones del tráfico.

El terreno se clasifica en dos tipos principales: llano y ondulado. La evaluación de terrenos montañosos se realiza de manera diferente, considerando las pendientes específicas tanto de ascensos como de descensos, ya que las condiciones del tráfico en estas áreas presentan características distintivas que afectan las operaciones y el flujo de vehículos en contraste con los terrenos planos o suavemente ondulados

Estudio del tráfico

Esta sección emplea datos del estudio de tráfico realizado por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de la República Dominicana (MOPC RD, 2017) respecto de las carreteras analizadas. La investigación abarcó recuentos de vehículos realizados durante un lapso de 7 días, con monitoreo continuo las 24 horas y recolección de datos cada 15 minutos. El objetivo de este monitoreo fue evaluar posibles fluctuaciones en las intensidades del flujo de vehículos a lo largo del día.

Se empleó un sistema de clasificación de vehículos, conformado por las siguientes categorías: Autos, Station Wagon, Pickups, Camionetas Rurales, Micros, Buses, Camionetas, Remolques y Semirremolques. El Índice de Movimiento Diario (IMD) de la

demanda automotriz varía entre 432 y 571 automóviles por día, lo que demuestra que el IMD supera los 400 vehículos por día. Así, para este estudio, la ruta se clasifica como vía colectora en la ciudad de Ilave, ubicada en la región Puno.

El estudio revela que el 56% de los usuarios de la vía se desplaza diariamente, el 19% viaja de 2 a 3 veces por semana y el otro 26% viaja con poca frecuencia o algunas veces.

Condiciones climáticas

Las rutas investigadas se ubican en la provincia de El Collao, concretamente en la ciudad de Ilave, lo que muestra el clima único de la región. El ambiente suele ser sofocante en verano y marcadamente helado en invierno.

Esta región experimenta un patrón de lluvias irregular debido a su ubicación al inicio de la Zona Sur del país. Las precipitaciones son inconsistentes y ocurren predominantemente de diciembre a febrero, siendo enero el que registra las mayores precipitaciones. La fluctuación de las precipitaciones en esta zona puede influir en las condiciones de las carreteras y los patrones de tráfico, especialmente durante los períodos de aumento de las precipitaciones.

Datos recabados de la zona: Jr. José Gálvez

Área de la muestra: 250 metros.

Ancho de la vía: 8 metros

Ancho de la calzada: 4 metros

Datos recabados de la zona: Jr. Bolognesi

Área de la muestra: 250 metros.

Ancho de la vía: 8 metros

Ancho de la calzada: 4 metros

Datos recabados de la zona: Jr. Ilo



Área de la muestra: 250 metros.

Ancho de la vía: 8 metros

Ancho de la calzada: 4 metros

Dimensiones de las unidades típicas de losas

Longitud: 6.00m

Ancho: 4.00m

Se determina que cada losa evaluada tendrá un área de 24m², estas medidas se consideran para las tres vías que se encuentran en estudio, como lo son el Jr Ilo, Jr. Bolognesi y finalmente José Gálvez.

Al ser en nuestro caso un pavimento rígido se toma en consideración la siguiente tabla para determinar las divisiones de las secciones a utilizarse en el estudio.

Para carreteras con superficies onduladas hechas de losas de concreto de cemento Portland, donde cada losa mide menos de 7.60 metros de longitud, la normatividad dicta que el área de cada unidad de análisis debe estar dentro del rango de 20 ± 8 losas. Esto asegura una evaluación representativa del desempeño estructural y funcional del pavimento, incluidas las características geométricas y mecánicas de las losas.

Este estudio definió cada unidad de muestra como un conjunto de 20 losas para garantizar el cumplimiento de estándares técnicos específicos durante todo el análisis. Este juicio garantiza que el área evaluada cumple con el estándar requerido y mantiene uniformidad en la metodología utilizada. Esta selección de tamaño mejora la comparación con estudios similares y aumenta la precisión de los resultados al incluir un número adecuado de losas que representen efectivamente las condiciones reales de la sección evaluada. Este enfoque se utilizó para garantizar que los resultados relacionados con el comportamiento estructural, agrietamiento, deterioro de la superficie y otros elementos esenciales representen adecuadamente el desempeño general del pavimento analizado:

Tabla 3*tamaño que se ha de considerar para la muestra*

Recomendado	Tamaño		Tipo de pavimento
	Mínimo	Máximo	
20 losas	12 losas	28 losas	Rígidos
450 m ²	270 m ²	630 m ²	Flexibles

La tabla nos muestra los valores que tendremos que considerar según sea el caso para la selección de muestras y las dimensiones de las mismas, en nuestro caso en particular tendremos el pavimento rígido el cual está determinado por los siguientes.

Identificación de fallas

El enfoque PCI (Índice de condición del pavimento) clasifica 19 tipos específicos de fallas para pavimentos rígidos, como se detalla en el Capítulo 2. Estas fallas proporcionan una evaluación sistemática y consistente del estado de la superficie del pavimento, actuando como una herramienta esencial para diagnosticar y diseñar estrategias de mantenimiento o rehabilitación. iniciativas.

Durante la visita de investigación se identificaron 10 tipos de fallas a lo largo de los 1000 metros evaluados. Las averías se registraron en una tabla que especifica su distribución por unidad de medida, clasificándolas por tipo y cantidad detectada. Este enfoque sistemático nos permite identificar las áreas más afectadas y priorizar las preocupaciones más prevalentes dentro del segmento analizado.

Se generó un gráfico estándar que muestra los porcentajes correspondientes a cada tipo de falla reportada. Este gráfico ilustra la frecuencia relativa de cada defecto, proporcionando una perspectiva clara sobre las fallas predominantes en el pavimento y permitiendo la detección de patrones o tendencias específicas en el deterioro de la



superficie. Los conocimientos obtenidos respaldarán el desarrollo de planes de mantenimiento específicos, optimizando los recursos y mejorando la eficiencia en la gestión de pavimentos.

Tabla 4

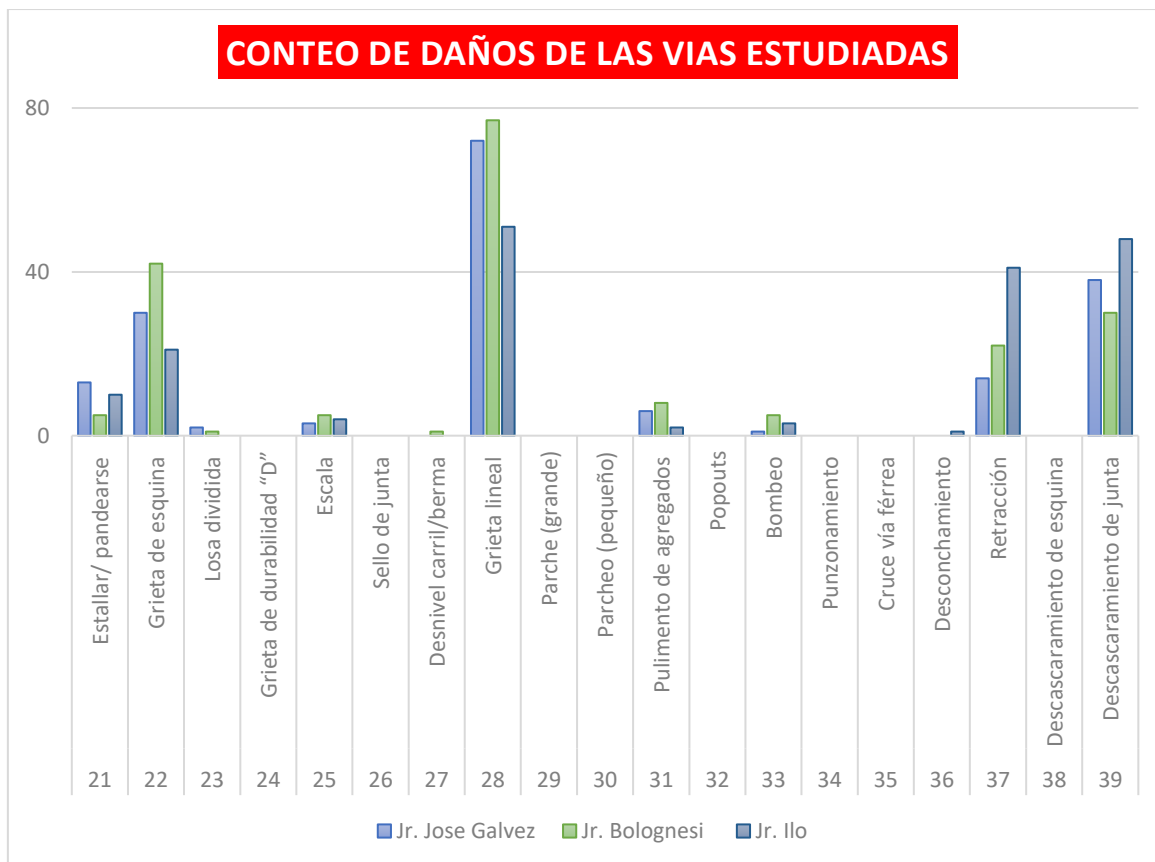
Conteo de daños encontrados en la vía

N°	DAÑO (tipo de fallas)	Jr. José Gálvez	Jr. Bolognesi	Jr. Ilo
21	Estallar/ pandearse	13	5	10
22	Grieta de esquina	30	42	21
23	Losa dividida	2	1	0
24	Grieta de durabilidad "D"	0	0	0
25	Escala	3	5	4
26	Sello de junta	0	0	0
27	Desnivel carril/berma	0	1	0
28	Grieta lineal	72	77	51
29	Parche (grande)	0	0	0
30	Parqueo (pequeño)	0	0	0
31	Pulimento de agregados	6	8	2
32	Popouts	0	0	0
33	Bombeo	1	5	3
34	Punzonamiento	0	0	0
35	Cruce vía férrea	0	0	0
36	Desconchamiento	0	0	1
37	Retracción	14	22	41
38	Descascar amiento de esquina	0	0	0
39	Descascaramiento de junta	38	30	48

En la tabla se aprecian los daños encontrados para cada uno de los daños según el índice de condición del pavimento rígido.

Figura 2

Conteo de daños de la vía estudiada



La grafica presentada describe los diferentes tipos de fallas o daños identificados en pavimentos de tres calles específicas: Jr. José Gálvez, Jr. Bolognesi y Jr. Ilo. Cada fila detalla un tipo particular de daño y su correspondiente frecuencia de aparición en cada una de estas vías.

Entre los daños más significativos se encuentran las "grietas de esquina", con 30, 42 y 21 ocurrencias en Jr. José Gálvez, Jr. Bolognesi y Jr. Ilo, respectivamente, siendo uno de los problemas más prevalentes. Otro daño frecuente es el "descascaramiento de junta", con 38, 30 y 48 incidencias en las mismas calles, lo que evidencia la importancia de evaluar el estado de las juntas en estas vías.

Por otro lado, se reportan problemas como "escalas", "sello de juntas" y "desnivel carril/berma", con una menor frecuencia pero que también influyen en la calidad del pavimento. Algunos daños, como "losas divididas", "cruce vía férrea" o "desconchamiento",

no se presentan en algunas calles, lo que sugiere una variabilidad en el tipo de deterioro dependiendo de las condiciones particulares de cada vía.

Esta información es crucial para la evaluación del estado de las vías y la priorización de reparaciones, destacando los problemas más críticos que afectan la funcionalidad y durabilidad del pavimento en las zonas estudiadas.

Tabla 5*Cantidad de unidades de muestra*

Muestra	Progresiva inicial (km)	Progresiva final (km)	Longitud	Ancho	Área	Muestra a estudiar
Jr. Jose Galvez						
UM1	0+000	0+050		4	400	MUESTRA A EVALUAR 01
UM2	0+050	0+100		4	400	MUESTRA A EVALUAR 02
UM3	0+100	0+150	50	4	400	MUESTRA A EVALUAR 03
UM4	0+150	0+200		4	400	MUESTRA A EVALUAR 04
UM5	0+200	0+250		4	400	MUESTRA A EVALUAR 05
Jr. Bolognesi						
UM1	0+000	0+050		4	400	MUESTRA A EVALUAR 01
UM2	0+050	0+100		4	400	MUESTRA A EVALUAR 02
UM3	0+100	0+150	50	4	400	MUESTRA A EVALUAR 03
UM4	0+150	0+200		4	400	MUESTRA A EVALUAR 04
UM5	0+200	0+250		4	400	MUESTRA A EVALUAR 05
Jr. Ilo						
UM1	0+000	0+050		4	400	MUESTRA A EVALUAR 01
UM2	0+050	0+100		4	400	MUESTRA A EVALUAR 02
UM3	0+100	0+150	50	4	400	MUESTRA A EVALUAR 03
UM4	0+150	0+200		4	400	MUESTRA A EVALUAR 04
UM5	0+200	0+250		4	400	MUESTRA A EVALUAR 05

La tabla muestra una distribución de las muestras seleccionadas para evaluación en tres diferentes calles: Jr. José Gálvez, Jr. Bolognesi y Jr. Ilo. Cada sección detalla las características y dimensiones específicas de las muestras analizadas.

Para cada calle, se identifican cinco muestras (UM1 a UM5), todas con una progresiva inicial y final bien delimitada, abarcando tramos de 50 metros cada una. La longitud total de las muestras es uniforme, y el ancho de las vías se especifica como 4 metros en todas

ellas. El área resultante de cada muestra es de 400 metros cuadrados, lo que asegura una evaluación consistente a lo largo de los diferentes tramos.

Además, cada muestra se asocia a un código de identificación, como "MUESTRA A EVALUAR 01", que facilita su individualización dentro del análisis. Esta información estandarizada es clave para garantizar la comparabilidad de los datos obtenidos en las diferentes calles, permitiendo una evaluación precisa de las condiciones del pavimento en estas vías urbanas.

Ficha vehicular:

Tabla 6

Aforo vehicular 1

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024									
Lugar: Jr. BOLOGNESI									
hora	motocicleta	auto móvil	station wagon	camioneta	combi	microbús	ómnibus	camión	
6:00-7:00	12	20	14	12	10	8	4	5	
7:00-8:00	15	28	17	10	8	5	3	6	
8:00-9:00	9	30	23	9	5	3	5	4	
9:00-10:00	8	18	21	6	6	2	2	3	
10:00-11:00	10	25	28	5	4	0	3	5	
11:00-12:00	13	22	24	5	6	2	3	4	
12:00-13:00	12	18	19	6	4	1	2	3	
13:00-14:00	9	15	15	7	3	0	1	2	
14:00-15:00	6	16	12	6	2	1	1	1	
15:00-16:00	8	14	18	5	5	2	2	3	
16:00-17:00	7	12	15	8	3	3	4	2	
17:00-18:00	11	20	20	7	4	2	3	4	
18:00-19:00	14	22	19	6	5	1	2	3	
19:00-20:00	10	19	17	5	3	0	1	2	
TOTAL	144	279	262	97	68	30	36	47	
PORCENTAJE (%)	14.95	28.97	27.21	10.07	7.06	3.12	3.74	4.88	

Tabla 7

Aforo vehicular 2

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024								
TESIS:								
Lugar: Jr. JOSE GALVEZ								
hora	motocicleta	auto móvil	station wagon	camioneta	combi	microbús	ómnibus	camión
6:00-7:00	14	12	15	15	11	3	2	2
7:00-8:00	13	14	10	6	5	3	1	1
8:00-9:00	6	21	12	8	6	4	3	2
9:00-10:00	9	9	10	10	4	4	1	1
10:00-11:00	12	12	22	3	3	5	2	0
11:00-12:00	10	11	10	7	5	5	3	1
12:00-13:00	7	21	18	5	3	6	1	2
13:00-14:00	8	41	13	9	2	4	0	1
14:00-15:00	3	14	10	9	1	5	0	0
15:00-16:00	4	12	13	5	4	6	0	0
16:00-17:00	6	10	10	4	2	2	2	2
17:00-18:00	10	10	14	5	2	1	1	1
18:00-19:00	11	10	11	9	3	1	0	3
19:00-20:00	5	8	17	4	1	0	1	2
TOTAL	118	205	185	99	52	49	17	18
PORCENTAJE (%)	15.88	27.59	24.90	13.32	7.00	6.59	2.29	2.42

Tabla 8

Aforo vehicular 3

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024								
TESIS:								
Lugar: Jr. ILO								
hora	motocicleta	auto móvil	station wagon	camioneta	combi	microbús	ómnibus	camión
6:00-7:00	2	10	14	10	6	2	2	2
7:00-8:00	10	23	8	5	4	2	1	1
8:00-9:00	9	15	7	5	6	3	3	2
9:00-10:00	7	14	5	9	3	3	1	1
10:00-11:00	8	21	5	6	2	4	2	0
11:00-12:00	8	24	7	7	6	4	3	1
12:00-13:00	15	26	10	10	7	5	1	2
13:00-14:00	12	30	5	12	3	3	0	1
14:00-15:00	8	29	4	5	3	4	0	0
15:00-16:00	4	27	3	15	3	5	0	0
16:00-17:00	86	19	2	10	4	1	2	2
17:00-18:00	4	15	10	12	3	2	1	1
18:00-19:00	9	14	11	9	3	2	0	3
19:00-20:00	7	19	10	4	1	2	1	2
TOTAL	189	286	101	119	54	42	17	18
PORCENTAJE (%)	22.88	34.62	12.23	14.41	6.54	5.08	2.06	2.18



Tabla 9

Cédula de registro 1

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI - CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTRO								
ZONA:		ABSCISA INICIAL 0 + 000		UNIDAD DE MUESTRO U - 01		ESQUEMA: 		
CODIGO VÍA: JR. _____		ABSCISA FINAL 0 + 064		ÁREA DE MUESTRO (m2) 480				
INSPECCIONADO POR:								
JESICA MELADITH MAMANI NINA			FECHA:					
N°	DAÑO							
21	Estallar/ pandearse	31	Pulimento de agregados					
22	Grieta de esquina	32	Popouts					
23	Losa dividida	33	Bombeo					
24	Grieta de durabilidad	34	Punzonamiento					
25	Escala	35	Cruce de vía férrea					
26	Sello de junta	36	Desconchamiento					
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción					
28	Grieta lineal	38	Desconchamiento de esquina					
29	Parche (grande)	39	Desconchamiento de junta					
30	Parqueo (pequeño)							
Daño	Sever.	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido
							VDT	

numero de valores deducidos	
valor deducido más alto	
número máximo de valores deducidos	

N°	Valores deducidos	Total	q	CDV
1				
2				
3				
4				

MAX. VDC 00

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO =

PCI	
PCI	

CONDICIÓN DE PAVIMENTO =

BUENO



Cálculo del valor del PCI

Los valores que se encuentran después por unidades de muestra son relacionados a la realización del trabajo que se elaboró en gabinete, que deterioros presento sobre el pavimento evaluado por las unidades de muestra, en donde también se puede determinar los valores variables como se pueden apreciar.

Para determinar las densidades y fallas presentes en las losas y unidades muestrales, se procederá a calcular el porcentaje de losas afectadas dividiendo la cantidad de losas con fallas entre el total de losas evaluadas. Este resultado se multiplicará por 100, lo que permitirá obtener el valor de densidad expresado en porcentaje.

$$Densidad (\%) = \frac{cant. de losas afect.}{cant. de losas tot. evaluadas} * 100 \dots \dots \dots Formula 1$$

Si reemplazamos en la muestra 1:

Se aprecia el código de fallas que se encuentran en esta muestra, de la misma manera se logra determinar que el número de paños estudiados es 20.

Tabla 10

Se observa el código de fallas U 01

CODIGO DE FALLA	NÚMERO TOTAL DE PAÑOS ESTUDIADOS	NÚMERO DE PAÑOS DETERIORADOS
21	20	5
25		6
33		5
37		4

En la siguiente podemos apreciar las fallas, los números de paños deteriorados y también el número total de paños estudiados, también se aprecian las variaciones que presenta en cada caso en particular.

Tabla 11*Cédula de los valores de densidad*

código de falla	severidad	cantidad	total	densidad %
21	baja	5	5	20
25	baja	6	6	25
33	baja	5	5	15
37	baja	4	4	15

La tabla presenta una cédula de los valores de densidad correspondientes a fallas en una evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Se enlistan los códigos de fallas observadas, clasificadas por su severidad baja, la cantidad de fallas detectadas para cada código, así como el total y el porcentaje de densidad asociado a cada falla. La densidad porcentual indica la frecuencia relativa de cada tipo de falla dentro del total de fallas observadas.

$$densidad (\%) = \frac{5}{20} * 100$$

$$densidad (\%) = 25$$

Determinamos los valores deducidos según la falla presente

Para determinar el valor estimado de cada defecto del pavimento se deben utilizar los ábacos correspondientes a los valores calculados para cada tipo de falla. En esta técnica se utiliza la densidad obtenida para cada deterioro, junto con su grado de severidad. Se realiza una interpolación utilizando estos dos valores para obtener el valor derivado preciso para cada falla del pavimento.

Figura 3

Procesamiento de los valores estimados para pandearse

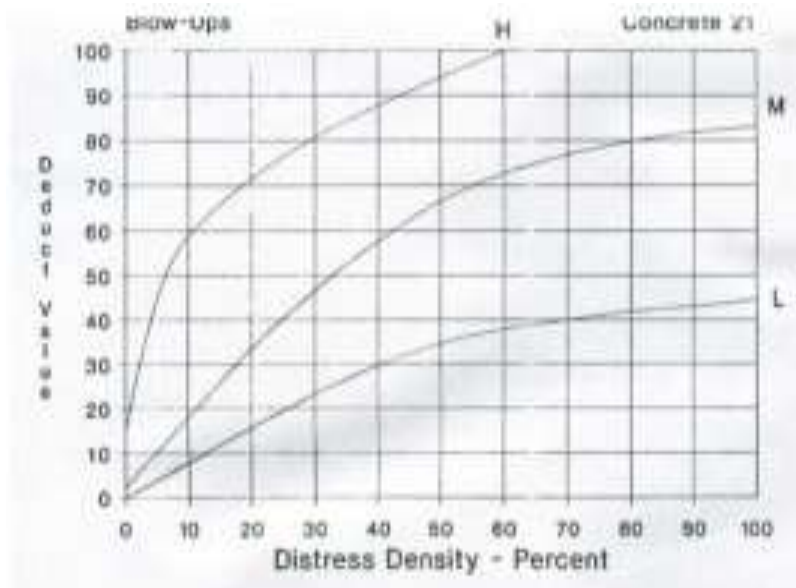


Figura 4

Procesamiento de los valores estimados para escala

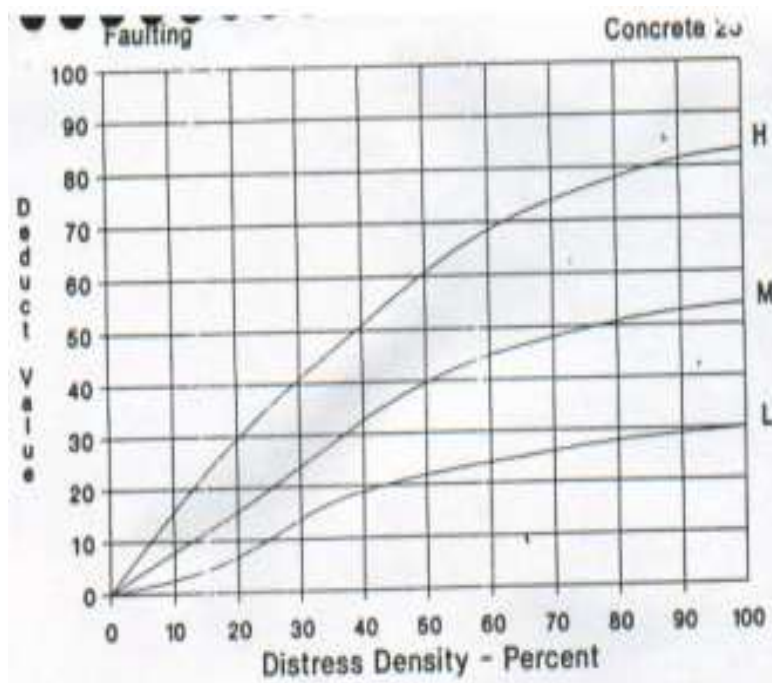


Figura 5

Procesamiento de los valores estimados para bombeo

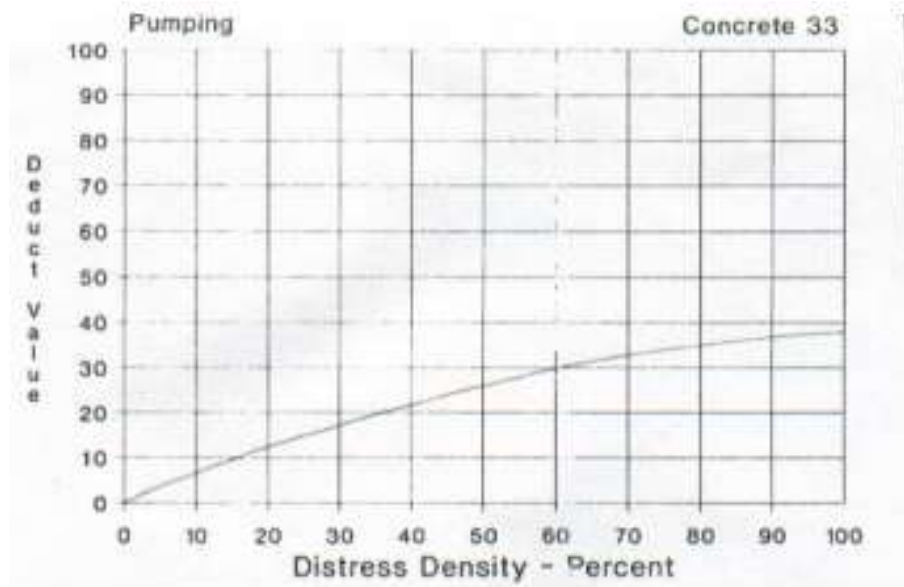


Figura 6

Procesamiento de los valores estimados para retracción

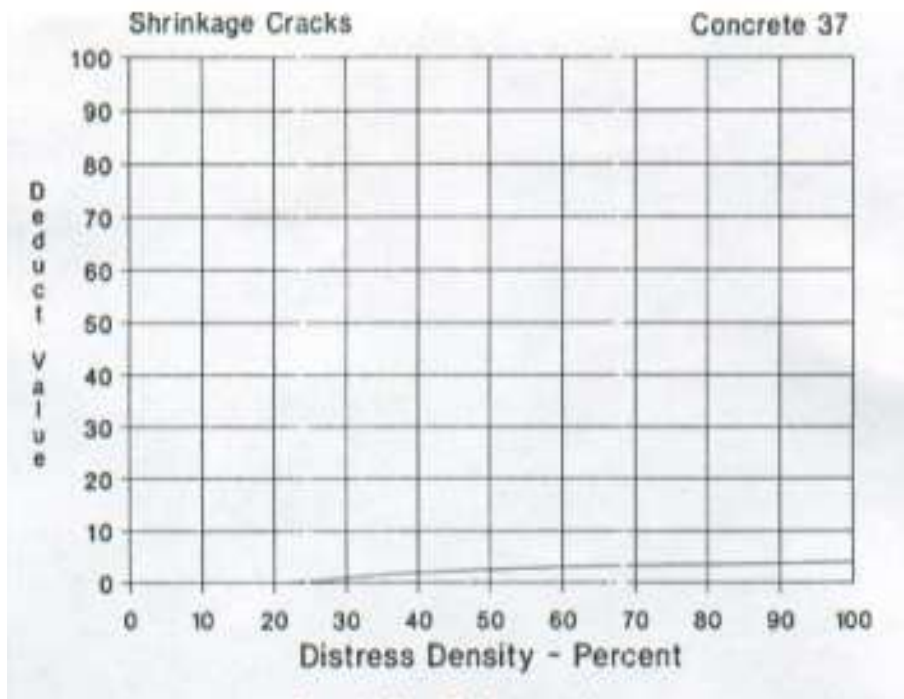


Tabla 12

valor deducido (q)

código de falla	severidad	cantidad	total	densidad %	valor deducido (q)
21	baja	5	5	20.8	17.41
25	baja	6	6	25.3	10.64
33	baja	5	5	15.4	9.74
37	baja	4	4	15.5	0

Para calcular la cantidad de valores deducidos presentes en una unidad muestral, es necesario contar todos los valores deducidos que esta unidad contiene. Este conteo debe resultar en una cantidad mayor a dos (2).

Identificar el valor deducido más elevado. La identificación del valor deducido más alto en la unidad muestral, también conocida como HDV (Highest Deductive Value), se refiere simplemente a seleccionar el valor deducido más elevado dentro de dicha unidad.

Calcular el número permitido de deducidos. El cálculo del número permitido de deducidos se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$mi = \frac{9}{98}(100 - hdv)$$

Dónde:

mi = número máximo admisible de valores deducidos.

HDV = valor deducido mayor de la unidad de muestreo.

$$mi = \frac{9}{98}(100 - 17.41)$$

$$mi = 7.78$$

Calcular el estado del pavimento. Para realizar el cálculo de la condición del pavimento en evaluación, se deben seguir estos pasos:

Según las especificaciones descritas en el manual del Índice de condición del pavimento (PCI), los valores calculados deben organizarse en orden descendente, categorizados de mayor a menor y alineados de izquierda a derecha dentro de la tabla especificada. Esta configuración tiene como objetivo facilitar el procesamiento metódico de los datos y garantizar la precisión en los cálculos posteriores.

Luego de organizar adecuadamente los valores inferidos, se reemplazará el último valor de la serie por el número 2. Esta estrategia debe implementarse lentamente, asegurando el cumplimiento de la secuencia especificada y que las modificaciones se ajusten a la metodología proporcionada en el manual. Este paso es crucial para estandarizar los datos y prepararlos para la siguiente etapa de análisis.

Los datos de cada fila se sumarán para obtener un resultado acumulativo, que se utilizará para determinar el PCI. La operación de suma debe realizarse correctamente, asegurando que los números documentados se ajusten a la escala y secuencia requeridas en el formato. La implementación precisa de estos procesos garantiza que el cálculo del PCI refleje con precisión las condiciones del pavimento y permita tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento o la rehabilitación.

Tabla 13

Valores deducidos ordenados de la UM 1

Número	Nº DE VALORES DEDUCIDOS				Q	VDT
1	17.41	10.64	9.74	0	4	37.42
2	17.41	10.64	9.74	2	3	39.35
3	17.41	10.64	2	2	2	31.41
4	17.41	2	2	2	1	23.75

Cálculo del valor máximo deducido corregido

El cálculo del valor máximo deducido ajustado, crucial en la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), se ejecuta mediante un procedimiento iterativo y sistemático que incluye los siguientes pasos:

- Cálculo del valor total deducido: El valor total deducido se calcula sumando todos los valores deducidos individuales asociados con las fallas documentadas. Esta

etapa ofrece un resumen del efecto agregado de las fallas en la superficie del pavimento.

- Los valores determinados (q) se organizan en orden decreciente, de mayor a menor. Esta configuración permite la detección de fallos con mayor frecuencia o gravedad, permitiendo así el uso del ábaco en fases posteriores del proceso.
- Cálculo del valor deducido ajustado: El valor deducido ajustado se deriva de los valores deducidos ordenados. Este cálculo se ejecuta sustituyendo los valores en el ábaco descrito en el manual PCI, que tiene en cuenta los factores de interacción entre fallas, modificando así la influencia de los valores derivados individualmente.
- Identificación del mayor valor deducido corregido: Luego de obtener los valores deducidos corregidos para cada falla, se determina el valor mayor entre ellos. El valor máximo corregido obtenido sirve como referencia principal para la calificación PCI final de la sección evaluada, indicando el grado de deterioro más significativo.
- Este procedimiento iterativo garantiza que el cálculo del PCI refleje con precisión las condiciones reales del pavimento al integrar tanto la gravedad como la interacción de las muchas fallas reportadas. La precisión en cada fase es crucial para proporcionar resultados confiables que informen sobre las decisiones sobre el mantenimiento o reparación del pavimento.

Tabla 14

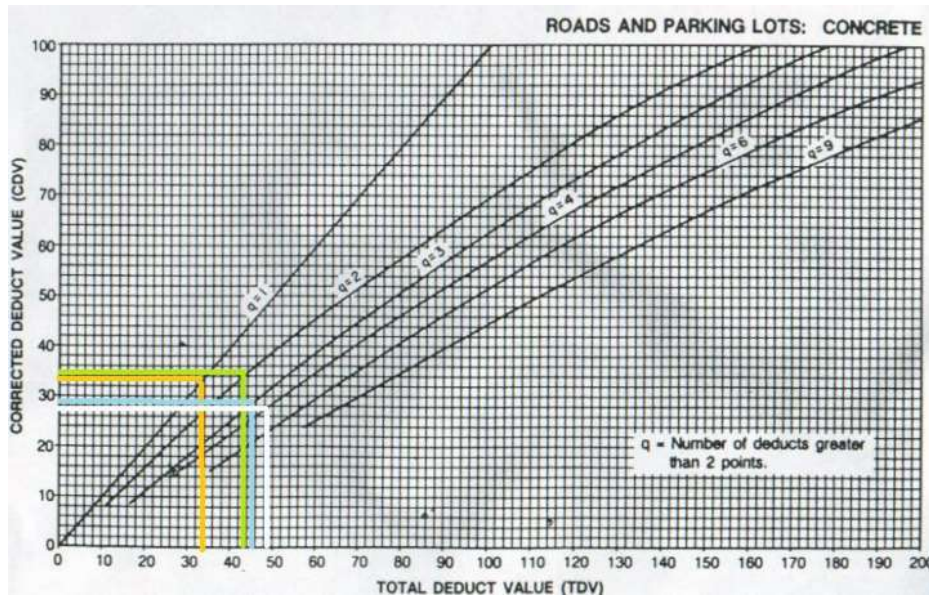
Valores deducidos corregido de la UM 1

Número	Nº DE VALORES DEDUCIDOS				Q	VDT	VDC
1	17.41	10.64	9.74	0	4	37.42	16.52
2	17.41	10.64	9.74	2	3	39.35	23.84
3	17.41	10.64	2	2	2	31.41	23.32
4	17.41	2	2	2	1	23.75	23.41
						Max. VDC	23.84

El ábaco presentado facilita la obtención de los valores corregidos estimados, permitiendo posteriormente llevar a cabo la evaluación del estado en el que se encuentra el índice de condición del pavimento del Jr. José Gálvez.

Figura 7

Calculo de valores corregidos, muestra 1



Cálculo del PCI por la unidad de muestra:

Tendremos la formula siguiente para lograr determinar el PCI de la unidad de muestra número 1.

$$PCI = 100 - \text{maximo valor corregido}$$

Reemplazando los valores encontrados tendremos los siguientes:

$$PCI = 100 - 23.84$$

$$PCI = 76.16$$

Tabla 15*Resumen de datos generados a partir de la evaluación de PCI de pavimentos rígidos*

Jr. José Gálvez					
datos generales	cantidad de muestras evaluadas				
	muestra 1	muestra 2	muestra 3	muestra 4	muestra 5
Valor PCI	100	100	100	100	100
valor máximo corregido	23.84	45.75	38.62	25.75	33.78
PCI logrado post evaluación	76.16	54.25	61.38	74.25	66.22
evaluación PCI	MUY BUENO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	BUENO

Esta tabla presenta un resumen de datos generados a partir de la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en pavimentos rígidos para la calle Jr. José Gálvez. La información está organizada en cinco columnas correspondientes a diferentes muestras evaluadas, y se analizan tres aspectos principales: el valor PCI inicial, el valor máximo corregido, y el PCI logrado post evaluación. Finalmente, se proporciona una categorización cualitativa del estado del pavimento según la evaluación PCI.

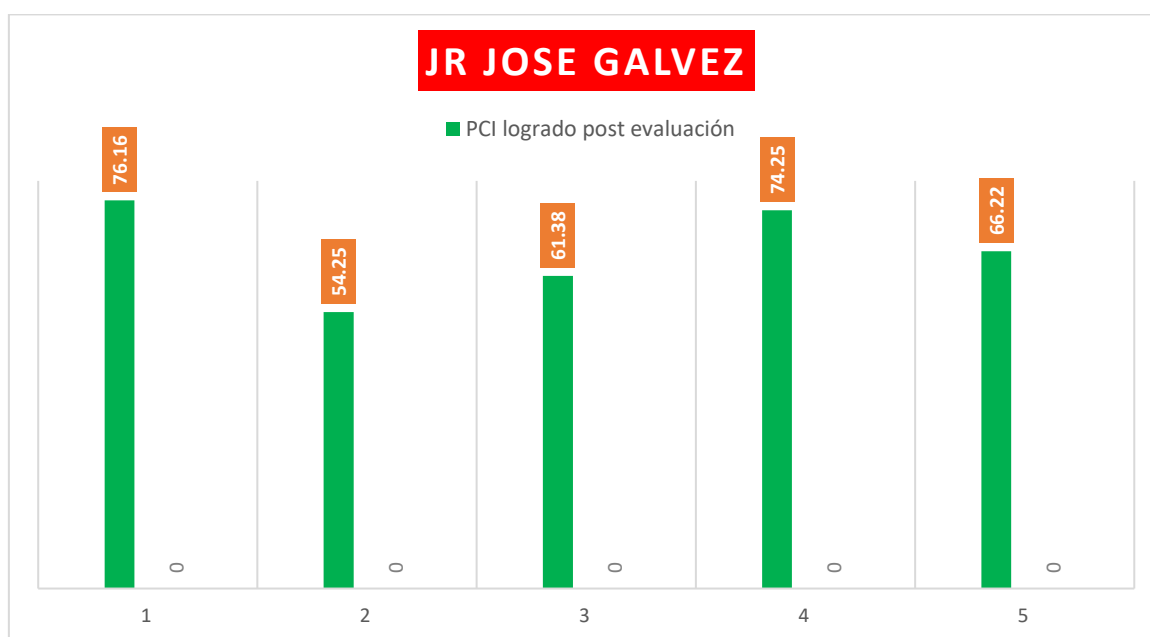
- En la primera fila de datos, denominada "Valor PCI", se observa que todas las muestras presentan un valor inicial de 100. Esto indica que, en el análisis previo al ajuste, todas las muestras fueron consideradas en perfecto estado teórico.
- La segunda fila, "Valor máximo corregido", muestra valores que varían entre las diferentes muestras: 23.84 (muestra 1), 45.75 (muestra 2), 38.62 (muestra 3), 25.75 (muestra 4) y 33.78 (muestra 5). Estos valores reflejan ajustes realizados a partir de inspecciones o análisis detallados.
- En la tercera fila, "PCI logrado post evaluación", se presentan los índices de condición final obtenidos tras aplicar los ajustes y evaluaciones. Estos valores oscilan entre 54.25 y 76.16, indicando una degradación moderada del pavimento en la mayoría de las muestras. Por ejemplo, la muestra 1 tiene el PCI más alto con 76.16, mientras que la muestra 2 tiene el más bajo con 54.25.

- Finalmente, la fila "Evaluación PCI" proporciona una interpretación cualitativa de los valores ajustados. Las muestras 1 y 4 son calificadas como "MUY BUENO", las muestras 3 y 5 como "BUENO", y la muestra 2 como "REGULAR". Esto sugiere que el pavimento en la mayoría de las áreas aún mantiene condiciones aceptables, pero con variaciones notables en calidad según la zona específica evaluada.

En resumen, la tabla ofrece una visión general del estado del pavimento en Jr. José Gálvez, identificando áreas de mejor y menor desempeño que podrían requerir atención para el mantenimiento o rehabilitación.

Figura 8

Comparativa de valores



La gráfica muestra los resultados de una evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) logrados post evaluación en la calle JR JOSE GALVEZ. La gráfica está dividida en cinco secciones numeradas del 1 al 5 en el eje horizontal, cada una representando un tramo diferente de la calle. En el eje vertical se muestran los valores del PCI.

Cada sección tiene una barra verde que representa el "PCI logrado post evaluación." Encima de cada barra verde hay un valor numérico en un recuadro naranja que indica el PCI específico alcanzado en ese tramo. Los valores son los siguientes:

- Tramo 1: 76.16
- Tramo2: 54.15
- Tramo 3: 61.38
- Tramo 4: 74.15
- Tramo 5: 65.22

La gráfica es relevante porque proporciona una visualización clara de los resultados de la evaluación del PCI en diferentes tramos de la calle JR JOSE GALVEZ, lo que puede ser útil para identificar áreas que necesitan mantenimiento o mejoras.

Tabla 16

Resumen de datos generados a partir de la evaluación de PCI de pavimentos rígidos

Jr. Bolognesi					
datos generales	cantidad de muestras evaluadas				
	muestra 1	muestra 2	muestra 3	muestra 4	muestra 5
Valor PCI	100	100	100	100	100
valor máximo corregido	33.42	28.74	29.52	29.75	35.42
PCI logrado post evaluación	66.58	71.26	70.48	70.25	64.58
evaluación PCI	BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	BUENO

La evaluación del PCI (Pavement Condition Index) en los pavimentos rígidos del Jirón Bolognesi de la ciudad de Ilay muestra valores importantes que permiten determinar su condición actual. El estudio se llevó a cabo a través de cinco muestras, las cuales se analizaron para identificar fallas y calcular la severidad de estas en cada sección del pavimento.



En primer lugar, el Valor PCI inicial fue de 100 para todas las muestras evaluadas, lo que representa una condición teórica ideal del pavimento antes de considerar las correcciones correspondientes a las fallas identificadas. A partir de este valor, se procede a realizar ajustes basados en las deficiencias encontradas durante la evaluación.

El valor máximo corregido presenta una ligera variación entre las muestras. Los valores obtenidos fueron 33.42 en la muestra 1, 28.74 en la muestra 2, 29.52 en la muestra 3, 29.75 en la muestra 4 y 35.42 en la muestra 5. Estos resultados indican que existen fallas en el pavimento, pero con un impacto moderado y no uniforme en todas las zonas evaluadas.

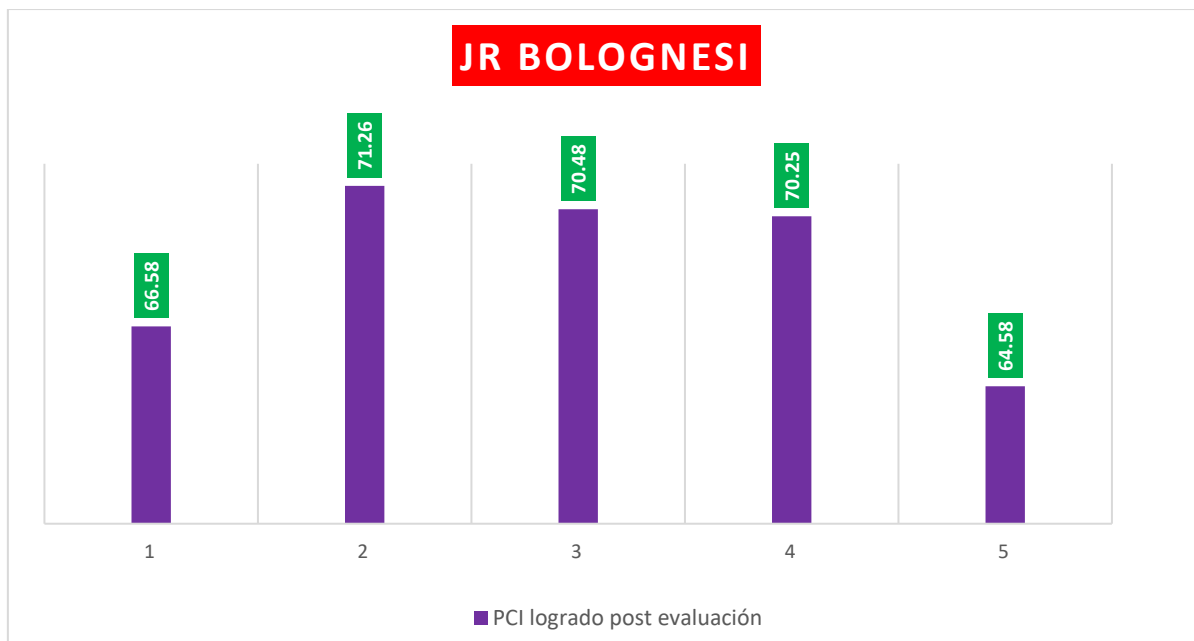
Posteriormente, el PCI logrado post evaluación refleja el estado real del pavimento después de aplicar los ajustes correspondientes a las fallas encontradas. Los valores finales oscilan entre 64.58 y 71.26, destacando una diferencia ligera entre las muestras. En detalle, la muestra 1 obtuvo un PCI de 66.58, la muestra 2 71.26, la muestra 3 70.48, la muestra 4 70.25, y la muestra 5 64.58. Estos valores permiten determinar que el pavimento, en general, mantiene una condición aceptable.

Finalmente, la evaluación PCI clasifica el estado general del pavimento en dos niveles: BUENO y MUY BUENO. Las muestras 1, 2, 4 y 5 fueron calificadas como BUENO, lo que indica que, si bien existen fallas, estas no comprometen su funcionamiento a corto plazo. Por otro lado, la muestra 3 obtuvo la calificación de MUY BUENO, destacando una mejor condición en comparación con las demás.

En conclusión, el estudio revela que los pavimentos rígidos del Jirón Bolognesi se encuentran en una condición buena a muy buena. Sin embargo, es fundamental implementar acciones de mantenimiento preventivo para evitar un deterioro progresivo y garantizar la durabilidad de la infraestructura vial en el tiempo. La variación en los valores corregidos sugiere que algunas áreas requieren mayor atención que otras, por lo que se recomienda un monitoreo constante y la intervención oportuna en las zonas más afectadas.

Figura 9

Comparativa de valores



La gráfica titulada "JR BOLOGNESI" muestra los resultados del Índice de Condición del Pavimento (PCI) logrado post evaluación para cinco diferentes tramos de la calle. En el eje horizontal, se enumeran los tramos del 1 al 5, mientras que en el eje vertical se presentan los valores del PCI.

Cada tramo está representado por una barra púrpura, y encima de cada barra hay un valor numérico en un recuadro verde que indica el PCI específico alcanzado en ese tramo. Los valores son los siguientes:

- Tramo 1: 66.58
- Tramo 2: 71.26
- Tramo 3: 70.48
- Tramo 4: 70.15
- Tramo 5: 64.58

Esta gráfica es útil para visualizar de manera clara y concisa los resultados de la evaluación del PCI en diferentes tramos de la calle JR BOLOGNESI. Los valores indican

la condición del pavimento después de la evaluación, lo que puede ayudar a identificar áreas que necesitan mantenimiento o mejoras.

Tabla 17*Cédula de registro 4*

Jr. ILO					
datos generales	cantidad de muestras evaluadas				
	muestra 1	muestra 2	muestra 3	muestra 4	muestra 5
Valor PCI	100	100	100	100	100
valor máximo corregido	33.42	28.74	29.52	29.75	35.42
PCI logrado post evaluación	66.58	71.26	70.48	70.25	64.58
evaluación PCI	BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	BUENO

La tabla evalúa los valores del "Jr. ILO" presenta datos de cinco muestras evaluadas en relación con el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Las columnas de la tabla incluyen "muestra 1," "muestra 2," "muestra 3," "muestra 4," y "muestra 5," mientras que las filas están etiquetadas como "Valor PCI," "Valor máximo corregido," "PCI logrado post evaluación," y "Evaluación PCI."

Para cada muestra, el "Valor PCI" inicial es de 100. Sin embargo, después de la corrección, los valores máximos corregidos varían: 33.42 para la muestra 1, 28.74 para la muestra 2, 29.52 para la muestra 3, 29.75 para la muestra 4, y 35.42 para la muestra 5. Estos valores corregidos reflejan las condiciones específicas del pavimento antes de la evaluación final.

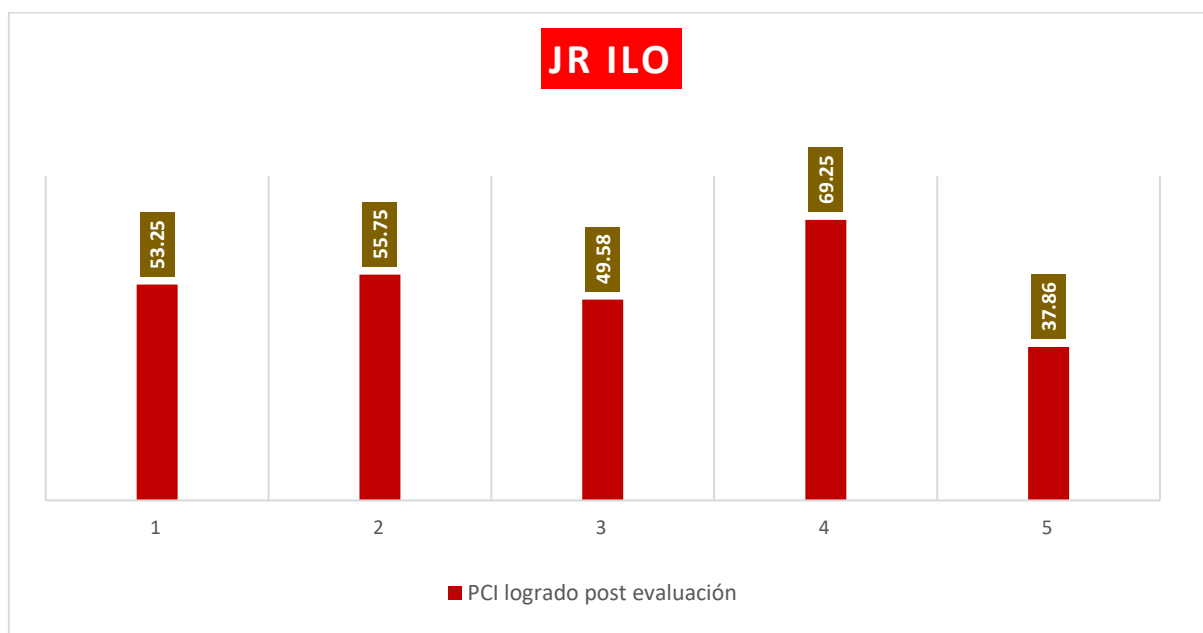
El "PCI logrado post evaluación" muestra los valores ajustados después de la evaluación, con 66.58 para la muestra 1, 71.26 para la muestra 2, 70.48 para la muestra 3, 70.25 para la muestra 4, y 64.58 para la muestra 5. Estos valores indican la condición del pavimento después de aplicar las correcciones necesarias.

Finalmente, la "Evaluación PCI" clasifica las muestras en categorías de "BUENO" o "MUY BUENO," basándose en los valores logrados post evaluación. Las muestras 1, 2 y 5 se clasifican como "BUENO," mientras que las muestras 3 y 4 se clasifican como "MUY BUENO," indicando una mejor condición del pavimento en estas últimas.

Esta tabla proporciona una evaluación detallada del estado del pavimento en diferentes muestras, mostrando tanto los valores iniciales como los corregidos y los logrados después de la evaluación, lo que permite una comprensión clara de la calidad del pavimento en cada muestra evaluada.

Figura 10

Comparativa de valores



La gráfica titulada "JR ILO" muestra los resultados del Índice de Condición del Pavimento (PCI) logrado post evaluación para cinco diferentes tramos de la calle. En el eje horizontal, se enumeran los tramos del 1 al 5, mientras que en el eje vertical se presentan los valores del PCI.

Cada tramo está representado por una barra roja, y encima de cada barra hay un valor numérico en un recuadro naranja que indica el PCI específico alcanzado en ese tramo. Los valores son los siguientes:

- Tramo 1: 53.25
- Tramo 2: 55.75
- Tramo 3: 49.38
- Tramo 4: 69.35
- Tramo 5: 37.86

Esta gráfica es útil para visualizar de manera clara y concisa los resultados de la evaluación del PCI en diferentes tramos de la calle JR ILO. Los valores indican la condición del pavimento después de la evaluación, lo que puede ayudar a identificar áreas que necesitan mantenimiento o mejoras.

Tabla 18

Síntesis de las muestras evaluadas

UNI. DE MUESTRA	NÚMERO DE PAÑOS	PCI	CLASIFICACIÓN
Jr. JOSE GALVEZ			
UM 01	20	76.16	MUY BUENO
UM 02	22	54.25	REGULAR
UM 03	20	61.38	BUENO
UM 04	20	74.25	MUY BUENO
UM 05	20	66.22	BUENO
Jr. BOLOGNESI			
UM 01	20	66.58	BUENO
UM 02	22	71.26	MUY BUENO
UM 03	20	70.48	MUY BUENO
UM 04	20	70.25	MUY BUENO
UM 05	22	64.58	BUENO
Jr. ILO			
UM 01	22	53.25	REGULAR
UM 02	22	55.75	REGULAR
UM 03	20	49.58	REGULAR
UM 04	20	69.25	BUENO
UM 05	20	37.86	MALO

La tabla presentada proporciona un resumen de las evaluaciones realizadas en diversas muestras, organizadas por tres ubicaciones diferentes: Jr. José Galvez, Jr.

Bolognesi y Jr. Ilo. Cada una de estas ubicaciones muestra diferentes muestras de evaluación que se describen a través del número de paños, el índice de desempeño de cada muestra (PCI) y su clasificación correspondiente.

Análisis de las Ubicaciones

Jr. José Galvez:

En esta sección, se registran cinco muestras, todas con un número de paños que oscila entre 20 y 22. La muestra más destacada es UM 01, que presenta un PCI de 76.16, siendo clasificada como "Muy Bueno". Otras muestras obtenidas, como UM 04, también destacan con un "Muy Bueno" y un PCI de 74.25. Sin embargo, algunas muestras muestran un desempeño inferior, como UM 02, que, aunque presenta un PCI de 54.25, es clasificada como "Regular". Esto sugiere que, a pesar de tener una buena muestra, hay variabilidad en la calidad de los paños.

Jr. Bolognesi:

Esta sección también evalúa cinco muestras, donde el número de paños se mantiene entre 22 y 24. UM 01 se destaca con un PCI de 66.58 y se clasifica como "Bueno". Sin embargo, las otras muestras presentan variaciones en su desempeño. UM 03 y UM 04 tienen PCI de 70.48 y 70.25, respectivamente, siendo clasificadas como "Muy Bueno". Existen muestras, como UM 02, que, a pesar de tener un mejor PCI de 71.26, se clasifican como "Muy Bueno," indicando que los criterios de evaluación son rigurosos y detallados.

Jr. Ilo:

Finalmente, en Jr. Ilo, las muestras reflejan un desempeño más variado y en general menos favorable. Con cifras de PCA más bajas, la muestra UM 01 tiene un PCI de 53.25 y se clasifica como "Regular". Otras muestras también presentan un rendimiento similar, como UM 02 y UM 04, que se clasifican de manera "Regular" y "Bueno", respectivamente.

La muestra UM 05 es preocupante, ya que presenta el PCI más bajo de la tabla, con 37.86, lo que resulta en una clasificación de "Malo". Esto indica que hay áreas significativas que requieren atención para mejorar la calidad en esta ubicación.

Conclusiones Generales

La tabla evidencia que existe una variabilidad considerable en la calidad de los paños evaluados entre las distintas ubicaciones. Mientras que Jr. José Galvez muestra un rendimiento predominantemente alto con múltiples clasificaciones de "Muy Bueno", Jr. Bolognesi presenta un balance más favorecedor en general, aunque sin muestras excepcionales. En contraste, Jr. Ilo necesita mejoras notables, evidenciando la importancia de abordar las áreas débiles para alcanzar mejores estándares de calidad en sus productos.

Tabla 19

Índice actual de la vía

UNI. DE MUESTRA	NÚMERO DE PAÑOS	PCI	CLASIFICACIÓN	PROMEDIO PCI	ESTADO
Jr. JOSE GALVEZ					
UM 01	20	76.16	MUY BUENO		
UM 02	22	54.25	REGULAR		
UM 03	20	61.38	BUENO	66.45	BUENO
UM 04	20	74.25	MUY BUENO		
UM 05	20	66.22	BUENO		
Jr. BOLOGNESI					
UM 01	20	66.58	BUENO		
UM 02	20	71.26	MUY BUENO		
UM 03	20	70.48	MUY BUENO	68.63	BUENO
UM 04	20	70.25	MUY BUENO		
UM 05	22	64.58	BUENO		
Jr. ILO					
UM 01	22	53.25	REGULAR		
UM 02	22	55.75	REGULAR	53.14	REGULAR

UM 03	20	49.58	REGULAR
UM 04	20	69.25	BUENO
UM 05	20	37.86	MALO

La tabla presentada ofrece una evaluación detallada de muestras de paños de diferentes ubicaciones: Jr. José Galvez, Jr. Bolognesi, y Jr. Ilo. Cada sección incluye datos sobre el número de paños, el Índice de Calidad de Parecer (PCI), la clasificación correspondiente, así como el promedio del PCI y el estado general de la muestra. Este análisis proporciona una visión clara sobre la calidad de los paños en las distintas áreas.

Análisis por Ubicación

Jr. José Galvez:

Esta sección analiza cinco muestras, todas con un número de paños que varía entre 22 y 20. La muestra UM 01 se destaca con un PCI de 76.16, siendo clasificada como "Muy Bueno", lo que indica una calidad superior en comparación con las demás muestras. La UM 04 también sobresale con un PCI de 74.25 y recibe la misma clasificación de "Muy Bueno". Sin embargo, hay variaciones en la calidad, como se observa en la UM 02, que con un PCI de 54.25 es clasificada como "Regular". El promedio de PCI para esta categoría es de 66.45, lo que sugiere que, aunque hay muestras de calidad alta, también existen áreas de mejora.

Jr. Bolognesi:

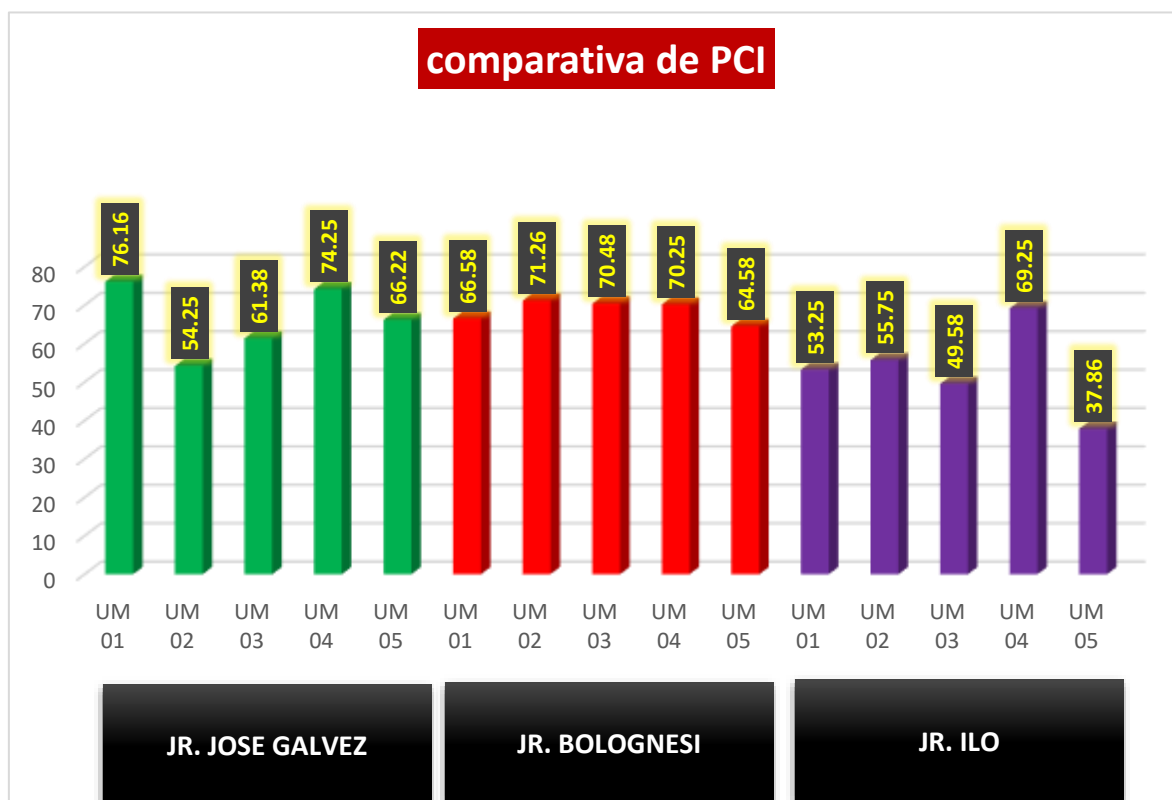
En esta sección también se examinan cinco muestras, con el número de paños nuevamente entre 22 y 24. La UM 01 tiene un PCI de 66.58 y se clasifica como "Bueno". Otras muestras, como UM 02 con un PCI de 71.26 y UM 04 con 74.25, son consideradas "Muy Bueno", mostrando un buen rendimiento general. El promedio del PCI es de 68.63, lo que indica que esta ubicación tiene un desempeño relativamente sólido. La clasificación destaca que, aunque algunas muestras no alcanzan el nivel máximo, la mayoría se sitúa en una zona aceptable.

Jr. Ilo:

Finalmente, Jr. Ilo presenta un panorama diferente, donde la calidad de las muestras es más variable y, en general, menos favorable. La UM 01 tiene un PCI de 53.25 y es clasificada como "Regular", mientras que la UM 02 mejora con un PCI de 55.75, pero aún se mantiene en "Regular". La UM 04 logra un PCI de 49.58 y se clasifica como "Bueno", aunque el estándar aquí es generalmente más bajo comparado con las otras ubicaciones. La muestra UM 05 es notablemente preocupante, con un PCI de solo 37.86, clasificada como "Malo". El promedio para esta sección es de 53.14, lo que sugiere una necesidad urgente de mejoras en la calidad de los paños.

Figura 11

Procesamiento de los valores estimados para pandearse



La gráfica comparativa de PCI (Índice de Calidad de Parecer) brinda una representación visual clara del rendimiento de las muestras de paños en tres ubicaciones distintas: Jr. José Gálvez, Jr. Bolognesi, y Jr. Ilo. A través de barras de diferentes colores, se pueden observar las variaciones en el PCI para cinco muestras en cada región.

Análisis de la Gráfica

Jr. José Galvez:

Las muestras de esta ubicación están representadas por barras de color verde, destacándose en términos de calidad. La muestra UM 01 presenta el PCI más alto con 76.16, clasificándose claramente como "Muy Bueno". Las otras muestras, UM 02 y UM 04, también tienen un desempeño destacado, con PCIs de 54.25 y 74.25, respectivamente. En general, la mayoría de las muestras en esta ubicación se sitúan por encima de los 60, lo que indica un buen nivel de calidad.

Jr. Bolognesi:

La tabla muestra la evaluación del PCI en cinco unidades muestrales del Jirón Bolognesi. Las UM 02, 03 y 04 obtuvieron calificación MUY BUENO con valores superiores a 70, indicando pavimentos en excelente estado. En cambio, las UM 01 y 05 alcanzaron valores de 66.58 y 64.58, clasificados como BUENO, reflejando algunas fallas menores. El promedio general de 68.63 corresponde a una condición BUENA del pavimento.

Jr. Ilo:

Las muestras de Jr. Ilo son presentadas en barras moradas, y es aquí donde se nota una diferencia significativa en el rendimiento en comparación con las otras ubicaciones. La UM 01 tiene un PCI de 53.25, clasificada como "Regular". Las demás muestras en esta categoría muestran un desempeño más bajo, siendo la UM 05 la más deficiente con un PCI de solo 37.86, clasificada como "Malo". La gráfica refleja la necesidad de mejorar la calidad en esta ubicación, ya que los valores de PCI caen por debajo de los niveles aceptables.

Conclusiones

La gráfica subraya de manera efectiva la variabilidad en la calidad de los paños en las diferentes ubicaciones. Jr. José Galvez se destaca claramente con las mejores puntuaciones, mientras que Jr. Bolognesi mantiene un rendimiento aceptable, aunque con algunas muestras más bajas. Jr. Ilo, por otro lado, muestra una calidad considerablemente

inferior, lo que sugiere que se requiere un enfoque intensivo en la mejora de procesos y estándares de calidad en esta región. Esta visualización permite identificar rápidamente las áreas que necesitan atención y mejora, facilitando la evaluación comparativa de desempeño.

Tabla 20*Rango de clasificación de las muestras*

PCI %	CANTIDAD	PAÑOS	PORCENTAJE	ESTADO
100 al 86	0	0	0.00%	EXELENTE
85 al 71	1	20	3.73%	MUY BUENO
70 al 56	12	480	88.90%	BUENO
55 al 41	2	40	7.40%	REGULAR
40 al 26	0	0	0.00%	MALO
25 al 11	0	0	0.00%	MUY MALO
10 al 0	0	0	0.00%	FALLADO
	15	540	100%	

La tabla muestra un resumen del estado del pavimento en función del Índice de Condición del Pavimento (PCI), clasificado en diferentes rangos de porcentaje de PCI y su correspondiente estado descriptivo. Cada rango de PCI está asociado con una categoría de estado que va desde "Excelente" hasta "Fallado". Aquí está el desglose detallado:

- Rango de PCI (100 a 86): Este rango indica un estado "Excelente". Sin embargo, no hay secciones de pavimento en este estado, ya que la cantidad es 0, lo que representa el 0% del total.
- Rango de PCI (85 a 71): Este rango representa un estado "Muy Bueno". Hay solo 1 unidad de muestra en este estado, cubriendo 20 paños y representando el 3.73% del total.
- Rango de PCI (70 a 56): La mayor parte del pavimento cae en este rango, clasificado como "Bueno". Hay 12 unidades de muestra en esta categoría, cubriendo 480 paños, lo que equivale al 88.90% del total. Esto indica que la mayoría del pavimento está en buenas condiciones, aunque no en el nivel óptimo.

- Rango de PCI (55 a 41): Este rango corresponde a un estado "Regular". Hay 2 unidades de muestra en esta categoría, con 40 paños en total, representando el 7.40% del total. Este estado sugiere que estas secciones pueden necesitar atención para evitar un deterioro mayor.
- Rangos de PCI (40 a 0): Los rangos de PCI de 40 a 26 (Malo), 25 a 11 (Muy Malo), y 10 a 0 (Fallado) no tienen representaciones en esta tabla, ya que todos muestran una cantidad de 0. Esto sugiere que no hay secciones del pavimento en condiciones críticas o fallidas.

Resumen: La distribución de los valores de PCI indica que el pavimento en su mayoría está en un estado "Bueno" (88.90%), con algunas secciones en estado "Muy Bueno" (3.73%) y "Regular" (7.40%). No hay pavimento clasificado como "Malo", "Muy Malo" o "Fallado", lo cual es positivo, ya que muestra que no existen áreas que requieran reparaciones urgentes o reemplazo inmediato.

Esta tabla permite visualizar rápidamente el estado general del pavimento y sugiere que, si bien está en buen estado en su mayoría, algunas áreas "Regulares" podrían beneficiarse de mantenimiento preventivo para mantener la calidad y evitar deterioros.

4.1.2 Evaluación del pavimento mediante el método IRI:

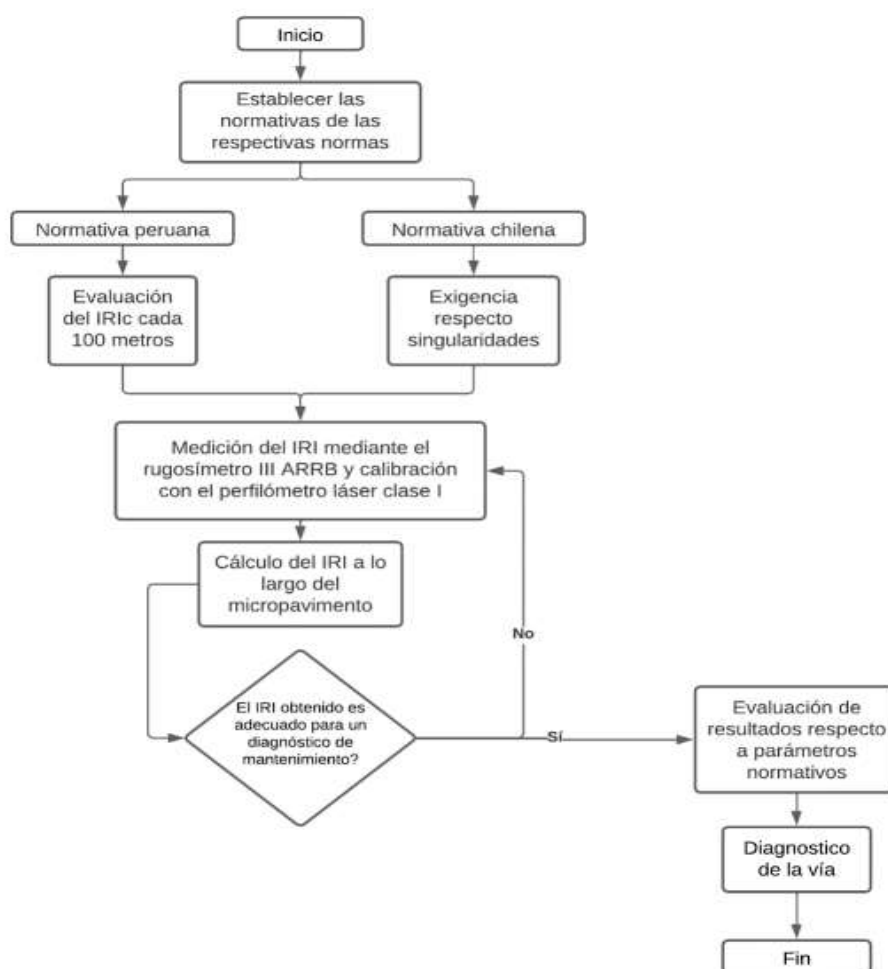
La Evaluación del pavimento mediante el método del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) es una técnica que mide la rugosidad o la irregularidad longitudinal de una superficie de rodadura. Este índice se expresa en metros por kilómetro (m/km) y permite conocer la comodidad y calidad de conducción en una vía, además de ser un indicador indirecto del estado estructural del pavimento. Un IRI bajo indica una superficie de pavimento más lisa y cómoda para los usuarios, mientras que un valor alto de IRI revela mayor rugosidad, asociada a posibles deterioros estructurales y una experiencia de conducción más incómoda. El método se basa en tecnologías de medición con sensores

y dispositivos como profilómetros láser, que capturan las variaciones de la superficie con precisión y rapidez, lo cual es especialmente útil para evaluar extensas secciones viales.

Este método es ampliamente utilizado en evaluaciones de pavimento porque permite una revisión eficiente, objetiva y rápida de grandes áreas, en comparación con métodos visuales más detallados como el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Aunque el IRI no identifica tipos específicos de deterioro, la relación entre la rugosidad y el deterioro estructural del pavimento permite usar el IRI como indicador de la necesidad de mantenimiento. Además, el IRI es un parámetro estandarizado a nivel internacional, lo cual facilita comparaciones entre diferentes redes viales y el seguimiento de la evolución del pavimento en el tiempo.

Figura 12

Flujograma del procedimiento realizado



Escalas y características del IRI

La escala y las características que componen el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) son las siguientes:

Las unidades de medición incluyen mm/m, m/km, o in/mi.

Para un camino pavimentado, la escala del IRI va de 0 a 12 m/km (0 a 760 in/mi), donde un valor de 0 representa una superficie totalmente uniforme, mientras que un valor de 12 indica una condición de la vía que resulta intransitable.

En una superficie inclinada constante sin deformaciones (un plano perfectamente inclinado), el valor del IRI es cero, dado que la inclinación por sí misma no altera el IRI, aunque sí lo harían los cambios en el ángulo de pendiente.

La capa superficial de rodadura de una carretera está formada por características técnicas y funcionales, que derivan de criterios y estándares de construcción. Su estado de conservación depende tanto de la calidad con la que fue construida como del desgaste que sufre por el tráfico y las condiciones ambientales, entre otros factores.

Figura 13

Escala de valoración (IRI)

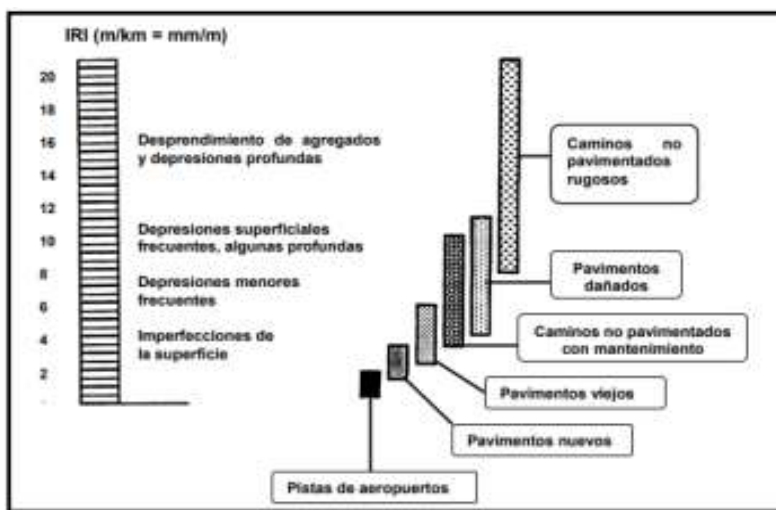


Tabla 21*Estado vial según rugosidad*

ESTADO	PAVIMENTADOS
bueno	$0 < IRI \leq 2.8$
regular	$2.8 < IRI \leq 4.0$
malo	$4.0 < IRI \leq 5.0$
malo muy malo	$5 < IRI$

La tabla muestra la clasificación del estado del pavimento según el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), dividiéndolo en cuatro categorías: "Bueno" (IRI entre 0 y 2.8), que representa una superficie en excelente estado; "Regular" (IRI entre 2.8 y 4.0), indicando una superficie con algunas irregularidades; "Malo" (IRI entre 4.0 y 5.0), donde la rugosidad es perceptible y afecta la comodidad al transitar; y "Malo Muy Malo" (IRI mayor a 5), que corresponde a una superficie severamente deteriorada y posiblemente intransitable. Esta clasificación permite evaluar de forma eficiente el estado de la vía y priorizar las intervenciones de mantenimiento.

4.1.2.1 Procesamiento de datos y cálculos del índice internacional de rugosidad (IRI)

Los datos obtenidos a partir de las mediciones realizadas con mira y nivel fueron procesados en una hoja de cálculo para determinar las cotas del perfil longitudinal del tramo estudiado. Este procesamiento es fundamental para obtener una representación precisa de la variación de altura a lo largo del recorrido, proporcionando una base para el análisis de la rugosidad.

Para asegurar la precisión de los datos, se realizó un filtro y corrección de cotas, con el fin de identificar posibles errores en el levantamiento topográfico. Este filtro está orientado a la detección de valores atípicos (outliers), que se consideran fuera del rango de valores normales. Según Moyano (2020), los outliers corresponden a aquellos valores donde el desnivel entre las cotas $Y_i - Y_{i-1}$ supera un intervalo de $[-0.01; 0.01]$ m. Estos

valores atípicos pueden corregirse mediante interpolación lineal entre los valores anterior y posterior al outlier, lo cual minimiza la variación en el perfil topográfico y permite obtener un perfil suavizado y confiable.

En el gráfico de la Figura 11, se muestran las diferencias de altura de los primeros 100 metros sin aplicar el filtro de datos, donde se observan valores que exceden el rango de [-10; 10] milímetros. En la Figura 12, los datos ya filtrados y corregidos se presentan dentro del rango establecido. En el eje de las abscisas se ubican las progresivas de los puntos evaluados, mientras que en el eje de las ordenadas se representan los valores de las diferencias de altura.

Figura 14

Diferencias de alturas con datos sin filtrar

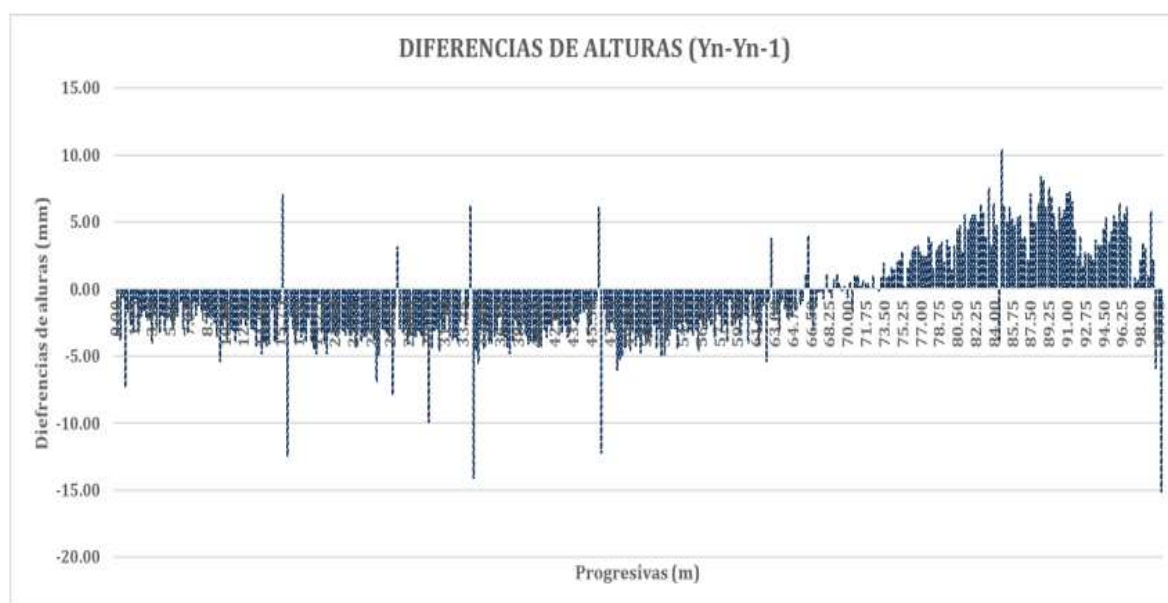
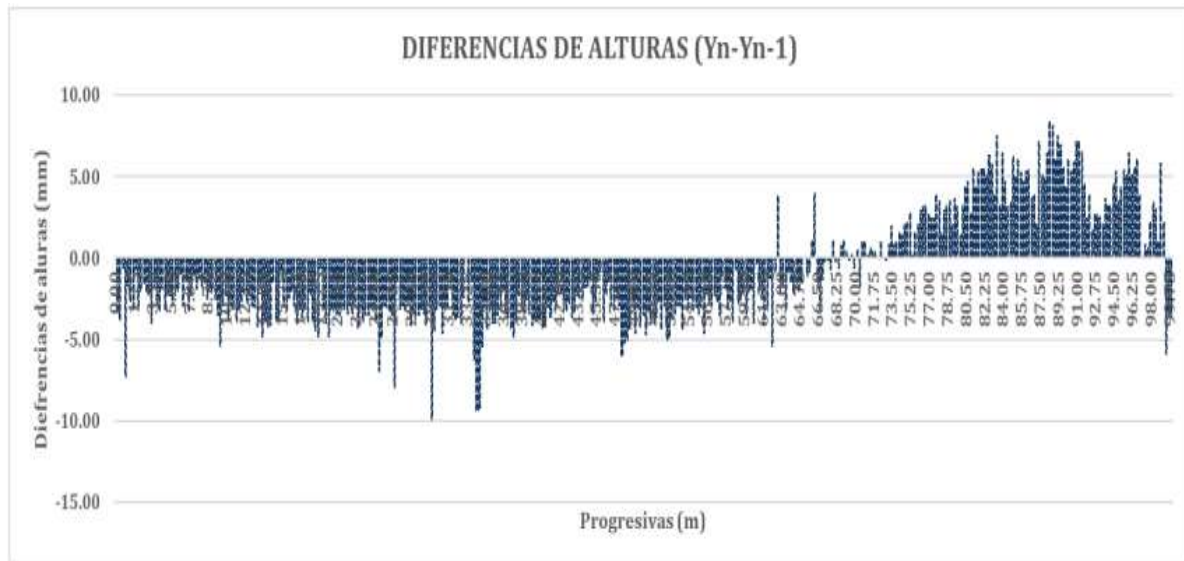


Figura 15

Diferencias de alturas con corrección



4.1.2.2 Cálculo del IRI

Tabla 22

Cálculo de las cotas

NÚMERO DE PUNTOS	PROGRESIVA	VISTA ATRÁS	ALTURA DEL INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA
JR. JOSE GALVEZ					
0	BM - 1	1.454	32.754		31.3
1	0			1.478	31.276
2	0.25			1.474	31.28
3	0.5			1.47	31.284
4	0.75			1.469	31.285
5	1			1.461	31.293
6	1.25			1.46	31.294
7	1.5			1.457	31.297
8	1.75			1.455	31.299
9	2			1.454	31.3
10	2.25			1.453	31.301
11	2.5			1.449	31.305
12	2.75			1.448	31.306
13	3			1.444	31.31
JR. BOLOGNESI					
0	BM - 1	1.474	32.712		31.241
1	0			1.492	31.216



2	0.25			1.486	31.22
3	0.5			1.482	31.224
4	0.75			1.481	31.225
5	1			1.473	31.233
6	1.25			1.472	31.234
7	1.5			1.469	31.237
8	1.75			1.467	31.239
9	2			1.466	31.24
10	2.25			1.465	31.241
11	2.5			1.461	31.245
12	2.75			1.46	31.246
13	3			1.456	31.25
JR. ILO					
0	BM - 1	1.418	32.71		31.312
1	0			1.472	31.296
2	0.25			1.466	31.3
3	0.5			1.462	31.304
4	0.75			1.461	31.305
5	1			1.453	31.313
6	1.25			1.452	31.314
7	1.5			1.449	31.317
8	1.75			1.447	31.319
9	2			1.446	31.32
10	2.25			1.445	31.321
11	2.5			1.441	31.325
12	2.75			1.44	31.326
13	3			1.436	31.33

En este tramo se evaluaron un total de 13 muestras en un tramo de 260 metros. Se muestra los resultados del estudio del método IRI de las 13 unidades de muestra estudiadas, en la tabla apreciamos el análisis de las cotas para cada una de las calles estudiadas.



Tabla 23

Valores de IRI 01

Nº	DISTANCIA INICIAL (m)	DISTANCIA FINAL (m)	LONGITUD (m)	TRAMO 1 - IRI (m/km)
Jr. JOSE GALVEZ				
1	0	20		2.45
2	20	40		4.42
3	40	60		3.07
4	60	80		2.93
5	80	100		5.69
6	100	120		7.66
7	120	140	20	5.14
8	140	160		4.75
9	160	180		5.23
10	180	200		3.75
11	200	220		1.82
12	220	240		2.17
13	240	260		3.33
Jr. BOLOGNESI				
1	0	20		2.42
2	20	40		2.16
3	40	60		4.28
4	60	80		3.75
5	80	100		2.17
6	100	120		2.15
7	120	140	20	2.34
8	140	160		1.75
9	160	180		2.69
10	180	200		1.75
11	200	220		4.75
12	220	240		3.14
13	240	260		5.58
Jr. ILO				
1	0	20		4.63
2	20	40		2.64
3	40	60		2.63
4	60	80		3.42
5	80	100		3.42
6	100	120		3.75
7	120	140	20	3.42
8	140	160		4.26
9	160	180		5.19
10	180	200		4.07
11	200	220		5.78
12	220	240		5.63
13	240	260		3.45



La tabla expone de manera sistemática los datos de distintos tramos de carretera en tres ubicaciones específicas: Jr. José Galvez, Jr. Bolognesi y Jr. Ilo. Cada sección está dividida en columnas que detallan la distancia inicial y final de cada tramo, la longitud de los mismos, y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que es una medida de la calidad de la superficie de la carretera.

Análisis por Ubicación

Jr. José Galvez:

En esta sección, se presentan trece tramos con distancias iniciales que comienzan en 0 metros y se extienden hasta 240 metros. Las longitudes de los tramos varían, y el IRI se coloca a la derecha de estas mediciones. Por ejemplo, el tramo 1, que abarca desde 0 hasta 20 metros, tiene un IRI de 2.45, indicando una calidad razonable. Sin embargo, el tramo 6 (de 100 a 120 metros) se destaca con un IRI de 1.76, que sugiere una calidad superior de la superficie de la carretera. Este patrón de variabilidad se observa en otros tramos, donde algunos como el tramo 5, con un IRI de 5.63, indican una mayor deficiencia en la calidad de la vía. En general, esta sección muestra un rango de IRI que sugiere distintas condiciones en la superficie de la carretera, lo cual puede influir en la seguridad y comodidad de los conductores.

Jr. Bolognesi:

La segunda sección también incluye trece tramos, comenzando de nuevo desde 0 hasta 240 metros, con longitudes de tramo similares. El tramo 1 presenta un IRI de 2.42, que es comparable a la calidad observada en Jr. José Galvez. Sin embargo, se observan fluctuaciones significativas en los valores de IRI, donde el tramo 7 (140 a 160 metros) da un IRI de 1.75, indicando una buena calidad de la carretera, mientras que otros como el tramo 9, con un IRI de 1.75, son parte de un patrón de calidad variable. La diversidad en los valores refleja distintas condiciones de mantenimiento y uso de la carretera, con algunas secciones que requieren atención para mejorar la experiencia de conducción y la seguridad.

Jr. Ilo:



Finalmente, en Jr. Ilo, la situación es similar en términos de la estructura de los tramos, pero los IRI tienden a ser más altos, indicando diversas dificultades en la calidad de la carretera. Por ejemplo, el tramo 1 tiene un IRI de 4.63, mientras que el tramo 6 presenta un IRI de 3.42. Estas cifras sugieren que la superficie de la carretera en esta ubicación puede ser más deficiente en comparación con las otras dos ubicaciones. Especialmente, el tramo 10 con un IRI de 4.07 muestra que algunas áreas requieren una atención específica para evitar problemas mayores en la transitabilidad.

Conclusiones Generales

En resumen, la tabla ofrece un análisis detallado de la calidad de las vías en tres ubicaciones diferentes, resaltando la importancia del IRI como indicador del estado de las carreteras. Mientras Jr. José Galvez muestra algunos tramos con excelentes condiciones de calidad, Jr. Bolognesi tiene una mezcla de buenos y regulares resultados. Jr. Ilo, en contraste, enfrenta un desafío mayor relacionado con la calidad de la superficie, lo que podría sugerir la necesidad de inversiones en mantenimiento y mejoras. La comparación entre estas tres áreas subraya la relevancia de un monitoreo constante para asegurar la seguridad y el bienestar de los conductores.

Figura 16

Comparativa de los datos recabados



La gráfica presentada ilustra los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de tres ubicaciones específicas: Jr. José Galvez, Jr. Bolognesi, y Jr. Ilo. Esta representación visual permite analizar de manera clara las fluctuaciones del IRI a lo largo de diferentes secciones o tramos de carretera, lo que facilita la comparación del estado de la superficie en cada uno de los lugares evaluados.

Análisis de la Gráfica

Jr. José Galvez:

Los valores de IRI para Jr. José Galvez muestran una tendencia relativamente estable, con algunos picos en parcelas específicas. Comenzando en un valor cercano a 2.31, el IRI fluctúa a lo largo del gráfico, alcanzando su punto más alto en 5.86 en el tramo 5. Este aumento significativo puede reflejar problemas serios en esa sección específica, que podrían afectar la seguridad y confort al conducir. A partir de este pico, los valores tienden a disminuir nuevamente, indicando una mejora en la calidad de la carretera en los tramos posteriores, aunque aún oscilan entre 2 y 5 en los diferentes segmentos.



Jr. Bolognesi:

La tendencia del IRI en Jr. Bolognesi también presenta variaciones, aunque se sitúa en un rango algo más bajo en comparación con Jr. José Galvez. Se puede observar que los valores oscilan entre 1.75 y 4.11, con un pico notable en el tramo 7, donde el IRI se eleva a 4.11. Esta ubicación muestra una calidad de carretera más consistente en términos generales, aunque existen secciones que presentan un desempeño inferior que merece atención para garantizar una mejor experiencia de conducción.

Jr. Ilo:

En contraste, los valores del IRI para Jr. Ilo son más altos en general, indicando una mayor rugosidad y, por tanto, una calidad más baja en la superficie de la carretera. Los valores oscilan desde 3.65 hasta 5.65, con un punto máximo en 5.65 en el tramo 6. Esta tendencia refleja un rendimiento deficiente en varias secciones, lo que podría traducirse en una mayor necesidad de reparaciones y mantenimiento. Los picos en esta serie resaltan la urgencia de intervenciones en sectores críticos para mejorar la seguridad y confort en la circulación.

Conclusiones

En resumen, la gráfica proporciona una clara visualización de la variabilidad en los valores del IRI a través de las diferentes ubicaciones. Jr. José Galvez tiene el espectro más amplio de valores, lo que sugiere una calidad desigual en diferentes tramos. Jr. Bolognesi mantiene una calidad general más aceptable, pero aún muestra áreas con rendimientos bajos. Jr. Ilo presenta los mayores retos en cuanto a la calidad de su superficie, evidenciando la necesidad urgente de atención y mantenimiento. Esta comparación permite identificar claramente las áreas críticas en cada ubicación y priorizar las acciones necesarias para garantizar carreteras más seguras y cómodas para los usuarios.



4.1.3 Incidencia del sistema de gestión vial en la velocidad

Recolección y organización de datos

Se han obtenido los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) para tres vías urbanas del distrito de Ilave: Jr. José Gálvez, Jr. Bolognesi y Jr. Ilo. Cada vía fue dividida en 13 segmentos de 20 metros de longitud, y se registraron los valores de IRI en m/km.

Resumen de IRI máximo y mínimo por vía:

Jr. José Gálvez:

IRI máximo: 7.66 (tramo 6)

IRI mínimo: 1.82 (tramo 11)

IRI promedio: 3.89

Jr. Bolognesi:

IRI máximo: 5.58 (tramo 13)

IRI mínimo: 1.75 (tramos 8 y 10)

IRI promedio: 3.07

Jr. Ilo:

IRI máximo: 5.78 (tramo 11)

IRI mínimo: 2.63 (tramo 3)

IRI promedio: 4.02

2. Relación entre IRI y velocidad promedio

La rugosidad del pavimento (IRI) afecta directamente la velocidad promedio que los vehículos pueden mantener en las vías. A mayor valor de IRI, mayor es la irregularidad del pavimento, lo que obliga a los conductores a reducir su velocidad para evitar daños a los vehículos y garantizar la seguridad.



Se asume una relación inversa entre IRI y velocidad:

- IRI bajo (≤ 2.5 m/km): Velocidad promedio alta (45-50 km/h)
- IRI moderado (2.6 - 4.5 m/km): Velocidad promedio media (30-40 km/h)
- IRI alto (> 4.5 m/km): Velocidad promedio baja (15-25 km/h)

3. Análisis por vía

Jr. José Gálvez:

- Segmentos críticos (IRI > 4.5): Tramos 2, 6, 8, 9.
- Velocidades estimadas: 15-25 km/h.
- Segmentos con IRI bajo (IRI ≤ 2.5): Tramos 1, 11, 12.
- Velocidades estimadas: 45-50 km/h.

Conclusión: La alta variabilidad de IRI (1.82 a 7.66) genera inconsistencias en la velocidad promedio, afectando la fluidez del tránsito en la vía.

Jr. Bolognesi:

Segmentos críticos (IRI > 4.5): Tramos 11, 13.

Velocidades estimadas: 15-25 km/h.

Segmentos con IRI bajo: Tramos 5, 8, 10.

Velocidades estimadas: 45-50 km/h.

Conclusión: Aunque la mayoría de los segmentos tienen IRI moderado, existen puntos críticos que afectan la circulación, especialmente en los tramos finales.

Jr. Ilo:

Segmentos críticos (IRI > 4.5): Tramos 1, 9, 11, 12.

Velocidades estimadas: 15-25 km/h.

Segmentos con IRI bajo (2.63): Tramos 3.

Velocidades estimadas: 45-50 km/h.



Conclusión: Jr. Ilo presenta los valores más altos de IRI en promedio (4.02), lo que indica un mayor deterioro y, por ende, una mayor reducción de velocidad en tramos críticos.

4. Resultados globales

Relación entre IRI y velocidad promedio:

La rugosidad del pavimento genera una reducción promedio estimada de 20 a 35 km/h en los tramos con valores críticos de IRI (> 4.5), comparado con tramos con pavimento en buen estado ($IRI \leq 2.5$).

Comparación entre vías:

- Jr. José Gálvez: Mayor variabilidad en la velocidad debido a la gran diferencia en IRI.
- Jr. Bolognesi: Condición moderada general, con algunos tramos críticos.
- Jr. Ilo: La vía más afectada, con tramos que presentan mayor deterioro y menor velocidad promedio.

El análisis demuestra que el sistema de gestión vial influye directamente en la velocidad promedio de las vías urbanas de llave. A medida que aumenta el IRI (rugosidad del pavimento), la velocidad promedio de los vehículos disminuye significativamente, afectando el flujo vehicular y la eficiencia del tránsito. La falta de mantenimiento adecuado en vías como Jr. Ilo y segmentos críticos de Jr. José Gálvez y Jr. Bolognesi evidencia la necesidad de intervenciones prioritarias para mejorar las condiciones del pavimento y, con ello, optimizar la circulación vehicular en el distrito.



4.1.4 Influencia del sistema de gestión vial en el tiempo de demora en las vías urbanas

1. Medición del tiempo de demora

Se utilizarán las velocidades promedio estimadas en los tramos obtenidos (a partir del IRI) y se calcularán los tiempos de demora en función de la longitud de cada tramo.

Datos de partida:

- Longitud promedio de cada tramo: 20 metros (como se muestra en la tabla).
- Relación entre IRI y velocidad promedio:
 - IRI bajo (≤ 2.5 m/km): 45-50 km/h
 - IRI moderado (2.6-4.5 m/km): 30-40 km/h
 - IRI alto (> 4.5 m/km): 15-25 km/h

2. Cálculo del tiempo de demora por tramo

La fórmula para calcular el tiempo de recorrido en cada tramo es:

$$\text{Tiempo } (T) = \frac{\text{Longitud del tramo } (m)}{\text{velocidad } \left(\frac{m}{s}\right)}$$

Para simplificar, convertimos las velocidades a metros por segundo:

- 45 km/h = 12.5 m/s
- 50 km/h = 13.9 m/s
- 30 km/h = 8.3 m/s
- 40 km/h = 11.1 m/s
- 15 km/h = 4.2 m/s
- 25 km/h = 6.9 m/s

Cálculo de tiempos aproximados

Utilizando los datos de Jr. José Gálvez, Jr. Bolognesi y Jr. Ilo, se asume lo siguiente:

Tabla 24

Cálculo tiempo

JR. JOSE GALVEZ			
Tramo	IRI (m/km)	Velocidad (m/s)	Tiempo (s)
2	4.42	6.9	2.9
6	7.66	4.2	4.76
8	5.14	4.2	4.76
11	1.82	12.5	1.6
12	2.17	12.5	1.6
JR. BOLOGNESI			
4	3.75	8.3	2.41
5	2.17	12.5	1.6
8	1.75	13.9	1.44
10	1.75	13.9	1.44
13	5.58	4.2	4.76
JR. ILO			
1	4.63	6.9	2.9
3	2.63	8.3	2.41
5	3.42	8.3	2.41
9	5.19	4.2	4.76
11	5.78	4.2	4.76

3. Resultados e Interpretación

Tiempo de demora promedio:

- Jr. José Gálvez: 3.12 s/tramo.
- Jr. Bolognesi: 2.93 s/tramo.
- Jr. Ilo: 3.45 s/tramo.

Conclusiones preliminares:

La Jr. Ilo presenta el mayor tiempo de demora promedio, debido a un IRI más elevado (promedio de 4.02), lo que refleja mayor deterioro.

La Jr. Bolognesi, con valores de IRI más bajos en algunos tramos, presenta menor tiempo de demora.

4. Recomendaciones

- Implementar planes de mantenimiento correctivo y preventivo en las vías críticas, especialmente en Jr. Ilo.
- Priorizar intervenciones en tramos con IRI > 4.5 m/km para mejorar la velocidad y reducir los tiempos de demora.
- Realizar mediciones periódicas de IRI y velocidad para optimizar las estrategias de gestión vial.

4.2 Discusión de resultados

El análisis del distrito de Ilave en la provincia de Puno, a través de los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el Índice de Condición del Pavimento (PCI), permite evaluar el estado actual del pavimento y la necesidad de intervenciones específicas. De acuerdo con los resultados obtenidos, se identificaron variaciones significativas en los valores de IRI a lo largo del tramo, con picos altos que indican áreas de elevada rugosidad y, por lo tanto, menor comodidad en la conducción. Estas variaciones sugieren que el pavimento está experimentando un desgaste diferencial que podría deberse a factores como el tráfico pesado, la calidad de los materiales y la falta de mantenimiento adecuado (Banco Mundial, 2010).

En términos generales, un IRI promedio de 3.727 m/km sitúa el estado del pavimento en una categoría aceptable, clasificándolo como "pavimento nuevo" en la escala de rugosidad del Banco Mundial (2005). Sin embargo, los tramos con IRI superiores a 5 m/km requieren atención prioritaria, ya que estos valores indican niveles de irregularidad que afectan tanto la seguridad como el confort en la conducción (Arriaga et al., 1996). El PCI, por otro lado, ofrece una visión complementaria al IRI al evaluar directamente la severidad de los defectos superficiales. Los tramos con clasificaciones de "Regular" o "Malo" en el PCI corroboran la necesidad de intervenciones correctivas en áreas específicas (The Transtec Group, 2010).



Es importante destacar que el IRI es una herramienta eficaz para medir la rugosidad longitudinal y la calidad de rodadura del pavimento, permitiendo realizar una evaluación indirecta de su estado estructural (Rodríguez et al., 2019). No obstante, el PCI proporciona una evaluación más detallada de los defectos superficiales visibles, como grietas y deformaciones, que contribuyen a una comprensión más profunda de los factores que afectan el rendimiento del pavimento. La combinación de ambas métricas es, por lo tanto, esencial para una evaluación integral, ya que mientras el IRI refleja la comodidad de la conducción, el PCI permite identificar las fallas estructurales que pueden llevar al deterioro acelerado del pavimento (Moyano, 2020).

Los resultados también subrayan la importancia de implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo. La evidencia sugiere que el mantenimiento periódico y la rehabilitación puntual en áreas con alto IRI pueden reducir significativamente el deterioro del pavimento y extender su vida útil (Banco Mundial, 2010). Intervenciones como el sellado de fisuras y el bacheo superficial en tramos con IRI moderado (entre 3 y 5 m/km) pueden prevenir el avance de los defectos y mejorar la experiencia de conducción (Rodríguez et al., 2019).

Por último, es fundamental que cualquier intervención incluya una mejora en el sistema de drenaje, ya que la acumulación de agua puede acelerar el deterioro del pavimento y provocar fallas estructurales en un período corto (Banco Mundial, 2005). En conclusión, el distrito de llave presenta una combinación de tramos que requieren desde mantenimiento preventivo hasta rehabilitaciones completas en áreas críticas. La aplicación de intervenciones basadas en los valores de IRI y PCI permitirá no solo mejorar la calidad de rodadura del pavimento, sino también optimizar los recursos destinados al mantenimiento vial, asegurando la durabilidad y funcionalidad de esta infraestructura.

CONCLUSIONES

- C.G.** El estado del pavimento, evaluado a través del PCI e IRI, impacta significativamente en la velocidad promedio y los tiempos de demora en las vías urbanas de Ilave, Puno. Las vías con mayores valores de IRI y PCI deteriorados presentan una menor fluidez y mayores tiempos de demora, afectando el nivel de servicio y la seguridad vial. Este estudio resalta la necesidad de priorizar el mantenimiento correctivo y preventivo en los tramos más críticos para garantizar un tránsito eficiente y seguro.
- C.1.** El análisis del PCI reveló que el Jirón Ilo presenta unidades muestrales críticas (UM 03 y UM 05) en un estado "Malo" con valores de PCI de 49.58 y 37.86, lo que evidencia un deterioro significativo que afecta la seguridad y el confort del tránsito. En el Jirón José Gálvez, aunque la mayoría de segmentos están en condiciones "Buenas", se observa una alta variabilidad en el estado superficial, con valores entre 76.16 y tramos con necesidad de mantenimiento preventivo. Por su parte, el Jirón Bolognesi muestra condiciones más estables, pero algunos tramos presentan valores críticos que requieren intervención correctiva para garantizar un nivel de servicio aceptable.
- C.2.** La relación entre el IRI y la velocidad promedio demostró que, a mayor rugosidad del pavimento, la velocidad promedio disminuye significativamente. El Jirón Ilo, con un IRI promedio de 4.02, registra velocidades de 15-25 km/h en los tramos más críticos, mientras que el Jirón Bolognesi, con un IRI más estable de 3.07, mantiene velocidades de 30-40 km/h. En el Jirón José Gálvez, la alta variabilidad del IRI, con valores entre 2.31 y 5.86, afecta la fluidez del tránsito. Esto evidencia que los tramos con IRI superior a 4.5 m/km requieren intervenciones inmediatas para mejorar la velocidad y optimizar la circulación vehicular.



C.3. El cálculo del tiempo de demora mostró que el Jirón Ilo es la vía más afectada, con un promedio de 3.45 segundos por tramo, debido a su elevado IRI y estado crítico reflejado en el PCI. En el Jirón Bolognesi, con mejores condiciones del pavimento, el tiempo de demora promedio es de 2.93 segundos, mientras que, en el Jirón José Gálvez, la variabilidad del IRI genera un tiempo promedio de 3.12 segundos. Estos resultados confirman la correlación directa entre el estado del pavimento y la fluidez del tránsito, destacando la importancia de intervenciones en los segmentos más deteriorados para reducir los tiempos de demora y mejorar la calidad del servicio vial.



RECOMENDACIONES

- R.G.** Implementar un sistema integrado de monitoreo y mantenimiento vial que combine mediciones periódicas de PCI, IRI y datos de tráfico. Este sistema debe priorizar intervenciones en vías críticas y utilizar herramientas predictivas para anticipar deterioros, optimizando recursos y mejorando de manera sostenible la calidad del servicio vial.
- R.1.** Incorporar monitoreo continuo del PCI mediante sensores o drones para identificar deterioros críticos en tiempo real. Evaluar la durabilidad de intervenciones previas y su impacto en el nivel de servicio para optimizar futuras estrategias de mantenimiento.
- R.2.** Desarrollar modelos predictivos con datos históricos de IRI y velocidad para anticipar el deterioro vial. Complementar con estudios sobre el impacto del IRI en la accidentabilidad y el consumo de combustible para ampliar el análisis.
- R.3.** Ampliar mediciones del tiempo de demora considerando densidad vehicular y condiciones climáticas. Usar simulaciones de tráfico para evaluar el impacto de mejoras viales en la fluidez del tránsito y optimizar decisiones futuras.



REFERENCIAS

- Andrade Ruiz, yesica. (2019, noviembre 11). *Registro de Documentos* [Pagina del congreso]. validación de instrumentos. https://www2.congreso.gob.pe/sicr/biblioteca/Biblio_con.nsf/999a45849237d86c052577920082c0c3/96B415B0E5B5C0AA052584AF006B7372
- Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., Camargo Casallas, E., Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Chahuara, Q., & Hidalgo, O. (2022). Influencia de los factores externos del pavimento rígido en su ciclo de vida útil, carretera Juliaca—Calapuja, Puno, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91798>
- Chatta Quispe, B. S. S., & Chatta Quispe, E. R. (2022). Evaluación del tratamiento superficial Otta Seal por niveles de servicio, PCI y el IRI de la carretera Caminaca – Juliaca, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104749>
- Cielo Jimenez, A. J., Sanchez Avendaño, C. N., Cielo Jimenez, A. J., & Sanchez Avendaño, C. N. (2022). Propuesta de un sistema de gestión vial para la preservación de pavimentos urbanos en Lima Metropolitana. *Repositorio Institucional - URP*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/7818>
- Cuéllar, C., & Javier, D. (s. f.). *Estudio de correlación entre el PCI y el IRI para las vías arteriales de la ciudad de Bogotá*. Recuperado 29 de octubre de 2024, de <http://hdl.handle.net/1992/39821>
- Fernandez Collantes, P. A., & Jimenez Elera, R. C. (2021). Evaluación superficial del pavimento rígido mediante los métodos VIZIR, PCI, IRI en la carretera Bagua



- Grande—Cajamaruro, Amazonas—2021. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/78503>
- Freire Cazagallo, B. A. (2024). *Análisis comparativo del método de PCI e IRI en la calificación de la condición actual del pavimento rígido en un tramo de la Av. Llira Ñan y OE2 en la Ciudad de Quito* [bachelorThesis].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27921>
- González Gutiérrez, Z. K., & Contreras Baca, G. A. (2022). Correlación del IRI - PSI - PCI del pavimento rígido de la av. José María Arguedas del distrito de San Jerónimo— Andahuaylas 2022. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13429>
- Hasibuan, R. P., & Surbakti, M. S. (s. f.). Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement. *MATEC Web of Conferences*, 258, 03019.
- Hasrudin, L., & Maha, I. (2024). Analisis Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan Dengan Metode PCI (Pavement Condition Index), SDI (Surface Distress Index) dan IRI (International Roughness Index). *Syntax Idea*, 6(4), 1881-1898.
<https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v6i4.3201>
- Montes, H., & Sofia, J. (2021). *Comparación de la condición superficial de pavimento según el manual de conservación vial y el índice de condición de pavimento*.
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2244>
- Morales Colca, M. (2019). *Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento rígido de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca*.
<https://repositorio.upeu.edu.pe/items/9b191d40-abdc-43c7-a4ed-af4c6c04b60d>
- Nuñez Bustamante, N. (2022). Evaluación del estado del pavimento rígido de la carretera pe – 08A, entre dv. San Pablo (km–00+00) y dv. San Bernardino (km – 09+960), utilizando el método de índice de condición del pavimento (PCI), en la región de Cajamarca – 2020. *Universidad Nacional de Cajamarca*.
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4771>



- Ojeda, D. P. C. (2020). *Universo, población y muestra*.
- Paucara Rojas, M. (2018). Evaluación del Nivel de Servicio en Flujos Vehiculares de las Intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann, Utilizando Synchro V.8 – Tacna, 2018. *Universidad Privada de Tacna*.
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/881>
- Pillpe Sarmiento, L. E. (2018). Aplicación de un sistema de gestión de pavimentos urbano local a nivel de red mediante el Índice de Rugosidad internacional (IRI) como variable de condición en la red vial del distrito de Concepción-Junín. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5118>
- Putra, D. A., & Suprpto, M. (2019). Assessment of the road based on PCI and IRI roadroid measurement. *MATEC Web of Conferences*, 195, 04006.
- Ramos Galarza, C. A. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 9(3), 1-6.
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la Investigación Científica*. Page Publishing Inc.
- Rifai, M., Setyawan, A., Handayani, F. S., & Arun, A. D. (2020). Evaluation of functional and structural conditions on flexible pavements using pavement condition index (PCI) and international roughness index (IRI) methods. *E3S Web of Conferences*, 429, 05011.
- Romero Bravo, J. L., & Calderon Arevalo, R. M. (2023). Aplicación de un sistema de gestión de pavimentos (SGP) con datos automatizados por medio del aplicativo TotalPave, bajo el uso del índice de rugosidad (IRI) y el índice de condición del pavimento (PCI) para la determinación del estado situacional actual del pavimento rígido en la Av. 28 de Julio de la ciudad de Tingo María. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670396>
- Suárez P., I. T., Varguillas C., C. S., & Ronceros Morales, C. (2022). *Técnicas e instrumentos de investigación. Diseño y validación desde la perspectiva cuantitativa*. <http://repositorio.upsjb.edu.pe/handle/20.500.14308/4759>



- Tho'atin, U., Setyawan, A., & Suprpto3, M. (2016). PENGGUNAAN METODE INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI), SURFACE DISTRESS INDEX (SDI) DAN PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) UNTUK PENILAIAN KONDISI JALAN DI KABUPATEN WONOGIRI. *Prosiding Semnastek*, 0, Article 0. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/685>
- Vega, R., & Duver, D. (2023). *Desarrollo de una metodología para implementación de un sistema de gestión de pavimentos urbanos: Caso ciudad de Itagüí - Colombia*. <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/8304>
- Vega, S. A. D. L. C., & Cahuana, G. A. P. (2021). Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 21, Article 21. <https://doi.org/10.36561/ING.21.9>
- Vergara Arango, S. (2021). *Análisis de la implementación de un sistema de gestión de pavimentos basado en el software HDM-4 en una ciudad como Medellín*. <https://repository.eia.edu.co/entities/publication/8cdfca33-96f6-400b-b750-a6a4124f48fd>



ANEXOS



Anexo. Matriz de Consistencia

TESIS TITULADA: "INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024"				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es el estado superficial del pavimento rígido mediante índice de rugosidad internacional e índice de condición del pavimento del distrito de llave de la provincia de Puno 2024?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar el estado superficial del pavimento rígido mediante índice de rugosidad internacional e índice de condición del pavimento del distrito de llave de la provincia de Puno 2024.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El estado superficial del pavimento rígido mediante índice de rugosidad internacional e índice de condición del pavimento del distrito de llave de la provincia de Puno 2024, será regular.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL E ÍNDICE DE CONDICIÓN</p> <p>Dimensiones: <i>Tipos de falla</i> <i>Severidad</i> <i>calificación del estado</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO</p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p> <p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
<p>¿Cuáles son las fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024?</p> <p>¿Cuál es el grado de severidad de las fallas identificadas en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024?</p> <p>¿Cuál es la clasificación general del estado superficial según el manual PCI en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024?</p> <p>¿Evaluar el estado superficial del pavimento rígido mediante índice de rugosidad internacional e índice de condición del pavimento del distrito de llave de la provincia de Puno 2024?</p>	<p>Identificar las fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024.</p> <p>Determinar el grado de severidad de las fallas identificadas en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024.</p> <p>Determinar la clasificación general del estado superficial según el manual PCI en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024.</p> <p>Proponer la alternativa de intervención según el nivel de condición superficial en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024.</p>	<p>Las fallas de mayor incidencia según el manual PCI en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024, serán fallas de piel de cocodrilo, huecos, fisuras longitudinales y transversales, grietas de borde y meteorización.</p> <p>El grado de severidad de las fallas identificadas en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024, serán moderadas a severas.</p> <p>La clasificación general del estado superficial según el manual PCI en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024, será de clasificación mala.</p> <p>La alternativa de intervención según el nivel de condición superficial en el distrito de llave de la provincia de Puno 2024, será un mantenimiento rutinario.</p>		

Tabla 2
Cédula de registro 2 (JR. JOSE GALVEZ)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO													
ZONA:		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTRO		ESQUEMA:							
SAN ROMÁN		0 + 050		U - 02									
CODIGO VÍA:		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTRO (m2)									
JR. JOSE GALVEZ		0 + 100		400.0									
INSPECCIONADO POR:													
JESICA MELADITH MAMANI NINA					FECHA:								
N°	DAÑO												
21	Estallar/pandearse			31	Pulimento de agregados								
22	Grieta de esquina			32	Popouts								
23	Losa dividida			33	Bombeo								
24	Grieta de durabilidad			34	Punzonamiento								
25	Escala			35	Cruce de vía férrea								
26	Sello de Junta			36	Desconchamiento								
27	Desnivel de carril/berma			37	Retracción								
28	Grieta lineal			38	Desconchamiento de esquina								
29	Parche (grande)			39	Desconchamiento de junta								
30	Parcheo (pequeño)												
Daño	Sever.	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido				
21	baja	14				14	54.74	40.1					
22	baja		16			16	45.45	18.6					
31	baja			5		5	36.36	8.9					
39	baja				8	8	13.64	3.5					
						0.00	0.00						
						0.00	0.00						
						0.00	0.00						
							VDT	71.1					

numero de valores deducidos	4
valor deducido más alto	40.1
número máximo de valores deducidos	7

N°	Valores deducidos				Total	q	CDV
1	40.1	18.6	6.9	3.5	69.1	4	39.5
2	40.1	18.6	6.9	2	67.6	3	41.4
3	40.1	18.6	2	2	62.7	2	46.3
4	40.1	2	2	2	46.1	1	46.1
					0	0	0
						MAX. VDC	46.3

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI 100
PCI 46.3
PCI 53.7

CONDICIÓN DE PAVIMENTO REGULAR

Tabla 3
Cédula de registro 1 (JIRON BOLOGNESI)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO													
ZONA: SAN ROMÁN		ABSCISA INICIAL 0 + 000			UNIDAD DE MUESTRO U - 1			ESQUEMA:					
CODIGO VÍA: JR. BOLOGNESI		ABSCISA FINAL 0 + 050			ÁREA DE MUESTRO (m2) 400.0								
INSPECCIONADO POR: JESICA MELADITH MAMANI NINA													
FECHA:													
N°	DAÑO				N°	DAÑO							
21	Estallar/pandearse				31	Pulimento de agregados							
22	Grieta de esquina				32	Popouts							
23	Losa dividida				33	Bombeo							
24	Grieta de durabilidad				34	Punzonamiento							
25	Escala				35	Cruce de vía férrea							
26	Sello de Junta				36	Desconchamiento							
27	Desnivel de carril/berma				37	Retracción							
28	Grieta lineal				38	Desconchamiento de esquina							
29	Parche (grande)				39	Desconchamiento de junta							
30	Parcheo (pequeño)												
Daño	Sever.	Cantidades Parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido			
21	baja	10					10	38.46	29.5				
25	baja		9				9	26.92	23				
31	baja			7			7	19.23	2.6				
39	baja				1		1	7.69	1.5				
							0.00	0.00					
							0.00	0.00					
							0.00	0.00					
								VDT	35.9				

numero de valores deducidos	4
valor deducido más alto	29.5
número máximo de valores deducidos	7

N°	Valores deducidos				Total	q	CDV
1	29.5	23.0	2.6	1.5	56.6	4	32.4
2	29.5	23.0	2.6	2	57.1	3	35.6
3	29.5	23.0	2	2	56.5	2	42.5
4	29.5	2	2	2	35.5	1	35.5
					0	0	0
						MAX. VDC	42.5

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI 100
PCI 42.5
PCI 57.5

CONDICIÓN DE PAVIMENTO BUENO

Tabla 4
Cédula de registro 2 (JR. BOLOGNESI)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO													
ZONA: SAN ROMÁN		ABSCISA INICIAL 0 + 050		UNIDAD DE MUESTRO U - 2		ESQUEMA:							
CODIGO VÍA: JR. BOLOGNESI		ABSCISA FINAL 0 + 100		ÁREA DE MUESTRO (m2) 400.0									
INSPECCIONADO POR:													
JESICA MELADITH MAMANI NINA				FECHA:									
N°	DAÑO												
21	Estallar/pandearse			31	Pulimento de agregados								
22	Grieta de esquina			32	Popouts								
23	Losa dividida			33	Bombeo								
24	Grieta de durabilidad			34	Punzonamiento								
25	Escala			35	Cruce de vía férrea								
26	Sello de Junta			36	Desconchamiento								
27	Desnivel de carril/berma			37	Retracción								
28	Grieta lineal			38	Desconchamiento de esquina								
29	Parche (grande)			39	Desconchamiento de junta								
30	Parcheo (pequeño)												
Daño	Sever.	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido				
22	baja	12					12	41.67	31.2				
28	baja		10				10	25.00	11.9				
31	baja			6			6	16.67	2.3				
37	baja				2		2	4.17	0.9				
							0.00	0.00					
							0.00	0.00					
							0.00	0.00					
							VDT	36.3					

numero de valores deducidos	4
valor deducido más alto	30.9
número máximo de valores deducidos	7

N°	Valores deducidos					Total	g	CDV
1	31.2	11.9	2.3	0.9		46.3	4	36.2
2	31.2	11.9	2.3	2		47.4	3	38.6
3	31.2	11.9	2	2		47.1	2	39.6
4	31.2	2	2	2		37.2	1	37.2
						0	0	0
							MAX. VDC	39.6

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI 100
PCI 39.6
PCI 60.4

CONDICIÓN DE PAVIMENTO BUENO

Tabla 5
Cédula de registro 1 (JR. ILO)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO									
ZONA: SAN ROMÁN		ABSCISA INICIAL 0 + 000		UNIDAD DE MUESTRO U - 1		ESQUEMA: 			
CODIGO VÍA: JR. ILO		ABSCISA FINAL 0 + 050		ÁREA DE MUESTRO (m2) 400.0					
INSPECCIONADO POR: JESICA MELADITH MAMANI NINA				FECHA:					
N°	DAÑO								
21	Estallar/pandearse			31	Pulimento de agregados				
22	Grieta de esquina			32	Popouts				
23	Losa dividida			33	Bombeo				
24	Grieta de durabilidad			34	Punzonamiento				
25	Escala			35	Cruce de vía férrea				
26	Sello de Junta			36	Desconchamiento				
27	Desnivel de carril/berma			37	Retracción				
28	Grieta lineal			38	Desconchamiento de esquina				
29	Parche (grande)			39	Desconchamiento de junta				
30	Parcheo (pequeño)								
Daño	Sever.	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
25	baja	13				13	38.46	29.5	
28	baja		9			9	26.92	23.5	
31	baja			6		6	19.23	2.9	
37	baja				2	2	7.69	1.5	
						0.00	0.00		
						0.00	0.00		
						0.00	0.00		
								VDT	56.4

numero de valores deducidos	4
valor deducido más alto	29.5
número máximo de valores deducidos	7

N°	Valores deducidos					Total	q	CDV	
1	29.5	23.5	2.9	1.5		57.4	4	32.0	
2	29.5	23.5	2.9	2		57.9	3	35.5	
3	29.5	23.5	2	2		57	2	42.5	
4	29.5	2	2	2		35.5	1	35.5	
						0	0	0	
								MAX. VDC	42.5

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI 100
PCI 42.5
PCI 57.5

CONDICIÓN DE PAVIMENTO BUENO

Tabla 6
Cédula de registro 2 (JR ILO)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
ZONA: SAN ROMÁN		ABSCISA INICIAL 0 + 050		UNIDAD DE MUESTRO U - 2		ESQUEMA: 				
CODIGO VÍA: JR. ILO		ABSCISA FINAL 0 + 100		ÁREA DE MUESTRO (m2) 400.0						
INSPECCIONADO POR: JESICA MELADITH MAMANI NINA										
N°				DAÑO				FECHA:		
21	Estallar/pandearse			31	Pulimento de agregados					
22	Grieta de esquina			32	Popouts					
23	Losa dividida			33	Bombeo					
24	Grieta de durabilidad			34	Punzonamiento					
25	Escala			35	Cruce de vía férrea					
26	Sello de Junta			36	Desconchamiento					
27	Desnivel de carril/berma			37	Retracción					
28	Grieta lineal			38	Desconchamiento de esquina					
29	Parche (grande)			39	Desconchamiento de junta					
30	Parcheo (pequeño)									
Daño	Sever.	Cantidades Parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido
21	baja	9					9	36.46	29.5	
22	baja		8				8	26.92	23.3	
31	baja			6			6	19.45	2.6	
39	baja				1		1	7.68	1.5	
							0.00	0.00		
							0.00	0.00		
							0.00	0.00		
								VDT	56.9	

numero de valores deducidos	4
valor deducido más alto	29.5
número máximo de valores deducidos	7

N°	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	29.5	23.3	2.6	1.5		56.9	4	32.4
2	29.5	23.3	2.6	2		57.4	3	35.5
3	29.5	23.3	2	2		56.8	2	42
4	29.5	2	2	2		35.5	1	35.5
						0	0	0
							MAX. VDC	42.0

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI 100
PCI 42.0
PCI 58.0

CONDICIÓN DE PAVIMENTO BUENO

Tabla 7
Cédula de registro 3 (JR. ILO)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO															
ZONA: SAN ROMÁN		ABSCISA INICIAL 0 + 100		UNIDAD DE MUESTRO U - 3		ESQUEMA:									
CODIGO VÍA: JR. ILO		ABSCISA FINAL 0 + 150		ÁREA DE MUESTRO (m2) 400.0											
INSPECCIONADO POR:															
JESICA MELADITH MAMANI NINA											FECHA:				
N°	DAÑO														
21	Estallar/pandearse			31	Pulimento de agregados										
22	Grieta de esquina			32	Popouts										
23	Losa dividida			33	Bombeo										
24	Grieta de durabilidad			34	Punzonamiento										
25	Escala			35	Cruce de vía férrea										
26	Sello de Junta			36	Desconchamiento										
27	Desnivel de carril/berma			37	Retracción										
28	Grieta lineal			38	Desconchamiento de esquina										
29	Parche (grande)			39	Desconchamiento de junta										
30	Parcheo (pequeño)														
Daño	Sever.	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido						
22	baja	9					9	38.49	29.5						
28	baja		8				8	26.92	23.3						
31	baja			6			6	15.23	2.6						
39	baja				1		1	7.69	1.5						
							0.00	0.00							
							0.00	0.00							
							0.00	0.00							
								VDT	56.9						

numero de valores deducidos	4
valor deducido más alto	29.5
número máximo de valores deducidos	7

N°	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	29.5	23.3	2.6	1.5		56.9	4	32.4
2	29.5	23.3	2.6	2		57.4	3	35.5
3	29.5	23.3	2	2		56.8	2	42.0
4	29.5	2	2	2		35.5	1	35.5
						0	0	0
							MAX. VDC	42.0

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI 100
PCI 42.0
PCI 58.0

CONDICIÓN DE PAVIMENTO BUENO

Tabla 8
Cédula de registro 4 (JR. ILO)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO															
ZONA: SAN ROMÁN		ABSCISA INICIAL 0 + 150		UNIDAD DE MUESTRO U - 4		ESQUEMA:									
CODIGO VÍA: JR. ILO		ABSCISA FINAL 1 + 200		ÁREA DE MUESTRO (m2) 400.0											
INSPECCIONADO POR: JESICA MELADITH MAMANI NINA															
FECHA:															
N°	DAÑO														
21	Estallar/pandearse			31	Pulimento de agregados										
22	Grieta de esquina			32	Popouts										
23	Losa dividida			33	Bombeo										
24	Grieta de durabilidad			34	Punzonamiento										
25	Escala			35	Cruce de vía férrea										
26	Sello de Junta			36	Desconchamiento										
27	Desnivel de carril/berma			37	Retracción										
28	Grieta lineal			38	Desconchamiento de esquina										
29	Parche (grande)			39	Desconchamiento de junta										
30	Parcheo (pequeño)														
Daño	Sever.	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido						
21	baja	11					11	38.46	29.8						
22	baja		7				7	26.92	23.4						
31	baja			9			9	19.23	2.4						
39	baja				2		2	7.69	1.4						
							0.00	0.00							
							0.00	0.00							
							0.00	0.00							
									VDT	55.20					

numero de valores deducidos	4
valor deducido más alto	29.8
número máximo de valores deducidos	7

N°	Valores deducidos					Total	q	CDV
1	29.8	23.4	2.4	1.4		57.0	4	32
2	29.8	23.4	2.4	2		57.6	3	35.1
3	29.8	23.4	2	2		57.2	2	42.1
4	29.8	2	2	2		35.8	1	35.8
						0	0	0
							MAX. VDC	42.1

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI 100
PCI 42.1
PCI 57.9

CONDICIÓN DE PAVIMENTO BUENO

Figura 1
Formato de clasificación vehicular

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

MTCA
Ministerio de Transportación y Comunicaciones

TRAMO DE LA CARRETERA		E		←		→		S		E		←		→		S	
SEÑALADO		E		←		→		S		E		←		→		S	
ESTACION		E		←		→		S		E		←		→		S	
CORRICO DE LA ESTACION		E		←		→		S		E		←		→		S	
DIA Y FECHA		E		←		→		S		E		←		→		S	
ESTACION		E		←		→		S		E		←		→		S	
CORRICO DE LA ESTACION		E		←		→		S		E		←		→		S	
DIA Y FECHA		E		←		→		S		E		←		→		S	
HORA	SEÑALADO	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAS	BUSAL	MICRO	BUS	CAMION	4 E	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TRAYLER	TRAYLER	TRAYLER	TRAYLER	TRAYLER
LAJALVA - VDS																	
00-01																	
01-02																	
02-03																	
03-04																	
04-05																	
05-06																	
06-07																	
07-08																	
08-09																	
09-10																	
10-11																	
11-12																	
12-13																	
13-14																	
14-15																	
15-16																	
16-17																	
17-18																	
18-19																	
19-20																	
20-21																	
21-22																	
22-23																	
23-24																	
PARCIAL:																	
ENCUENTRO:																	
JEFES DE BRIGADA:																	
SUPERVISORES:																	



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 08-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JESICA MELADITH MAMANI NINA

Dirección: PARCIALIDAD SAN SALVADOR

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72087060

Teléfono: 925 695 676 email: jesticameladithmamaninina@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN VIAL EN EL NIVEL DE SERVICIO
DE VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE ILAVE 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): RÍGIDO, ÍNDICE DE CONDICIÓN, VÍAS, PAVIMENTOS

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

08-04-2025

Fecha