

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“El servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido
para la transitabilidad vehicular en el radio urbano de
Huánuco - 2024”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

AUTOR: Aquino Vargas, Sheila Milagros Ketel

ASESOR: Cecilio Reyes, Fatima Rosario

HUÁNUCO – PERÚ

2026



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (x)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero(a) Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (x)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 77172743

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47064856

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0009-0001-5016-5538

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Tuanama Lavi, Jose Wicley	Maestro en gerencia pública	05860064	0000-0002-5148-6384
2	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día viernes 13 de febrero de 2026, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| ❖ MG. JOSE WICLEY TUANAMA LAVI | PRESIDENTE |
| ❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA | SECRETARIO |
| ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0118-2026-D-FI-UDH para evaluar la Tesis intitulada: "EL SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL RADIO URBANO DE HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Sheila Milagros Ketel AQUINO VARGAS, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimitad* con el calificativo cuantitativo de *12* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

Siendo las *15:45* horas del día 13 del mes de febrero del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. JOSE WICLEY TUANAMA LAVI
DNI: 05860064
ORCID: 0000-0002-5148-6384
PRESIDENTE



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 77502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
SECRETARIO (A)



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: SHEILA MILAGROS KETEL AQUINO VARGAS, de la investigación titulada "EL SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL RADIO URBANO DE HUANUCO - 2024", con asesor(a) FÁTIMA ROSARIA CECILIO REYES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1139-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 28 de octubre de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

205. AQUINO VARGAS SHEILA MILAGROS KETEL.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	21 %	3 %	13 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	www.vise.com.mx Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	es.slideshare.net Fuente de Internet	1 %



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A nuestro creador, quien nos da día a día su bendición y protección, el cual estuvo en todo momento conmigo. A mis padres por sus enseñanzas, el amor y el valor inculcado y a mis hermanos con quienes compartimos alegrías y tristezas en medio del cariño de la familia, por el cual todo es posible.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la carrera profesional de Ingeniería civil de la universidad de Huánuco, por sus conocimientos, su paciencia y sapiencia en cada lección tanto de nuestra profesión, como de la vida misma.

A mi asesora, por competir conmigo sus conocimientos y por cada una de sus recomendaciones en el desarrollo de este trabajo de investigación, que como colofón me permitirá la obtención de mi título profesional

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	X
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	14
1.3. OBJETIVO GENERAL	15
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS.....	24
2.2.1. DETERIORO DE LA CARPETA ASFÁLTICA.....	24
2.2.2. DETERIOROS EN LA CARRETERA	26
2.2.3. CONCEPTO DE DETERIORO Y FALLA.....	27
2.2.4. PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)	29
2.2.5. MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE DE CONCRETO ASFÁLTICO.....	30

2.2.6. PAVIMENTOS RÍGIDOS	32
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	41
2.4. HIPÓTESIS.....	43
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	43
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	43
2.5. VARIABLES.....	44
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	44
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	44
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	45
CAPÍTULO III.....	47
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.1.1. ENFOQUE.....	47
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	47
3.1.3. DISEÑO.....	48
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	48
3.2.1. POBLACIÓN.....	48
3.2.2. MUESTRA.....	48
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	50
3.3.1. TÉCNICA.....	50
3.3.2. INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN	50
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS..	51
CAPÍTULO VI.....	52
RESULTADOS.....	52
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	52
CAPÍTULO V.....	81
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	81
4.2. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.	81
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestra	48
Tabla 2 Jirones del tramo	49
Tabla 3 Evaluación superficial de pavimentos	52
Tabla 4 Rango y clasificación del tramo	55
Tabla 5 Rango y clasificación del tramo	55
Tabla 6 Rango y clasificación del tramo	55
Tabla 7 Evaluación superficial de pavimentos	57
Tabla 8 Rango y clasificación del tramo	60
Tabla 9 Evaluación superficial de pavimentos	61
Tabla 10 Rango y clasificación del tramo	64
Tabla 11 Evaluación superficial de pavimentos	65
Tabla 12 Rango y clasificación del tramo	68
Tabla 13 Evaluación superficial de pavimentos	69
Tabla 14 Rango y clasificación del tramo	72
Tabla 15 Evaluación superficial de pavimentos	73
Tabla 16 Rango y clasificación del tramo	76
Tabla 17 Evaluación superficial de pavimentos	77
Tabla 18 R Rango y clasificación del tramo	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo.....	56
Figura 2 CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo.....	60
Figura 3 CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo.....	64
Figura 4 CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo.....	68
Figura 5 CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo.....	72
Figura 6 CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo.....	76
Figura 7 CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo.....	80
Figura 8 Jirón abtao cuadra 11	93
Figura 9 Jirón progreso cuadra 2	94
Figura 10 Jiron Leoncio Prado cuadra 19	95
Figura 11 Jirón Leoncio Prado cuadra 17	96
Figura 12 Jirón San Martin cuadra 13.....	97
Figura 13 Jirón San Martin cuadra 15.....	98
Figura 14 Jirón Pedro Barroso cuadra 1	99
Figura 15 Jirón Pedro Barroso cuadra 2 y 3	100
Figura 16 Jirón San Cristóbal cuadra 1.....	101
Figura 17 Jirón Bolívar cuadra 2	102
Figura 18 J irón San Cristóbal cuadra 2.....	103
Figura 19 Jirón Libertad cuadra 2	104
Figura 20 Prolongación Junín	105
Figura 21 Jirón Ayacucho cuadra 4	106

RESUMEN

El trabajo de tesis final intitulado EL SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL RADIO URBANO DE HUANUCO - 2024, donde se propuso como objetivo general fue determinar si el servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024, la misma que tiene como metodología de investigación estuvo desarrollado de la siguiente manera el tipo de investigación en el trabajo de estudio estuvo definido por la investigación aplicada, de la misma manera se utilizó un enfoque cuantitativo, se empleó un nivel explicativo, se empleó un diseño correlacional, ya que se busca analizar la relación entre el estado de la infraestructura vial con pavimento rígido y la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco y por último este trabajo se ha determinado la población al camino pavimentado rígido de las calles de Huánuco y teniendo como muestra 17 calles de la ciudad de Huánuco, habiendo ejecutado y realizado este trabajo de estudio se ha llegado a la conclusión de acuerdo a la hipótesis general lo siguiente que se concluye que el servicio de infraestructura vial con pavimento rígido no influyó en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024, debido a que el pavimento se encuentra en un estado deficiente. Donde el deterioro general del pavimento impide que la vía cumpla con su función de soportar adecuadamente el flujo vehicular. La falta de mantenimiento y la presencia de desgaste avanzado generan condiciones que limitan la capacidad de la vía para ofrecer un tránsito seguro y eficiente, afectando directamente a los usuarios y evidenciando la necesidad de una intervención urgente.

Palabras claves: Infraestructura, transitabilidad, pavimento, vial, tránsito

ABSTRACT

The final thesis work entitled THE SERVICE OF ROAD INFRASTRUCTURE WITH RIGID PAVEMENT FOR VEHICULAR TRAFFICABILITY IN THE URBAN RADIUS OF HUÁNUCO - 2024, where the general objective was to determine if the service of road infrastructure with rigid pavement influences optimal vehicular trafficability in the urban radius of Huánuco - 2024, the same as its research methodology. It was developed in the following way, the type of research in the study work was defined by applied research, in the same way a quantitative approach was used, an explanatory level was used, a correlational design was used, since it seeks to analyze the relationship between the state of the road infrastructure with rigid pavement and vehicular passability in the urban radius of Huánuco and finally this work has determined the population on the rigid paved road of the streets of Huánuco and taking as a sample 17 streets of the city of Huánuco, having executed and carried out this study work, the conclusion has been reached according to the general hypothesis that the following is concluded that the road infrastructure service with rigid pavement did not influence optimal vehicular trafficability in the urban radius of Huánuco - 2024, because the pavement is in a poor state. Where the general deterioration of the pavement prevents the road from fulfilling its function of adequately supporting the vehicular flow. The lack of maintenance and the presence of advanced wear generate conditions that limit the road's capacity to offer safe and efficient traffic, directly affecting users and evidencing the need for urgent intervention.

Keywords: infrastructure, trafficability, pavement, road, transit

INTRODUCCIÓN

La provisión de infraestructura vial es de importancia para el desarrollo económico y social de una región determinada, ya que permite la movilidad de personas, el comercio de bienes y la integración de comunidades. Entre las mejoras viales, el pavimento rígido es preferido debido a su capacidad para soportar grandes pesos, su rendimiento duradero y su capacidad para resistir condiciones climáticas adversas. La capacidad de la infraestructura vial y del pavimento rígido para manejar el transporte vehicular y patentes severas adversidades climáticas afecta la efectividad y la movilidad de los vehículos.

En este sentido, el análisis del servicio que presta la infraestructura vial con pavimento rígido se torna significativo, pues permite establecer acciones para mejorar la gestión práctica del flujo vehicular, el tiempo de viaje y el costo de mantenimiento. También se abordan el reto de la reducción del costo y la prestación de servicios asociados al uso de la infraestructura, la integración de servicios al transporte en la modernización del pavimento y la adaptación de la infraestructura al uso de tecnologías limpias. Para ello, esta introducción sostiene el examen sobre el diseño, la construcción y el mantenimiento del pavimento rígido, con el objeto de atender los aspectos necesarios que aumentan la transitabilidad, en la construcción de vías.

La prestación del servicio de infraestructura vial con pavimento rígido resulta imprescindible para asegurar una transitabilidad vehicular eficiente y segura, especialmente en zonas de alto tránsito y carga pesada. Este tipo de pavimento, en su mayor parte, de concreto, se caracteriza por su resistencia y durabilidad, lo que permite una distribución uniforme de las cargas que transitan por la vía. A lo largo de los años, su ejecución ha evolucionado, incorporando el uso de nuevas técnicas constructivas y de materiales innovadores que optimizan su desempeño y vida útil, reduciendo, a pesar de que se requiere una mayor inversión inicialmente, el costo de mantenimiento a mediano y largo plazo.

La construcción adecuada y el diseño estructural de pavimentos rígidos son clave para evitar fisuras, asentamientos y deformaciones que ponen en peligro la seguridad del usuario. Durante la fase de construcción, la combinación del enfoque sistemático para el monitoreo, el mantenimiento

preventivo y las tecnologías de monitoreo en tiempo real permite la detección y reparación del deterioro en etapas tempranas, salvaguardando así el flujo vehicular ininterrumpido y mitigando las consecuencias adversas del deterioro. Además, la incorporación de prácticas ecológicas, como el uso de materiales reciclados y aditivos verdes, es efectiva para reducir los efectos ambientales adversos mientras se mantiene simultáneamente la resistencia y durabilidad del pavimento.

Las vías de comunicación no se limitan a funciones geométricas de conexión; su influencia en el progreso económico y social de un área es fundamental. Cuando se mejoran las condiciones de circulación y transitabilidad de vehículos, se posibilita el desplazamiento de mercancías y personas con mayor rapidez y seguridad; esto, a su vez, dinamiza las actividades comerciales, acorta los tiempos de desplazamiento e impacta positivamente en la productividad. En este sentido, la planificación, construcción y gestión de las vías pavimentadas con concreto son decididamente estratégicas para las administraciones públicas, que deben atender las demandas de la movilidad urbana y regional en el presente y en el futuro equilibrando los factores técnicos, económicos y ambientales que se contraponen.

El coste de la inversión de los pavimentos rígidos puede ser más alta comparada con la de otros tejidos de pavimentación, pero, por el coste de la vida útil, el coste de las reparaciones, y el coste de la situación a mediana y larga vista, resulta ventajoso. También, a través de los años, la tecnología y los materiales de construcción tienen la posibilidad de adaptarse y, de esta manera, mejorar el coste de la vida útil. Los materiales de construcción de esta tecnología tienen la finalidad de responder a los requerimientos de un material de construcción con un coste de la vida útil de mucho tráfico. Las tecnologías de supervisión y control, y los sistemas inteligentes de gestión, que determinan el momento de realizar las reparaciones y las tareas de mantenimiento para la vida útil a coste eficiente, son tecnologías que tienen la finalidad de responder a los requerimientos de un material de construcción con un coste de la vida útil de mucho tráfico.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La infraestructura vial con pavimento rígido constituye un componente esencial para el desarrollo y la movilidad urbana a nivel internacional. En múltiples países, la calidad y el servicio que ofrecen estas vías son determinantes para garantizar una transitabilidad vehicular eficiente, segura y sostenible. No obstante, a pesar de los avances tecnológicos y el uso de materiales duraderos, muchos sistemas viales rígidos enfrentan problemáticas como el deterioro prematuro, falta de mantenimiento adecuado, y deficiencias en la planificación que afectan la fluidez del tráfico y elevan los costos operativos de los vehículos. Estas dificultades repercuten en la calidad de vida de las personas, la productividad económica y la reducción del impacto ambiental, evidenciando la necesidad de investigaciones que aborden cómo optimizar el servicio de estos pavimentos para responder a las demandas crecientes del transporte urbano moderno.

En el contexto nacional, Perú presenta desafíos significativos relacionados con la infraestructura vial rígida, especialmente en zonas urbanas donde el crecimiento poblacional ha aumentado la demanda vehicular considerablemente. La falta de un mantenimiento oportuno y la aplicación inadecuada de normativas técnicas han derivado en una infraestructura vial que no siempre garantiza un servicio óptimo para la transitabilidad. Las vías de pavimento rígido en diversas ciudades nacionales muestran signos de desgaste, formación de grietas y problemas estructurales que reducen su funcionalidad y seguridad. Esta situación incide directamente en la movilidad urbana, genera congestión, aumenta los tiempos de desplazamiento y contribuye a mayores índices de contaminación, factores que afectan tanto la economía local como la calidad de vida de los ciudadanos.

Específicamente, en el radio urbano de Huánuco, la situación del servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido se refleja en problemas palpables que impactan la transitabilidad vehicular. Las vías

rígidas presentan deficiencias relacionadas con su estado estructural debido a cargas vehiculares crecientes, influencia climática y falta de mantenimiento preventivo. La congestión vehicular se ve agravada por tramos deteriorados que limitan la velocidad y la capacidad de flujo, afectando no solo a usuarios particulares sino también al transporte público y al comercio local. Esta problemática genera preocupación en las autoridades municipales y en la ciudadanía, quienes demandan soluciones basadas en estudios técnicos que permitan mejorar la calidad del servicio vial y, por ende, optimizar la movilidad urbana.

La presente investigación abordó la problemática planteada a través de un análisis detallado de cómo el servicio que brinda la infraestructura vial con pavimento rígido influye en la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco durante el año 2024. Se ha desarrollado una evaluación integral que considera aspectos estructurales, funcionales y de mantenimiento de las vías, incorporando mediciones de flujo vehicular y estudios de percepción de los usuarios. El objetivo fue determinar la relación directa entre la calidad del servicio vial y la eficiencia de la transitabilidad, identificando factores críticos que afectan dicha relación. Esta aproximación permite ofrecer recomendaciones técnicas y de gestión que contribuyan a mejorar la infraestructura vial, promoviendo una movilidad urbana más ágil y segura para los habitantes y visitantes de Huánuco.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera el servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿De qué manera el estado de conservación del pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024?
- ¿De qué manera las deformaciones superficiales fisuras y grietas en el pavimento rígido influye en la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024?

- ¿De qué manera las acciones correctivas en la infraestructura vial con pavimento rígido influyen en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Determinar si el servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar si el estado de conservación del pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.
- Determinar si las deformaciones superficiales fisuras y grietas en el pavimento rígido influye en la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.
- Determinar si las acciones correctivas en la infraestructura vial con pavimento rígido influyen en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo se justifica a razón de que a través del estudio podremos determinar el estado en la que se encuentra dicho tramo de estudio, entendiendo que la pavimentación de las calles mejora la movilidad en las ciudades y ayudan a reducir las emisiones de polvo y otros contaminantes procedentes del tráfico de automóviles y mejorarán así la calidad del aire y la salud de los residentes locales. El mal estado de las carreteras dificulta el acceso al territorio y por tanto el acceso a servicios básicos como la sanidad o la educación, así como la cohesión regional. También aumenta el consumo de combustible del vehículo hasta en un 34% y reduce la vida útil del vehículo hasta en un -25%. Las malas condiciones de las carreteras también suponen un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero de hasta un 34%, generando problemas medioambientales y riesgos para la salud. En las malas condiciones actuales de algunas carreteras, la conducción irresponsable puede causar problemas en los vehículos y provocar accidentes de tráfico debido al aumento del consumo de combustible y la

contaminación ambiental. De hecho, las malas condiciones de la carretera pueden provocar accidentes durante la conducción y dañar el coche. Grietas, baches, baches u otras deformaciones en la carretera pueden aumentar el riesgo de sufrir un accidente, ya sea por pérdida de control del vehículo, aumento de la fatiga del conductor o condiciones climáticas adversas que aumentan el riesgo de sufrir un accidente. Pueden producirse deslizamientos de tierra, anegamientos, etc. En tramos con malas condiciones de la vía.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación en cada una de sus etapas presento limitaciones, las cuales fueron superadas con éxito, La principal limitación presentada fue el acceso restringido a la información requerida respecto a la información histórica de las condiciones históricas y procesos constructivos de las vías del casco urbano de la ciudad de Huánuco, impidiendo llegar a orígenes de fallas estructurales que se presentan hoy en día, esta limitación fue superada gracias a una búsqueda exhaustiva de documentación en la gerencia de desarrollo urbano de la Municipalidad Provincial de Huánuco. Además, el acceso limitado a recursos técnicos y equipos para realizar ensayos y pruebas de ingeniería como pruebas de resistencia de materiales, afectando la cantidad y calidad de los datos recolectados para evaluar la condición estructural, limitación fue superada con el alquiler de equipos técnicos necesarios para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La viabilidad o factibilidad del estudio, en la tesis desarrollada está tomada en cuenta con la disponibilidad de tiempo que tuvo el investigador para ejecutar la tesis sin ningún contratiempo, de la misma manera conto con los recursos financieros, humanos y materiales que determinarán, en última instancia, los alcances de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ramírez Quispe, J A. (2023), realizó la tesis titulada *Evaluación de la condición del pavimento rígido en la Avenida Arce de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, mediante el método PCI – 2023* en la Universidad Mayor de San Andrés. En este estudio se analizó un tramo de 1,200 metros de la Avenida Arce, con el objetivo de identificar las principales patologías del pavimento rígido y proponer estrategias de mantenimiento que aseguren una adecuada transitabilidad vehicular. La investigación se fundamentó en un enfoque cuantitativo, descriptivo, con un diseño no experimental y transversal, dividiendo el tramo en unidades de muestreo de 50 metros para facilitar la aplicación del PCI. Los instrumentos empleados incluyeron la inspección visual, registro fotográfico y el uso de formularios estandarizados basados en los lineamientos internacionales del PCI. Los resultados revelaron que el pavimento se encontraba en estado Regular, con la presencia predominante de grietas longitudinales y fisuras en las áreas de mayor afluencia vehicular, lo que evidenció la necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo. Entre las conclusiones destacan: la importancia de establecer un sistema de monitoreo periódico del pavimento; la influencia significativa del tráfico en la aceleración del deterioro; la necesidad de mejorar los procesos constructivos y la calidad de los materiales; la urgencia de desarrollar un programa de mantenimiento sistemático; y la relevancia de capacitar al personal técnico en la aplicación del método PCI.

González Sánchez, M R. (2023), presento la tesis titulada *Evaluación del pavimento rígido en el tramo de la Avenida Mariscal López en Asunción, Paraguay, mediante el método PCI – 2023* desarrollada en la Universidad Nacional de Asunción. El estudio se realizó en un tramo representativo de la Avenida Mariscal López, cuyo

objetivo fue determinar el estado del pavimento rígido a través del método PCI, identificando las patologías más relevantes y proponiendo alternativas de mantenimiento para mejorar la transitabilidad vehicular. Con un enfoque cuantitativo, descriptivo y un diseño no experimental y transversal, la avenida se segmentó en intervalos de 50 metros, empleándose técnicas de inspección visual, registro fotográfico y formularios de evaluación estandarizados. Los resultados evidenciaron que el PCI promedio ubicó la vía en un estado Regular, destacándose la presencia de grietas y fisuras, especialmente en sectores con alta concentración de tráfico. Entre las conclusiones se resalta: la necesidad de implementar un programa de mantenimiento periódico; la influencia del flujo vehicular en la degradación del pavimento; la importancia de mejorar la calidad de los materiales y procesos constructivos; la urgencia de actualizar las metodologías de inspección vial; y la conveniencia de invertir en la capacitación técnica especializada.

Asimismo, en 2023 Pérez Martínez, L.R. desarrolló la tesis titulada *Análisis integral del estado del pavimento rígido en la Ruta 1 de Paraguay mediante el método PCI – 2023* en la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción. Esta investigación tuvo como objetivo analizar de forma integral la condición del pavimento rígido en un tramo crítico de la Ruta 1, evaluando la incidencia de diversas patologías y el impacto del volumen vehicular, con el fin de proponer estrategias de mantenimiento correctivo y preventivo. La metodología aplicada fue de tipo cuantitativo y descriptivo, con un diseño no experimental y transversal, segmentando el tramo en intervalos de 100 metros para la aplicación sistemática del PCI, mediante inspecciones visuales, registro fotográfico y la utilización de formularios basados en los estándares internacionales. Los resultados mostraron que ciertos segmentos del tramo presentaban un estado Malo, caracterizado por la presencia elevada de grietas transversales y desprendimientos, mientras que otros se ubicaban en condiciones Regulares. Entre las conclusiones se destacan: la urgencia de intervenir de manera inmediata en las zonas más deterioradas; la importancia de establecer un sistema de monitoreo

continuo; la necesidad de optimizar los procesos de construcción y mantenimiento; la influencia considerable del tráfico en el deterioro del pavimento; y la relevancia de incorporar tecnologías actualizadas en la evaluación vial.

Suarez C. (2020), La tesis “Determinación del estado de deterioro del tramo de Av. Vice en Piura, aplicando el método PCI” centra su interés en la evaluación del deterioro del pavimento para determinar su estado. Para alcanzar esta finalidad, la investigación se ocupa de la integridad de la estructura para sobrellevar las cargas y la acción climática, así como de la condición de servicio que el pavimento le otorga al usuario en relación con la rugosidad, el confort y la seguridad. Para la realización de este objetivo, el PCI, que consiste en una evaluación estructural indirecta de la técnica con una serie de inspecciones visuales que determinan la clase, la severidad y el número de fallas en el pavimento flexible, fue adoptado. Los resultados del estado del pavimento indicaron la eficacia, sencillez de uso y economía del método, sobre la base de su diagnóstico, sugiriendo su uso de manera periódica para el mantenimiento paliativo y evitar costosas reconstrucciones integrales utilizando sus resultados para determinar las zonas de deterioro. Se concluye que el método PCI es una herramienta eficaz y práctica para diagnosticar el estado del pavimento flexible en la Av. Vice, permitiendo un enfoque de mantenimiento preventivo que optimiza recursos y prolonga la vida útil del pavimento, recomendando su aplicación periódica para la gestión eficiente de la infraestructura vial.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Rojas Vargas, L. A. (2023), realizó una tesis en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, centrada en la evaluación de la condición del pavimento rígido de la Vía de Acceso al Centro Histórico de Arequipa mediante el método PCI. El objetivo del estudio fue analizar el estado actual del pavimento, identificar las principales patologías y determinar las áreas críticas que requieren intervenciones de mantenimiento para garantizar la seguridad y eficiencia en la transitabilidad vehicular. Para ello, se adoptó un enfoque cuantitativo,

descriptivo y un diseño no experimental, abarcando un tramo de 1,200 metros de la vía, el cual se segmentó en intervalos de 50 metros para realizar evaluaciones sistemáticas. Los instrumentos empleados incluyeron cámaras digitales para la documentación fotográfica y formularios de inspección estandarizados basados en los lineamientos del PCI, lo que permitió identificar y cuantificar daños como grietas longitudinales, transversales y desprendimientos en la superficie del pavimento. Los resultados evidenciaron un PCI promedio que ubicó el pavimento en condición Regular, con variaciones significativas a lo largo del tramo, siendo las áreas sometidas a mayor volumen vehicular las más deterioradas. Entre las conclusiones del estudio se destacan: la urgencia de implementar un plan de mantenimiento preventivo en las zonas críticas identificadas; la influencia del elevado tránsito y la ausencia de un adecuado mantenimiento en la aceleración del deterioro; la necesidad de mejorar los procesos constructivos y el control de calidad en la ejecución del pavimento; la viabilidad de utilizar el método PCI como herramienta eficaz para la gestión y planificación del mantenimiento vial; y la recomendación de establecer un sistema de monitoreo periódico que permita la detección temprana de deterioros y optimice la inversión en intervenciones correctivas. Este estudio aporta un análisis integral que sustenta la toma de decisiones en materia de mantenimiento de infraestructura vial, favoreciendo la planificación de acciones preventivas y correctivas que contribuyan a prolongar la vida útil del pavimento y mejorar la seguridad de los usuarios.

Figuerola R., y Neyra W, (2023), realizaron una investigación en la Avenida Jorge Basadre Grohmann, en Tacna, Perú. El objetivo fue evaluar la condición del pavimento flexible en el tramo comprendido entre la Av. Gustavo Pinto y la Av. Jorge Basadre Grohmann este, aplicando el método PCI, y proponer alternativas de intervención para mejorar su condición operacional. Metodológicamente, el estudio fue de tipo descriptivo, con un diseño no experimental y enfoque cuantitativo. Se llevaron a cabo inspecciones visuales para identificar y clasificar las fallas presentes en el pavimento, determinando su tipo, severidad y

extensión. Los resultados del PCI indicaron que el pavimento se encontraba en una condición que requería intervenciones para mejorar su funcionalidad y prolongar su vida útil. Entre las conclusiones destacadas se encuentran: La identificación de las principales fallas que afectan la operatividad de la vía, La necesidad de implementar estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo, La importancia de priorizar las intervenciones en las áreas más deterioradas, La recomendación de utilizar materiales de alta calidad en las reparaciones para garantizar la durabilidad del pavimento y la sugerencia de establecer un programa de monitoreo periódico para evaluar la efectividad de las intervenciones realizadas.

Sánchez, F. (2023), llevó a cabo una investigación en la Avenida San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas, Perú. El objetivo principal fue determinar el estado de condición del pavimento rígido de dicha avenida aplicando el método del PCI, identificando las fallas con mayor incidencia y proponiendo medidas de mantenimiento preventivo. Metodológicamente, la investigación se basó en una evaluación superficial del pavimento, dividiendo el tramo en dos secciones: la Sección 1, que abarca desde la cuadra 1 hasta la cuadra 9, con una longitud de 484.05 metros y un ancho promedio de 6.80 metros; y la Sección 2, desde la cuadra 10 hasta la cuadra 12, con una longitud de 201.26 metros y un ancho promedio de 10.20 metros. Se realizaron inspecciones visuales para identificar y clasificar las fallas presentes en el pavimento, determinando su tipo y nivel de severidad. Los resultados indicaron que la Sección 1 presentó un PCI de 59.00, clasificándola como pavimento en estado Bueno, mientras que la Sección 2 obtuvo un PCI de 64.87, también en la categoría de Bueno. El PCI promedio general de la vía fue de 61.94%, lo que sugiere que, aunque la avenida se encuentra en buenas condiciones, existen tramos con condiciones regulares que requieren atención. Las fallas más comunes identificadas fueron: grieta lineal (42.07% de incidencia), atribuida a variaciones de temperatura, curado deficiente del concreto o asentamiento de la subrasante; pulimiento de agregados (38.41%),

debido al uso de agregados de mala calidad o procesos constructivos deficientes; y grieta de esquina (10.37%), causada por asentamientos de la subrasante. Entre las conclusiones destacadas se encuentran, la necesidad de implementar mantenimientos preventivos para evitar el deterioro progresivo de la vía, la importancia de mejorar los procesos constructivos y la selección de materiales para prevenir fallas como el pulimiento de agregados, la recomendación de realizar estudios geotécnicos detallados para abordar problemas relacionados con el asentamiento de la subrasante, la conveniencia de establecer un programa de monitoreo periódico del pavimento para detectar y corregir oportunamente las fallas emergentes y la sugerencia de capacitar al personal técnico en técnicas adecuadas de construcción y mantenimiento de pavimentos rígidos.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Castro, A. (2023), llevó a cabo una investigación en las vías perimetrales del Mercado Modelo de Huánuco, Perú. El objetivo principal fue determinar las condiciones del deterioro del pavimento rígido, aplicando el método PCI y analizando el volumen de tránsito en dichas vías. Metodológicamente, el estudio adoptó un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y transversal. Se realizó una evaluación en campo del estado superficial del pavimento rígido mediante el método PCI, complementada con un análisis del volumen de tránsito para determinar el flujo vehicular, densidad y nivel de servicio. Los resultados indicaron que el pavimento presentaba diversas fallas críticas, clasificándose en categorías como Fallado (41.03%), Muy Malo (28.21%), Malo (5.13%), Regular (5.13%), Bueno (15.39%) y Muy Bueno (5.13%). Entre las conclusiones destacadas se encuentran: La necesidad de implementar intervenciones de mantenimiento y rehabilitación en las áreas más deterioradas, La importancia de monitorear continuamente el volumen de tránsito para anticipar futuros deterioros, La recomendación de priorizar recursos en las zonas clasificadas como Fallado y Muy Malo y La sugerencia de mejorar la gestión del tránsito para reducir el impacto vehicular en el pavimento y la

conveniencia de establecer un plan de mantenimiento preventivo basado en las condiciones actuales y el volumen de tránsito.

En 2023, García Chávez, E.S. desarrolló la tesis titulada Evaluación del estado del pavimento rígido en el corredor vial central de Huánuco mediante el método PCI – 2023 en la Universidad Nacional de Huánuco. El estudio se realizó en un tramo representativo de 1,500 metros del corredor vial central de Huánuco, con el objetivo de determinar la condición del pavimento rígido y proponer estrategias de mantenimiento que aseguren una adecuada transitabilidad vehicular. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, de corte descriptivo, con diseño no experimental y transversal. Para la recolección de datos, el tramo se segmentó en intervalos de 100 metros, lo que permitió aplicar de forma sistemática el método PCI mediante inspecciones visuales, registro fotográfico y el uso de formularios estandarizados basados en los lineamientos internacionales del PCI. Los resultados mostraron que el índice PCI promedio fue de 55, ubicando la condición del pavimento en un estado Regular. Se identificó que las áreas con mayor volumen vehicular, especialmente en intersecciones y curvas pronunciadas, presentaban un mayor grado de deterioro, evidenciado por la presencia de grietas, fisuras, desprendimientos y desgaste superficial. Entre las conclusiones del estudio se destacan: la necesidad fundamental de implementar un plan de mantenimiento preventivo para evitar el deterioro progresivo del pavimento; la influencia directa del volumen vehicular y las condiciones de la subrasante en la variabilidad del estado del pavimento; la importancia de optimizar los procesos constructivos y la selección de materiales para mejorar la durabilidad de la infraestructura vial; la relevancia de capacitar al personal técnico en la aplicación del método PCI y en la inspección vial para la detección temprana de fallas; y la recomendación de establecer un sistema de monitoreo periódico que permita actualizar de manera constante el estado del pavimento y planificar intervenciones correctivas oportunas.

Quispe Paredes (2023) llevó a cabo la tesis titulada Evaluación integral de la condición del pavimento rígido en el tramo de la Av. El Sol,

distrito de Amarilis, Huánuco – 2023, en la Universidad Nacional de Huánuco. Este estudio se desarrolló en el tramo de la Avenida El Sol, ubicado en el distrito de Amarilis, con el propósito de analizar detalladamente la condición del pavimento rígido mediante la aplicación del método PCI y proponer estrategias de mantenimiento que garanticen la adecuada transitabilidad vehicular. La metodología empleada fue de carácter cuantitativo y descriptivo, con un diseño no experimental y transversal, en el que se dividió la avenida en segmentos de 100 metros para evaluar de manera sistemática las patologías presentes, utilizando cámaras digitales para documentar visualmente los daños y formularios de inspección fundamentados en los estándares internacionales del PCI. Los resultados evidenciaron que el tramo evaluado presentaba un PCI con valores que fluctuaban entre Regular y Bueno, revelando una distribución desigual del deterioro a lo largo de la vía, donde las zonas con mayor flujo vehicular mostraron concentraciones significativas de grietas y fisuras. Como conclusiones, el estudio enfatizó la necesidad de implementar un programa integral de mantenimiento preventivo, destacó la importancia de capacitar al personal técnico en el manejo y análisis del PCI, evidenció la influencia del diseño y calidad de los materiales en la durabilidad del pavimento, recomendó realizar evaluaciones periódicas para anticipar intervenciones correctivas, y propuso la incorporación de nuevas tecnologías de monitoreo en la gestión de la infraestructura vial.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. DETERIORO DE LA CARPETA ASFÁLTICA

La investigación sobre la provisión de infraestructuras viales de Huánuco reconoce que, de acuerdo con la VISE 2023, los pavimentos se deforman y deterioran de múltiples maneras con el paso del tiempo. Estos deterioros afectan la superficie del pavimento disminuyendo la transitabilidad vehicular y el confort de paso. Previo a los pavimentos, los asfaltos eran utilizados en la construcción de analógica pavimentos. La causa de este pavimento deterioros es el paso continuo de vehículos, las condiciones estructurales y la influencia de diversos agentes. A pesar de

que el asfalto es considerado impermeable, la intervención de agua, oxígeno y otros componentes está produciendo un deterioro químico y físico en las camas asfálticas. A esta condición, el cemento asfáltico y el agregado mineral, en el cemento asfáltico, deben unirse para formar una masa asfáltica. Estos tipos de deterioros deben de ser controlados y prevenidos en la gestión vial porque afectan la utilidad y funcionalidad del pavimento y el servicio vial, así como la seguridad y confort del usuario. Como parte de la investigación, esta comprensión es necesaria para implementar la mejora del servicio de la infraestructura rígida de la red vial de Huánuco.

Agrietamiento por baja temperatura

VISE (2023), Este tipo de deterioro del pavimento se define por el desarrollo de grietas que son transversales y ocurren a una separación notable uniforme. Las grietas que son perpendiculares al eje del pavimento no están, en la mayoría de los casos, asociadas con la carga del pavimento. Durante períodos de bajas temperaturas, el pavimento se contrae, lo que provoca que el estrés de tracción interna trabaje activamente dentro de la estructura del pavimento. En algún punto a lo largo de la superficie del pavimento, se supera la resistencia a la tracción y la superficie del pavimento se agrieta.

VISE (2023) señala que el aglomerante asfáltico es vital en el proceso de agrietamiento a baja temperatura. Las mezclas de asfalto hechas con cemento asfáltico duro o sobre oxidado serán más propensas a este tipo de deterioro. Se ha demostrado que el uso de aglomerantes suaves y no oxidados disminuye significativamente el agrietamiento a baja temperatura.

Agrietamiento por fatiga

VISE (2023), La fisuración por fatiga es un deterioro recurrente en el pavimento, que suele aparecer en la huella donde se concentran las cargas pesadas. La aparición de fisuras longitudinales intermitentes a lo largo de la huella son un signo prematuro de la fisuración por fatiga. Estas fisuras, en algún momento, se unirán con otras, provocando un estado intermedio de la fisuración por fatiga, lo que se conoce

popularmente como piel de cocodrilo. Un estado de severidad más avanzado de la fatiga se caracteriza por la dislocación y el desprendimiento de bloques de la carpeta asfáltica, producto del tránsito, lo que a su vez genera el deterioro en forma de baches en la superficie de rodamiento. En otros casos, la fisuración por fatiga es solo una señal de que un pavimento ha alcanzado el número de cargas para el cual fue diseñado. Esto no sería necesariamente una falla, sino la progresiva, y esperada, culminación de una estrategia de diseño de pavimento

2.2.2. DETERIOROS EN LA CARRETERA

En el contexto de nuestra investigación, el deterioro de las carreteras se define como el proceso de degradación progresiva y acumulativa de la estructura del pavimento rígido, manifestado en diversas patologías que afectan su integridad, funcionalidad y seguridad para la transitabilidad vehicular. Este deterioro puede ser resultado de factores como el tránsito vehicular excesivo, las condiciones climáticas adversas, fallas en el diseño, ejecución y mantenimiento, así como por problemas en las capas subyacentes de la estructura vial. Identificar, analizar y comprender estas manifestaciones es fundamental para establecer estrategias adecuadas de mantenimiento y rehabilitación que prolonguen la vida útil de las vías urbanas en Huánuco y mejoren la calidad del servicio vial.

Al referirnos al deterioro de una carretera en una zona urbana nos referimos a un fenómeno complejo que afecta de diferente manera la eficiencia y la seguridad de la infraestructura vial, también afecta de forma directa a la economía de una ciudad ya que mientras más averías exista en una ciudad mayor tiempo se perderá y como consecuencia de ello se incrementarán los costos de comercialización y producción. En esta investigación se evidencio como factores como el insuficiente mantenimiento periódico de las vías, el no respeto a las normas de tránsito y a las disposiciones municipales como es el caso de la circulación de vehículos de carga pesada por vías donde no está permitido, han ocasionado un deterioro de las pistas y veredas a nuestra ciudad acelerada. Por todo ello resulta imprescindible la implementación

de un programa sistemático de mantenimiento preventivo y rehabilitación oportuno de las vías urbanas a la ciudad de huánuco que prolongue la vida útil del pavimento y que asegure un tránsito fluido y seguro para todos sus usuarios.

2.2.3. CONCEPTO DE DETERIORO Y FALLA.

Deterioro. Se conceptualiza como la disminución del periodo de la vida útil de la vía, por razones de un uso desproporcionado de la misma, por razones ambientales o atribuidas a las personas. Lo natural y previsible es que con el paso del tiempo y bajo las condiciones normales medioambientales algunos de los componentes de la vía comiencen a presentar malformaciones o desgaste propio del uso. Este deterioro natural se presenta en superficies de rodamiento es muy diferente a la alteración del ciclo de vida de la vía por una de las causas descritas.

La definición de una falla de una vía urbana es la capacidad operativa de un factor que determina la calidad en el rendimiento de la vía, se trata de una discontinuidad en la calidad y performance del material, originado entre otros factores por las fuerzas que actúan sobre él y que logran de alguna manera superar los elementos de resistencia de este, Esto no solo se visibiliza en la superficie de rodamiento sino también en las diferentes capas que forman las vías urbanas.

Al referirnos al deterioro de una carretera en una zona urbana nos referimos a un fenómeno complejo que afecta de diferente manera la eficiencia y la seguridad de la infraestructura vial, también afecta de forma directa a la economía de una ciudad ya que mientras más averías exista en una ciudad mayor tiempo se perderá y como consecuencia de ello se incrementarán los costos de comercialización y producción. En esta investigación se evidencio como factores como el insuficiente mantenimiento periódico de las vías, el no respeto a las normas de tránsito y a las disposiciones municipales como es el caso de la circulación de vehículos de carga pesada por vías donde no está permitido, han ocasionado un deterioro de las pistas y veredas a nuestra ciudad acelerada. Por todo ello resulta imprescindible la implementación de un programa sistemático de mantenimiento preventivo y rehabilitación

oportuno de las vías urbanas a la ciudad de huánuco que prolongue la vida útil del pavimento y que asegure un tránsito fluido y seguro para todos sus usuarios.

Se destaca dentro de estas patologías los desprendimientos y son:

En nuestra investigación se identificaron diversos tipos de patologías relacionadas con los desprendimientos en pavimentos rígidos, las cuales afectan la durabilidad y funcionalidad de la infraestructura vial en Huánuco. Entre estas patologías destacan los desprendimientos baches, producto del escape de asfalto, espesor insuficiente o drenaje deficiente, que generan oquedades en la superficie; el desprendimiento de agregados, que deja pequeñas depresiones en forma de cráter debido a la escasez de asfalto o mala afinidad entre materiales; el pulido de superficies, causado por tránsito intenso y mezclas inadecuadas que producen áreas lisas; y el desprendimiento de sello, que se presenta cuando la película de liga se separa por mala calidad o dosificación del ligante, afectando la adherencia y dejando expuesta la grava. Estas patologías reflejan la importancia de una adecuada formulación y mantenimiento para preservar la transitabilidad vehicular y prolongar la vida útil del pavimento rígido en Huánuco.

Se destaca dentro de estas patologías las deformaciones y son:

Dentro de las patologías del pavimento rígido que se evidenciaron en la investigación en Huánuco, las deformaciones destacaron por su impacto en la transitabilidad y la integridad estructural. Se identificaron burbujas, que son ampollas en la superficie causadas por debilidad en el espesor o presión de vapor; roderas o canalizaciones, que son asentamientos longitudinales bajo las ruedas generados por mala compactación y baja estabilidad; protuberancias, que forman montículos debido a tránsito intenso y compactación deficiente; y asentamientos transversales, que son depresiones en sentido perpendicular al eje vial originadas por sobrecarga o contaminación de capas inferiores. Estas

deformaciones comprometen la funcionalidad del pavimento y evidencian la necesidad de intervenciones técnicas específicas para mejorar la durabilidad y seguridad vial en la zona urbana estudiada.

Se destaca dentro de estas patologías las roturas y son:

En nuestra investigación sobre la infraestructura vial en Huánuco, se identificaron diversas patologías relacionadas con las roturas del pavimento que afectan la transitabilidad vehicular y reflejan problemas estructurales y de diseño. Entre estas destacan las grietas de reflexión, que se generan por el agrietamiento en un pavimento existente que es reencarpetado con capa asfáltica, debido a movimientos y contracciones en la subrasante y mala unión entre capas. Las grietas de flexión tipo 2, similares, pero con patrones variados, se deben a falta de unión en capas inferiores y movimientos diferenciales. También se observaron agrietamientos parabólicos, erráticos o en zigzag, finos, piel de cocodrilo y tipo mapa, cada uno con causas específicas como mezclas inestables, envejecimiento, fatiga y deficiencias en el espesor y soporte del pavimento. Por último, las grietas transversales y longitudinales fueron comunes, asociadas a contracción térmica, tránsito intenso y fallas en ejecución, afectando la estabilidad y durabilidad del asfaltado. Estas patologías evidencian la necesidad de mejorar los procesos constructivos y mantenimiento para garantizar un servicio vial seguro y eficiente en Huánuco.

2.2.4. PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)

Según Vásquez (2002), el Índice de Condición del Pavimento (PCI) es la metodología más completa para evaluar y calificar objetivamente pavimentos flexibles y rígidos dentro de los modelos existentes de Gestión Vial. Esta metodología se ejecuta fácilmente y no requiere herramientas especializadas más allá de las que componen el sistema, que se describen a continuación. Se presentan todos los daños incluidos en la formulación original del PCI, aunque se harán las observaciones típicas respecto a patologías que no deben incluirse debido a sus orígenes o naturaleza externa a las condiciones locales. Este usuario de

la guía podrá identificar estos casos casi de inmediato y lo hará con un entendimiento completo.

De la misma manera (2002), el PCI se calcula realizando un inventario visual de la Evaluación de las Condiciones del Pavimento, donde se determina CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada uno de los daños. Se creó el PCI con la finalidad de obtener un índice sobre la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie. La información relacionada con los daños, que forma parte del inventario, proporciona una visión clara sobre la causa de los daños y su relación con las cargas, así como con el clima.

2.2.5. MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE DE CONCRETO ASFÁLTICO

Vásquez, L. (2002), refiere algunas patologías y son:

1. Piel de cocodrilo

Vásquez (2002) describe la fatiga o las grietas en piel de cocodrilo como una serie de fracturas interconectadas que resultan de la falla por fatiga de la capa superficial de concreto asfáltico mientras está sometida a cargas de tráfico repetidas. El agrietamiento comienza desde la parte inferior de la capa de asfalto (o base estabilizada) donde los esfuerzos y las deformaciones unitarias de tensión, así como las deformidades de relajación, son mayores debajo de la carga del neumático. Al principio, las grietas se propagan hacia la superficie como una serie de fisuras longitudinales paralelas. Después de la repetición de las cargas de tráfico, las grietas se unen para formar polígonos con ángulos agudos y desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de alambre de gallinero o piel de cocodrilo. Normalmente, el lado más grande de las piezas es inferior a 0,60 m. El fenómeno de las grietas en piel de cocodrilo ocurre en áreas sometidas a cargas de tráfico repetitivas y unidireccionales, particularmente en las áreas donde se concentran las ruedas de los vehículos. Por lo tanto, no se desarrollaría en toda la superficie de un área a menos que se impusiera carga de tráfico en toda su extensión.

Un patrón de grietas en una zona no sometida a cargas, que no se considera un daño por carga, se denomina grietas en bloque. La piel de cocodrilo, en forma de ahuellamiento, es un daño estructural que se considera más grave y que suele acompañarse de ahuellamiento.

Niveles de severidad

- L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.
- M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.
- H (High: Alto): Se describe como una red de grietas que ha evolucionado de forma que las piezas o fragmentos se encuentran bien definidos y los bordes escamosos o descascarados. Algunos fragmentos pueden moverse bajo el tránsito. Medida Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, lanzando, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden diferenciarse con facilidad, deben medirse y registrarse por separado. En caso contrario, toda el área deberá ser calificada en la severidad más alta presente.

2. Agrietamiento en bloque

Vásquez (2002) señala que las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0,30 mx 0,3 ma 3,0 mx 3,0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria) y las deformaciones contráctiles. Estas grietas no se asocian a la carga y el asfalto se endureció, por lo que, en ocasiones, se encuentra en la mayor parte del pavimento, sin embargo, en ocasiones se presenta en no transitadas. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que en la

piel de cocodrilo se forman pedazos de menor tamaño, de muchos lados y con ángulos agudos. Además, la piel de cocodrilo, en contraposición a los bloques, es originada por cargas vehiculares lo que en su primera etapa se encuentra en zonas de carga.

2.2.6. PAVIMENTOS RÍGIDOS

En el texto proporcionado en 2022 por el Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos, hay 20 tipos de daños o fallos asociados con pavimentos rígidos que necesitan ser entendidos. Son el resultado del descenso gradual de los pavimentos rígidos descrito en el texto. Con el propósito de discusión, los 20 daños o fallos han sido clasificados y se describen bajo 3 divisiones interrelacionadas basadas en su impacto en los pavimentos rígidos y juntas.

E.1. Defectos de superficie por descascaramiento

El Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos (1990) define el descascaramiento como la rotura de la superficie de la losa de hormigón debido al desprendimiento de pequeños o grandes fragmentos, afectando comúnmente una profundidad entre 6 y 13 mm. Esta condición representa un deterioro superficial significativo en pavimentos rígidos que puede comprometer la durabilidad y el servicio óptimo de la infraestructura vial. En el contexto de nuestra investigación sobre la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco, el descascaramiento es un problema relevante, ya que reduce la integridad estructural y funcional del pavimento rígido, impactando negativamente en la seguridad y confort de los usuarios.

El descascaramiento es provocado principalmente por la acción combinada del tránsito vehicular y las condiciones climáticas, en pavimentos cuya construcción presentó deficiencias técnicas y control de calidad deficientes. Entre las causas destacan superficies debilitadas por un mal manejo del mortero y exceso de agua durante el proceso de terminado (sobre terminado), derrames de productos químicos agresivos como sales o ácidos, desagregación en las intersecciones de redes de fisuras capilares y daño provocado por el fuego debido a combustibles derramados. Es importante señalar que la presencia de uno o más

descascamientos en una losa se considera como una losa afectada, lo que implica un desafío para la planificación y mantenimiento vial en Huánuco, donde este tipo de deterioro puede advertir la necesidad de intervenciones preventivas o correctivas para mantener la transitabilidad vehicular en condiciones adecuadas.

E.2. Defectos de Superficie por Desprendimiento/ Peladura

El Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos (2022) señala que los defectos de superficie por desprendimiento o peladura en pavimentos rígidos son causados principalmente por el efecto abrasivo del tránsito sobre hormigones de calidad deficiente y baja durabilidad. Este deterioro se vincula a factores como dosificaciones inapropiadas, que incluyen bajo contenido de cemento, exceso de agua y agregados con gradación inadecuada, así como deficiencias en la ejecución, tales como segregación de la mezcla, insuficiente densificación y curado defectuoso. En el contexto de nuestra investigación sobre la infraestructura vial con pavimento rígido en el radio urbano de Huánuco, la presencia de peladuras afecta directamente la calidad de servicio y la seguridad vehicular, comprometiendo la integridad del pavimento y aumentando la necesidad de intervenciones de mantenimiento.

Además, factores externos como el ataque de agua y la acumulación de partículas angulosas sobre la superficie incrementan el poder abrasivo del tránsito, acelerando el deterioro. La medición de este tipo de defectos se realiza contabilizando el número de losas afectadas en la muestra o sección inspeccionada, clasificados según el nivel de severidad, lo que facilita un diagnóstico preciso para planificar acciones de mantenimiento específicas. Esta metodología es clave para evaluar y mejorar el servicio vial en Huánuco, permitiendo priorizar intervenciones para minimizar los impactos adversos en la transitabilidad vehicular y prolongar la vida útil del pavimento rígido analizado en la investigación.

E.4. Defectos de Superficie por Fisura Plástica o de Contracción

La definición del Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos (2022) describe que las fisuras en la superficie del hormigón fresco, que ocurren poco después de su colocación, se producen por la retracción del material en estado plástico. Estas fisuras, generalmente en forma de fisuras capilares discretas distribuidas aleatoriamente en áreas pequeñas, afectan únicamente la porción superior de las losas de pavimento, constituyendo un deterioro superficial que puede comprometer la durabilidad y la estética del pavimento rígido en el contexto de nuestra investigación en Huánuco. La aparición de estas fisuras se relaciona con tensiones de contracción que superan la resistencia del hormigón durante su fase inicial, siendo causas principales un curado inicial deficiente, condiciones ambientales desfavorables (como temperaturas elevadas, secas y vientos fuertes), un terminado excesivo durante la construcción y una mala consolidación del hormigón en su colocación.

En el ámbito de nuestra investigación, estas fisuras plásticas representan un deterioro superficial visible y potencialmente grave, ya que si ocurren en una o más áreas de una losa, esta pasa a ser considerada como afectada, lo que requiere atención en las estrategias de mantenimiento preventivo o correctivo. La severidad e incidencia de estos fisurados en las vías del radio urbano de Huánuco pueden estar relacionadas con las condiciones climáticas locales, deficiencias en los procesos constructivos y control de calidad; por ello, el diagnóstico y monitoreo periódico mediante inspección visual y aplicación de métodos como el PCI resulta fundamental para determinar el estado real del pavimento, prever fallas futuras y optimizar la gestión de recursos en el mantenimiento de la infraestructura vial, garantizando así una mejor transitabilidad vehicular en el área de estudio.

F.1. Defectos Estructurales por Fisura Longitudinal

El Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos (1990) describe el fracturamiento lineal como una fractura que se presenta paralelamente al eje del pavimento y que segmenta la losa en dos o tres paños. Estas fracturas pueden aparecer en las huellas de

canalización del tránsito, en el medio de la losa o de la calzada, especialmente en los casos en que se omite la junta longitudinal. En el caso de la investigación que se realiza en el servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido en el radio urbano de Huánuco, esta clase de daño es importante, ya que, además de comprometer la integridad y funcionalidad del pavimento, se afecta la pavimentación la disminución la capacidad de soportar las cargas, la seguridad y la fluidez vehicular.

La fracturación lineal ocurre por la conjunción de múltiples orígenes, siendo la fatiga por repetición de cargas, la pérdida de soporte en la fundación y los gradientes de tensiones por cambios de temperatura y humedad, los que más destacan. También, la falta de una ejecución correcta y la falta de la junta longitudinal, así como relaciones ancho/longitud y longitudinal/longitud de las losas inadecuadas, propician la puesta en el deterioro. Los niveles de severidad de estas fisuras (bajo, medio y alto) se definen por el ancho y el estado de los bordes de la fisura, siendo este criterio clave para evaluar el impacto en el servicio vial y la oportuno de las acciones de mantenimiento en las vías de Huánuco.

F.2. Defectos Estructurales por Fisura Transversal y/o Diagonal

El fracturamiento lineal de las losas de pavimento rígido es descrito por el Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos (2022) como aquel que suele producirse de forma perpendicular u oblicua a un eje del pavimento y que segmenta la losa en de dos a tres paños. Este tipo de fractura se presenta con mayor frecuencia y en el centro de las losas, y la ubicación de la fractura es un indicador del mecanismo de falla. La activación, y en mayor grado, la sustitución de la fractura por un eje de pavimento transversal se convierte en un problema pues puede afectar la transitabilidad del pavimento y, en mayor medida, la funcionalidad estructural. En el caso de la investigación desarrollada para el radio urbano de Huánuco, el impacto en la movilidad vehicular y en la seguridad vial en la identificación y análisis de este tipo de

fracturamiento en el pavimento rígido es crucial. Esto, en términos, integridad y permanecía del pavimento.

Fracturamiento lineal puede ocurrir debido a múltiples causas o combinación de las mismas. Repetición excesiva de carga pesadas que provocan fatiga de los materiales, soporte inadecuado de las losas, que comúnmente existe a ciertas distancias de las juntas transversales de 0.50 a 2.00 m, y los asentamientos de las fundaciones que se presentan como hundimientos o deformaciones de arco pueden provocar estos problemas. Adicionalmente, deficiente allí diseño de juntas y relaciones de la longitud ala de ancho excesivas puede provocar el asentamiento deformado o las grietas activas en el centro o de manera distribuida en la losa. Para finalizar, el desgaste de las losas y el espesor variable de las losas puede generar debilitar las losas y provocar las fracturas. Estos factores deben considerarse en la gestión del pavimento en Huánuco, así como las medidas de mantenimiento y rehabilitación, para garantizar la seguridad y eficiencia de la vía.

F.3. Defectos estructurales por fisura de esquina

En la investigación sobre el servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco, las fisuras de esquina representan un defecto estructural significativo. Estas fisuras se manifiestan como fracturas lineales que intersecan la junta o borde de la losa a menos de 1.30 metros desde la esquina, extendiéndose verticalmente a través de todo el espesor del pavimento. Las causas principales incluyen la fatiga por repetidas cargas pesadas, la erosión y debilitamiento del soporte de la fundación por la acción del drenaje, y una transferencia deficiente de cargas a través de las juntas, que provoca elevadas deflexiones en las esquinas. Este tipo de deterioro compromete la estabilidad estructural del pavimento, generando un impacto negativo en la eficiencia de la transitabilidad vehicular y la seguridad vial en Huánuco.

F.4. Defectos estructurales por fisura múltiple

Los defectos estructurales derivados de múltiples fisuras representan una forma crítica de deterioro de los pavimentos de concreto

para el tránsito vehicular en Huánuco. Estos defectos de fisuración crean un patrón de red de fisuras, subdividiendo la losa en numerosos bloques pequeños a medianos. Resultan de las cargas vehiculares repetidas, de la fatiga, de las inadecuaciones en el soporte de la base o subbase, y de problemas en la mezcla de concreto, como un concreto mal diseñado o un curado insuficiente. Además, los movimientos subterráneos que resultan de cambios en la humedad o asentamientos agravan aún más las fisuras de múltiples grietas que afectan la capacidad estructural y funcional del pavimento rígido.

Este fenómeno, que puede adoptar la forma de una “piel de cocodrilo”, afecta la integridad estructural del pavimento; la desconexión de segmentos, entre otros, puede generar el caso de aceleración de deterioro estructural. En el caso de Huánuco, la aparición de múltiples fisuras de pavimento es un indicativo de la necesidad de un monitoreo constante y la elaboración de correctivas que aborden, de forma integral, el resto de causas que plantean el problema, tales como el diseño de juntas, la distribución de losas elásticas, y las características del concreto. Esto es importante, ya que permite que los conductores tengan un pavimento seguro, que se mantenga la movilidad vehicular, y que el pavimento rígido de la zona urbana analizada se conserve por más tiempo.

F.5. Defectos estructurales por rotura o bache

Los defectos estructurales debido a grietas o baches en pavimentos rígidos son deterioros significativos que incluyen la pérdida de continuidad en la losa debido a grandes fragmentos desprendidos o hundimientos localizados, lo que compromete en gran medida la integridad estructural y la funcionalidad general de la carretera. En el caso de nuestra investigación sobre la infraestructura vial rígida en Huánuco, estos defectos son debido a la fatiga generada por cargas repetitivas y pesadas de camiones, la débil base de soporte debido a la infiltración de agua, deficiencias en la construcción, y variaciones térmicas que evocan tensiones internas. Estos fallos generan discontinuidades que interrumpen el tránsito de vehículos, elevando el

riesgo de incomodidad para los usuarios de la carretera y aumentando los costos de mantenimiento.

Roturas o baches deterioran la durabilidad del pavimento rígido, ya que permiten la entrada periférica del agua y la remoción del material de la base, que, posteriormente, el pavimento pierde su resistencia ante el tráfico vehicular. En Huánuco, la aparición de estos daños sugiere la necesidad de una intervención puntual atendida con técnicas de reparación localizadas y un mejor control en el diseño y construcción, con el fin de evitar que su deterioro se extienda y el pavimento sufra un colapso estructural. También, la detección de estos daños en etapas tempranas y el mantenimiento preventivo de estas infraestructuras deben ser la prioridad, a fin de mantener un acceso a la vía en un servicio seguro y eficiente.

F.7. Defectos estructurales por bombeo

Durante nuestro estudio de la infraestructura vial en Huánuco, notamos varias patologías derivadas de rupturas del pavimento que afectan la transitabilidad de los vehículos e indican problemas estructurales y de diseño más profundos. Estos incluyen los casos más serios de grietas de reflexión, que se desarrollan a partir del agrietamiento preexistente del pavimento de una carretera que ha sido recubierta con una capa de asfalto, debido a movimientos y contracciones del subrasante y conexiones débiles entre las capas. Las grietas de reflexión tipo 2, similares, pero con patrones más variados, se deben a un mal enlace en las capas inferiores y movimientos diferenciales. Además, notamos agrietamientos paraboloides, erráticos o en zigzag, finos, en piel de cocodrilo y agrietamientos en mapa, cada uno causado por un conjunto diferente de problemas, incluyendo mezclas inestables, envejecimiento, fatiga y deficiencias en el grosor del pavimento y el soporte. Finalmente, las grietas transversales y longitudinales que resultaron de una combinación de alto tráfico, mala ejecución y contracción fueron las más comunes, afectando la deterioración, estabilidad y durabilidad del asfalto. Estos problemas destacan la necesidad de un proceso constructivo más adecuado y un

mejor mantenimiento vial para proporcionar un servicio de carretera que sea seguro y eficiente para la gente de Huánuco.

F.8. Defectos estructurales por hundimiento

Los defectos estructurales por hundimiento en pavimentos rígidos se refieren a depresiones localizadas donde la superficie del pavimento desciende respecto a su posición original, afectando la continuidad y funcionalidad de la vía. En nuestra investigación sobre el servicio vial en Huánuco, el hundimiento se identifica como una falla crítica causada por factores como asentamientos o consolidación de estratos compresibles en la fundación, deficiente compactación de la subbase, presencia excesiva de humedad en la subrasante, y procesos constructivos inadecuados. Estas condiciones generan pérdida de soporte bajo las losas, provocando deformaciones que afectan la comodidad y seguridad del tránsito vehicular.

El hundimiento compromete la integridad estructural del pavimento rígido, ocasionando daños adicionales como fisuras, fracturas y deslizamientos localizados que aceleran el deterioro del tramo vial. En Huánuco, esta problemática subraya la importancia de un diseño y control riguroso del soporte y drenaje de las losas, así como de la ejecución adecuada de la construcción. La prevención y reparación oportuna de hundimientos es fundamental para mantener un servicio vial óptimo, garantizar la transitabilidad segura, y extender la vida útil de la infraestructura, contribuyendo a una mejor calidad en la movilidad urbana.

F.10. Defectos estructurales por levantamiento

En el marco de nuestra investigación sobre la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad vehicular en Huánuco, los defectos estructurales por levantamiento corresponden a elevaciones localizadas de áreas específicas del pavimento rígido, que generan irregularidades en la superficie y afectan la funcionalidad del tramo vial. Este fenómeno es causado generalmente por la presencia de material incompresible que se infiltra en las juntas o grietas, presionando hacia arriba la losa, o por asentamientos diferenciales y movimientos

expansivos del suelo subyacente, como la hinchazón de arcillas o la acción de raíces. También puede ser provocado por un diseño inadecuado de juntas o un manejo deficiente del sello, que limita el movimiento natural de la losa.

El levantamiento estructural compromete la integridad y durabilidad del pavimento rígido en Huánuco, generando molestias para la conducción, reduciendo la seguridad vial y provocando daños adicionales como fisuras y estallidos en las losas. Estos defectos requieren de una intervención rápida que considere la mejora en el diseño y mantenimiento de juntas, así como la evaluación del subsuelo para mitigar movimientos expansivos o problemas de soporte. La gestión adecuada de estos levantamientos es necesaria para garantizar un servicio vial óptimo, mejorar la transitabilidad vehicular y prolongar la vida útil de la infraestructura vial urbana.

G.1. Defectos de juntas por deficiencias en el material de sello

Los defectos de juntas por deficiencias en el material de sello en pavimentos rígidos representan un problema estructural que afecta la durabilidad y funcionalidad de la infraestructura vial. Cuando los materiales de sellado de juntas, como los elastómeros o compuestos de asfalto, no cumplen con las especificaciones, se producen grietas y fisuras que permiten el ingreso de agua, contaminantes y agentes agresivos en la interfaz entre las losas. Esto genera fenómenos de deterioro acelerado, como la formación de fisuras, desgaste y eventual levantamiento de las losas, además de promover procesos de erosión en la base y subrasante. En nuestro contexto en Huánuco, la insuficiente calidad y mantenimiento de los materiales de sellado contribuyen al compromiso de la integridad estructural y aumento de costos en el mantenimiento preventivo y correctivo.

Este problema subraya la importancia de seleccionar materiales adecuados y técnicas correctas durante la construcción y reparación de juntas en pavimentos rígidos. La deficiente capacidad de sellado puede derivar en la entrada de agua, acelerando la formación de fisuras, levantamientos y fisuración en las juntas, además de aumentar el riesgo

de daños por congelación y descongelación en climas fríos. En Huánuco, la supervisión técnica y el mantenimiento periódico son esenciales para garantizar el buen funcionamiento de las juntas, reducir el ingreso de agentes externos y extender la vida útil del pavimento. La correcta selección del material de sello y el control de calidad en la ejecución permitirá mejorar la durabilidad del sistema de juntas, optimizando la inversión en infraestructura vial urbana.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Pavimento rígido

CONSTRUNEIC (2021), El pavimento rígido es una estructura compuesta principalmente por losas de concreto de cemento Portland, que se colocan sobre una capa base o subbase, ofreciendo alta resistencia y rigidez. Esta losa actúa como una superficie autosostenible que distribuye las cargas de tráfico de manera uniforme, transmitiéndolas directamente a la subrasante, lo que lo hace muy resistente a cargas pesadas y de larga duración. En comparación con otros tipos, como los pavimentos flexibles, el rígido tiene menor deformación bajo carga, mayor durabilidad y requiere menos mantenimiento periódico, siendo ideal para vías con cargas intensas y en condiciones climáticas adversas. Estos pavimentos también se diseñan considerando aspectos tecnológicos específicos, como el uso de juntas, para evitar fisuras y garantizar el correcto funcionamiento durante su vida útil.

Losa de concreto

CONSTRUNEIC (2021), La losa de concreto es una placa sólida y resistente que forma la superficie principal del pavimento rígido, generalmente elaborada con concreto de cemento Portland simple o reforzado con acero para mejorar su comportamiento estructural. Su función principal es distribuir las cargas de tráfico de manera uniforme hacia la base y subbase, garantizando así la estabilidad y durabilidad de la vía. Estas losas pueden variar en tamaño y espesor según el diseño estructural, y son diseñadas para resistir esfuerzos de compresión, tensión y fatiga generados por vehículos y condiciones ambientales. En la investigación de la infraestructura vial en Huánuco, las losas de

concreto son un elemento clave para asegurar un servicio de calidad que soporta cargas pesadas y contribuye a la seguridad y confort en la transitabilidad vehicular.

Capa base o sub base

CONSTRUNEIC (2021), La capa base o subbase en un pavimento rígido es una capa de material granular ubicada entre la losa de concreto y la subrasante (suelo natural) que cumple funciones estructurales y de soporte. Su principal objetivo es distribuir las cargas vehiculares de manera uniforme hacia la subrasante, mejorar la estabilidad del pavimento y evitar deformaciones excesivas. Además, la subbase previene el bombeo de finos y agua, contribuyendo al adecuado drenaje y prolongando la vida útil de la estructura. En la investigación sobre la infraestructura vial en Huánuco, esta capa es fundamental para garantizar un soporte uniforme y estable, lo que mejora la durabilidad y la transitabilidad vehicular en el radio urbano.

Subrasante

CONSTRUNEIC (2021), es la capa de suelo natural o previamente compactado que sirve como base fundamental para construir la estructura del pavimento rígido. Su función principal es soportar y distribuir las cargas que recibe del pavimento hacia el terreno, garantizando estabilidad y durabilidad. Además, debe tener propiedades adecuadas de resistencia, baja compresibilidad, y capacidad para drenar el agua, evitando deformaciones que puedan afectar la estructura del pavimento. En el contexto de la investigación en Huánuco, contar con una subrasante de buena calidad es esencial para mantener un servicio vial eficiente, prolongar la vida útil del pavimento y asegurar una transitabilidad vehicular segura y cómoda.

Patologías en el pavimento

Costa, A. (2019), Las patologías en el pavimento rígido se refieren a los diferentes tipos de deterioros y defectos que afectan la estructura y funcionalidad de la vía, comprometiendo la seguridad, confort y durabilidad del tránsito vehicular. Entre las patologías comunes se encuentran las grietas (de esquina, longitudinales o transversales),

fisuramiento por retracción y fatiga, hundimientos, baches, levantamientos localizados y deterioros superficiales como el descascaramiento y la pérdida de textura. Estas fallas surgen por factores como cargas excesivas, mala calidad de los materiales, deficiencias en la construcción, condiciones climáticas adversas y problemas estructurales en capas subyacentes. En la investigación realizada en Huánuco, la identificación y análisis de estas patologías permitirá determinar las causas probables y establecer medidas correctivas que aseguren una transitabilidad vehicular óptima y prolonguen la vida útil del pavimento rígido.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- HiG. El servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.
- HoG. El servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido no influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- H1. El estado de conservación del pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.
- Ho1. El estado de conservación del pavimento rígido no influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.
- H2. Las deformaciones superficiales fisuras y grietas en el pavimento rígido influye en la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.
- Ho2. Las deformaciones superficiales fisuras y grietas en el pavimento rígido no influye en la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.

- H3. Las acciones correctivas en la infraestructura vial con pavimento rígido influyen en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.
- Ho3. Las acciones correctivas en la infraestructura vial con pavimento rígido no influyen en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- El servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Transitabilidad vehicular

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO	Estado de conservación del pavimento rígido	Seguridad del tránsito; Comodidad de circulación sobre el pavimento; Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento; Seguridad vial Flujo vehicular optimo
	Deformaciones superficiales fisuras y grietas	Deformaciones Fisura longitudinal Fisura transversal y/o diagonal Fisura en esquina Fisura múltiple Rotura o bache Daño del pavimento Severidad de daño del pavimento Densidad (%) de daño Descascaramiento

TRANSITABILIDAD VEHICULAR

Acciones correctivas

Desprendimientos/peladura

Pulimento superficial

Fisura plástica

Mantener las condiciones de transitabilidad de la vía en todo el año.

Contrarrestar el deterioro en la superficie de rodamiento, producido por la acción erosiva del agua y el paso de los vehículos que utilizan los caminos.

Proporcionar a los usuarios, caminos que presten condiciones aceptables de comodidad y seguridad.

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Carrasco (2019), la investigación aplicada se orienta hacia el propósito de adquirir conocimiento con el fin de tomar acciones, intervenir, construir, modificar o generar cambios en un ámbito específico de la realidad. En resumen, su enfoque tiene un enfoque práctico y científico a la vez.

La investigación se configura en el tipo de investigación aplicada, pues los resultados serán utilizados para mejorar las vías de la ciudad de Huánuco.

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, pues los datos recolectados son numéricos y su procesamiento y análisis será mediante técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales, para la presentación de los datos en tablas de distribución de frecuencias y pruebas de hipótesis.

Al respecto Tamayo (2007) refiere que la investigación cuantitativa tiene como elemento fundamental para la obtención de evidencia científica los datos numéricos, mediante el uso intensivo de la estadística descriptiva y la estadística inferencial.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

De acuerdo con el alcance de la investigación, se empleó un nivel explicativo donde el propósito de investigar está definido en ver si existe alguna relación de causa efecto entre las variables que conforman los factores climáticos y el deterioro del camino pavimentado rígido.

Al respecto Arias (2018) refiere que el nivel o alcance explicativo se caracteriza por que su objetivo es la determinación de las causas de la ocurrencia de un fenómeno, este tipo de investigación hace uso de técnicas estadísticas como comparación de medias con la aplicación de un pre y un postest, regresión lineal, uso de anovas, entre otras muchas técnicas que tiene como objetivo determinar con claridad los factores causantes de un evento o fenómeno con cierto grado de probabilidad.

3.1.3. DISEÑO

Hernández, Fernández y Baptista (2003), define el diseño de una investigación como los parámetros que sigue un estudio para cumplir con sus objetivos. Este puede ser catalogado como experimental si existirá manipulación o intervención respecto a sus variables y no experimental en caso las variables solo fueran observadas en su contexto natural.

En la investigación se empleó un diseño correlacional, ya que se buscó analizar la relación entre el estado de la infraestructura vial con pavimento rígido y la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco. Este diseño permitirá identificar el grado de asociación entre ambas variables sin manipularlas directamente, sino a través de la observación y medición de sus características en su entorno natural.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

De acuerdo, Sampieri (2019), es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo.

Para este trabajo se ha determinado la población al camino pavimentado rígido de las calles de Huánuco, lugar donde se conforma por su totalidad del fenómeno a estudiar, en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación

3.2.2. MUESTRA

Según Vara (2019) La muestra es una parte de la población, tiene como característica principal el recoger las características de interés de la población, para que de esta manera los resultados producto de los estadísticos aplicados puedan ser inferidos a la población. En este caso el tipo de muestreo será no probabilístico.

La muestra en estudio se define de la siguiente manera:

Tabla 1

Muestra

Tramo	Tramo	Coordenadas inicio - wgs84	Ancho de	Estado de	Tipo de superficie
-------	-------	-------------------------------	-------------	--------------	-----------------------

	INICIO O (KM)	FIN (KM)	Norte	Este	Altitud	calzada (m)	conser vación	
1	0+000	0+50 0	35365 4	8837 596		8	Regul ar	Pavimento rígido
2	0+500	1+00 0	35330 3	8837 945		8	Regul ar	Pavimento rígido
3	1+000	1+50 0	35310 3	8838 166		8	Regul ar	Pavimento rígido
4	1+500	2+00 0	35301 7	8838 330		8	Regul ar	Pavimento rígido
5	2+000	2+50 0	35272 5	8838 658		8	Regul ar	Pavimento rígido
6	2+500	3+00 0	35274 0	8838 742		8	Malo	Pavimento rígido
7	3+000	3+50 0	35246 4	8839 132		8	Malo	Pavimento rígido
...
...
17	3+500	4+00 0	35246 4	8839 132		8	Malo	Pavimento rígido

Tabla 2

Jirones del tramo

TRAMO	TRAMO		JIRONES DEL TRAMO
	INICIO (KM)	FIN (M)	
1	0+000	0+100	Jirón abtao cuadra 11
2	0+000	0+100	Jirón progreso cuadra 4
3	0+000	0+100	Jirón Leoncio Prado cuadra 19
4	0+000	0+100	Jirón Leoncio Prado cuadra 17
5	0+000	0+100	Jirón San Martin cuadra 13
6	0+000	0+100	Jirón San Martin cuadra 15
7	0+000	0+100	Jirón Pedro Barroso cuadra 1
8	0+000	0+100	Jirón Pedro Barroso cuadra 2
9	0+000	0+100	Jirón Pedro Barroso cuadra 3
10	0+000	0+100	Jirón San Cristóbal cuadra 4
11	0+000	0+100	Jirón San Cristóbal cuadra 3
12	0+000	0+100	Jirón Bolívar cuadra 2
13	0+000	0+100	Jirón San Cristóbal cuadra 2
14	0+000	0+100	Jirón Libertad cuadra 2

15	0+000	0+100	Jirón Leoncio Prado cuadra 1
16	0+000	0+100	Prolongación Junín
17	0+000	0+100	Jirón Ayacucho cuadra 4

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICA

Según Tamayo (2007, p. 193), la observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación. Para esta investigación se ha trabajado con la técnica de la observación consistiendo en el registro ordenado, válido y confiable de los comportamientos o conductas que manifiestan una determinada muestra, siendo ello las variables tienen un objetivo de ser observados específicamente y definidas antes de comenzar la recolección de dato. Se ha utilizado el Manual de PCI y el formulario de recopilación de datos de campo, así como el Informe Anual de Clima del SENAMHI para Huánuco como fuentes de información. Este enfoque se basa en la norma ASTM D6433-18, que es ampliamente reconocida y utilizada tanto por entidades públicas como privadas para la evaluación de pavimentos.

Para validar los datos climáticos, se ha recurrido al sistema de informes oficiales del SENAMHI correspondientes a los últimos cinco años. Esta validación se llevó a cabo por razones técnicas, ya que es esencial contar con datos climáticos precisos para tomar decisiones efectivas en cuanto al mantenimiento y la rehabilitación de pavimentos rígidos. Estas decisiones se aplican en entornos urbanos bajo la política municipal y en carreteras con pavimentos rígidos bajo la jurisdicción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

3.3.2. INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Campos y Lule (2012, p. 56) La guía de observación es el instrumento que permite al observador situarse de manera sistemática en aquello que realmente es objeto de estudio para la investigación; también es el medio que conduce la recolección y obtención de datos e información de un hecho o fenómeno

Para esta investigación se utilizó una guía de observación, el cual el objetivo y finalidad están centrados en llevar a cabo procedimientos que utilizo el investigador para ubicar directamente el fenómeno que trabaja, sin actuar sobre él esto es, sin modificarlo o realizar cualquier tipo de operación que permita manipular

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Se llevarán a cabo evaluaciones de pavimentos rígidos utilizando los datos recolectados en el campo con instrumentos especializados. Estos datos se utilizaron para obtener valores que permitan calificar y cuantificar el estado actual de los pavimentos.

Posteriormente, se utilizó el método PCI para caracterizar las causas de los niveles de deterioro y establecer relaciones basadas en fundamentos teóricos y el desempeño de los pavimentos.

Para el análisis de los datos, se emplearán medidas de tendencia central como el promedio, la desviación estándar y la varianza para las variables cuantitativas. Además, se utilizarán frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas. Estos resultados se presentarán en forma de gráficos.

Para realizar pruebas estadísticas, se utilizarán el análisis de varianza y la prueba de Chi cuadrado.

55	32	20	10						117	4	64
55	32	20	2						109	3	66
55	32	2	2						91	2	62
55	2	2	2						61	1	58
									HDV		58
									PCI		28
									CLASIFICACIÓN		


Tabla 4*Rango y clasificación del tramo*

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Tabla 5*Rango y clasificación del tramo*

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Tabla 6*Rango y clasificación del tramo*

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	

85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Figura 1

CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo

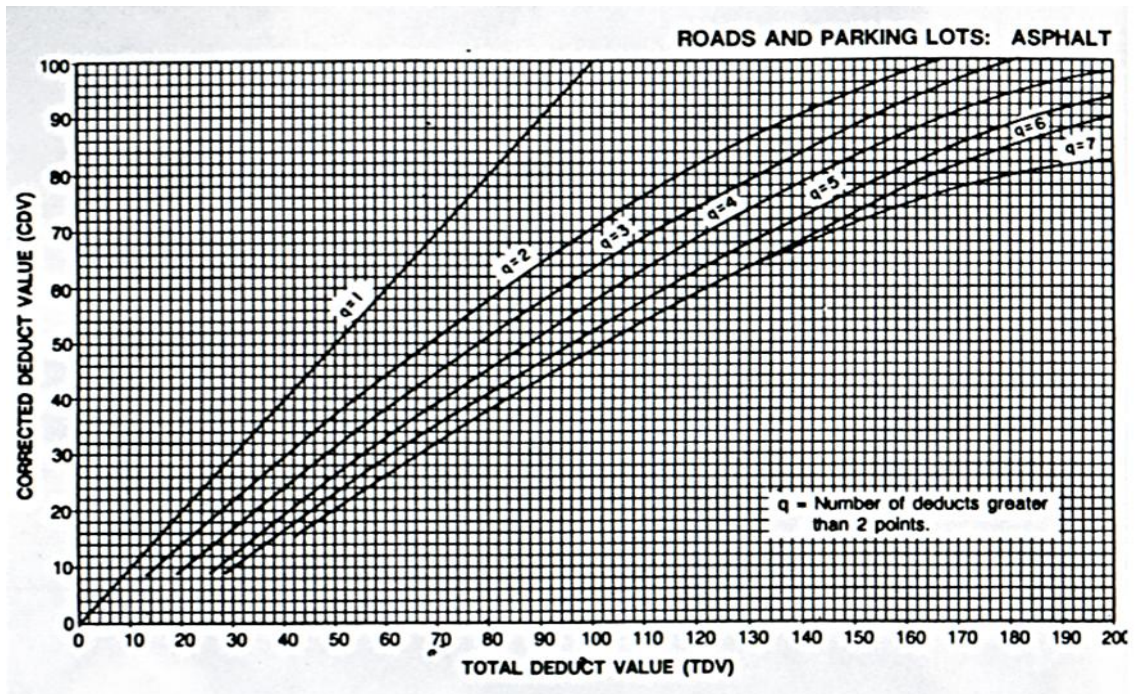


Tabla 7

Evaluación superficial de pavimentos

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS			
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)			
PROYECTO:	EL SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL RADIO URBANO DE HUANUCO - 2024		
NOMBRE DE LA VIA:	Jiron progreso cuadra 4 M2	EVALUADOR:	AQUINO VARGAS SHEILA MILAGROS KETEL
UNIDAD DE MUESTRA:		FECHA:	
MUESTRA	Jiron progreso cuadra 4		
ANCHO DE VIA (m):	6		
AREA DE LA UNIDAD (m2):	590		

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Blow up / Buckling	PC	m2
2	Grieta de esquina	EX	m2
3	Losa dividida	AGB	m2
4	Grieta de durabilidad D	ABH	m2
5	Escala	COR	m2
6	Sello de junta	DEP	m2
7	Desnivel carril / berma	GB	m
8	Grieta lineal	GR	m
9	Parqueo (grande)	DSN	m
10	Parqueo (pequeño)	GLT	m
11	Pulimento de agregados	PAR	m2

13	Bombeo	HU	und
14	Punzonamiento	CVF	m2
15	Cruce de vía férrea	AHU	m2
16	Desconchamiento	DES	m2
17	Retracción	GRP	m2
18	Descascaramiento de esquina	HIN	m2
19		DAG	m2

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M

12	Popouts	PUL	m2
----	---------	-----	----

HIGH	ALTA	H
------	------	---

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	M	2,65						2,65	0,88	10
3	H	5.69	18,10					43,21	14,40	55
9	H	7						3	1,00	20
2	M	6						3	1,00	32
10	M	19								
									TOTAL	101

Número de valores deducidos >2 (q)

4
55
5,13

Valor deducido más alto (HV Di):

Número máximo de valores deducidos (mi)

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
55	32	20	10					117	4	64
55	32	20	2					109	3	66
55	32	2	2					91	2	62
55	2	2	2					61	1	58

										<table border="1"> <tr> <td>HDV</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td>PCI</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CLASIFICACIÓN</td> </tr> <tr> <td colspan="2">MALO</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> </tr> </table>		HDV	58	PCI	31	CLASIFICACIÓN		MALO			
HDV	58																				
PCI	31																				
CLASIFICACIÓN																					
MALO																					

Tabla 8

Rango y clasificación del tramo

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Figura 2

CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo

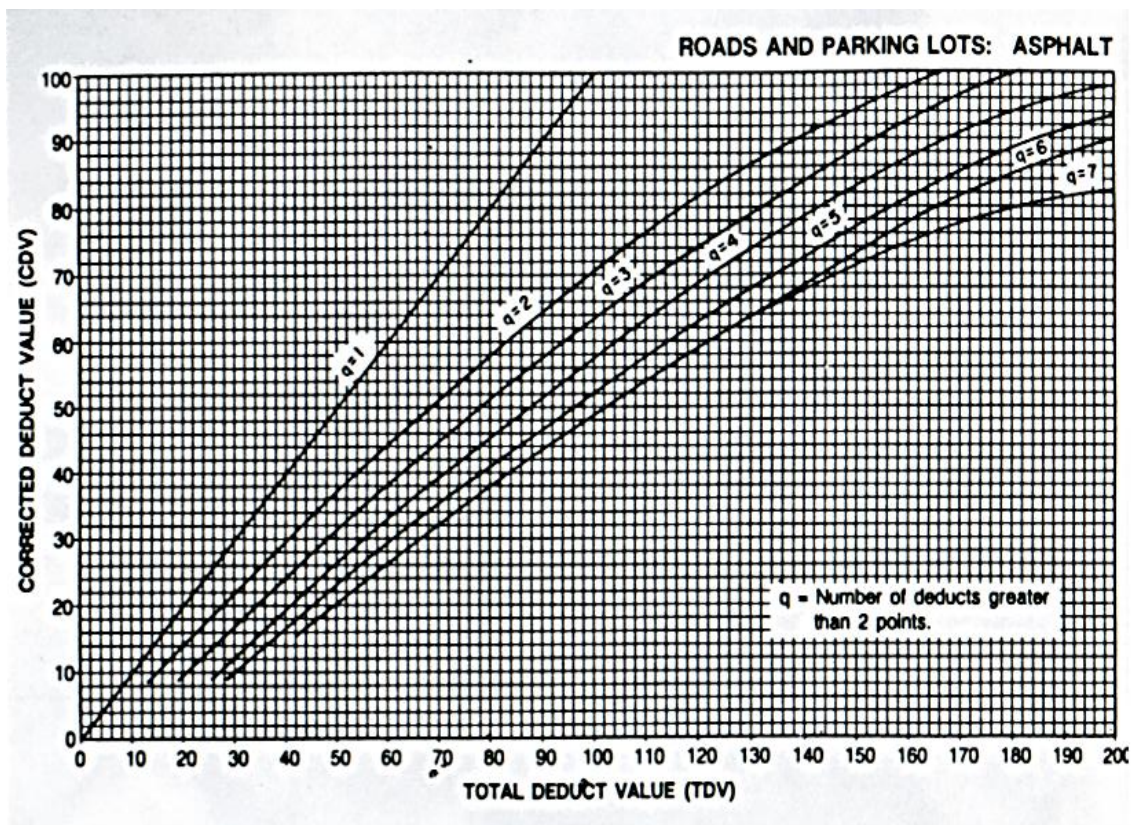


Tabla 9

Evaluación superficial de pavimentos

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS			
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)			
PROYECTO:		EL SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL RADIO URBANO DE HUANUCO - 2024	
NOMBRE DE LA VIA:		Jiron Leoncio Prado cuadra 19 Jiron Leoncio Prado cuadra 17	EVALUADOR:
UNIDAD DE MUESTRA:			
MUESTRA		M2	FECHA:
ANCHO DE VIA (m):		6	
AREA DE LA UNIDAD (m2):		590	
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Blow up / Buckling	PC	m2
2	Grieta de esquina	EX	m2
3	Losa dividida	AGB	m2
4	Grieta de durabilidad D	ABH	m2
5	Escala	COR	m2
6	Sello de junta	DEP	m2
7	Desnivel carril / berma	GB	m
8	Grieta lineal	GR	m
9	Parqueo (grande)	DSN	m
10	Parqueo (pequeño)	GLT	m
11	Pulimento de agregados	PAR	m2
13	Bombeo	HU	und
14	Punzonamiento	CVF	m2
15	Cruce de vía férrea	AHU	m2
16	Desconchamiento	DES	m2
17	Retracción	GRP	m2
18	Descascaramiento de esquina	HIN	m2
19		DAG	m2
SEVERIDADES			
LOW	BAJA	L	
MEDIUM	MEDIA	M	

12	Popouts	PUL	m2
----	---------	-----	----

HIGH	ALTA	H
------	------	---

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	M	9,99							9,99	0,88	10
3	H	4,89	18,10						68,99	14,40	55
9	H	14							14	1,00	20
2	M	29							29	1,00	32
10	M	17							17	1,00	32
3	L	4							4	1,00	32
6	M	14							14	1,00	32
										TOTAL	189

Número de valores deducidos >2 (q)

4
55
5,13

Valor deducido más alto (HV Di):

Número máximo de valores deducidos (mi)

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
55	32	20	10					117	4	64
55	32	20	2					109	3	66
55	32	2	2					91	2	62
55	2	2	2					61	1	58

									HDV	90	
									PCI	92	
									CLASIFICACIÓN		
									MALO		

Tabla 10

Rango y clasificación del tramo

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Figura 3

CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo

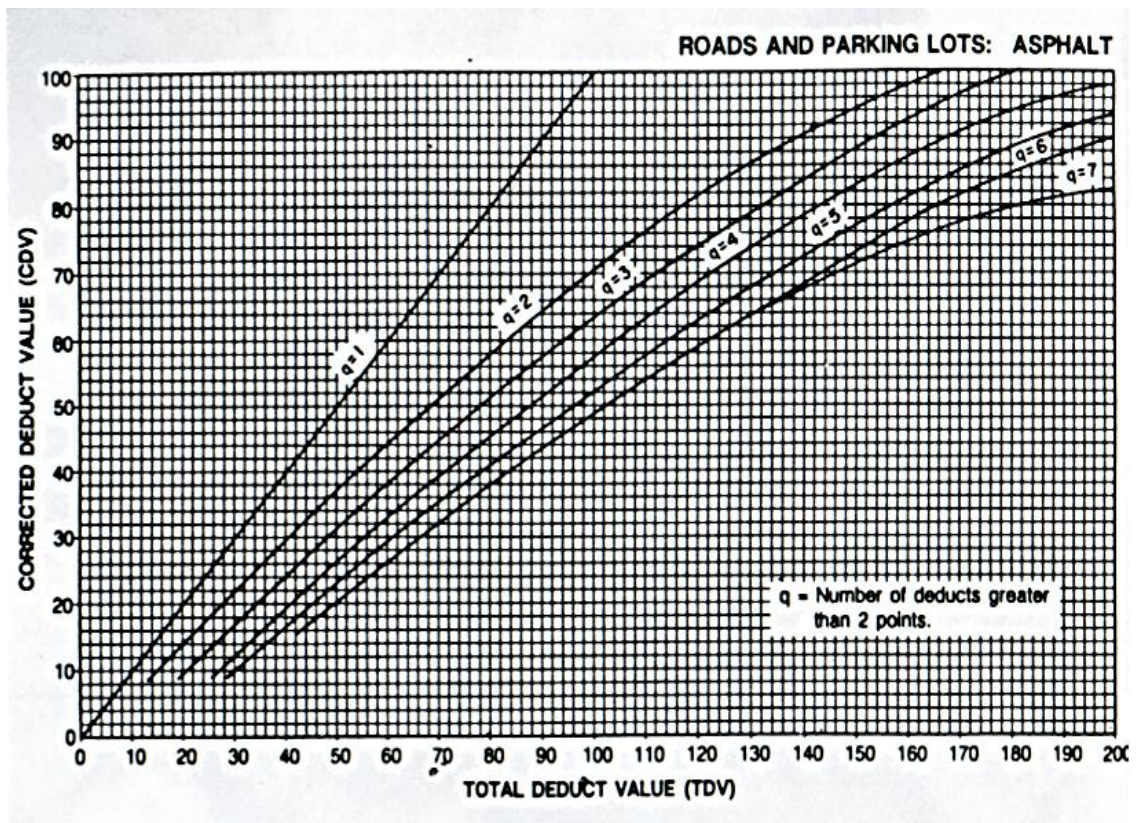


Tabla 11

Evaluación superficial de pavimentos

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS			
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)			
PROYECTO:		EL SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL RADIO URBANO DE HUANUCO - 2024	
NOMBRE DE LA VIA:		Jiron San Martin cuadra 13 Jiron San Martin cuadra 15	EVALUADOR: AQUINO VARGAS SHEILA MILAGROS KETEL
UNIDAD DE MUESTRA:			
MUESTRA		M2	FECHA:
		Jiron San Martin cuadra 13 Jiron San Martin cuadra 15	
ANCHO DE VIA (m):		6	
AREA DE LA UNIDAD (m2):		590	
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Blow up / Buckling	PC	m2
2	Grieta de esquina	EX	m2
3	Losa dividida	AGB	m2
4	Grieta de durabilidad D	ABH	m2
5	Escala	COR	m2
6	Sello de junta	DEP	m2
7	Desnivel carril / berma	GB	m
8	Grieta lineal	GR	m
9	Parcheo (grande)	DSN	m
10	Parcheo (pequeño)	GLT	m
11	Pulimento de agregados	PAR	m2
13	Bombeo	HU	und
14	Punzonamiento	CVF	m2
15	Cruce de vía férrea	AHU	m2
16	Desconchamiento	DES	m2
17	Retracción	GRP	m2
18	Descascaramiento de esquina	HIN	m2
19		DAG	m2
SEVERIDADES			
LOW	BAJA	L	
MEDIUM	MEDIA	M	

12	Popouts	PUL	m2
----	---------	-----	----

HIGH	ALTA	H
------	------	---

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	M	9,99							9,99	0,88	10
3	H	4,89	18,10						68,99	14,40	55
9	H	14							14	1,00	20
2	L	15							15	1,00	28
10	M	17							17	1,00	32
3	L	4							4	1,00	32
6	M	14							14	1,00	32
										TOTAL	173

Número de valores deducidos >2 (q)

4

Valor deducido más alto (HV Di):

55

Número máximo de valores deducidos (mi)

5,13

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
55	32	20	10					117	4	64
55	32	20	2					109	3	66
55	32	2	2					91	2	62
55	2	2	2					61	1	58

										<table border="1"> <tr> <td>HDV</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>PCI</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CLASIFICACIÓN MALO</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> </tr> </table>		HDV	78	PCI	81	CLASIFICACIÓN MALO			
HDV	78																		
PCI	81																		
CLASIFICACIÓN MALO																			

Tabla 12

Rango y clasificación del tramo

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Figura 4

CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo

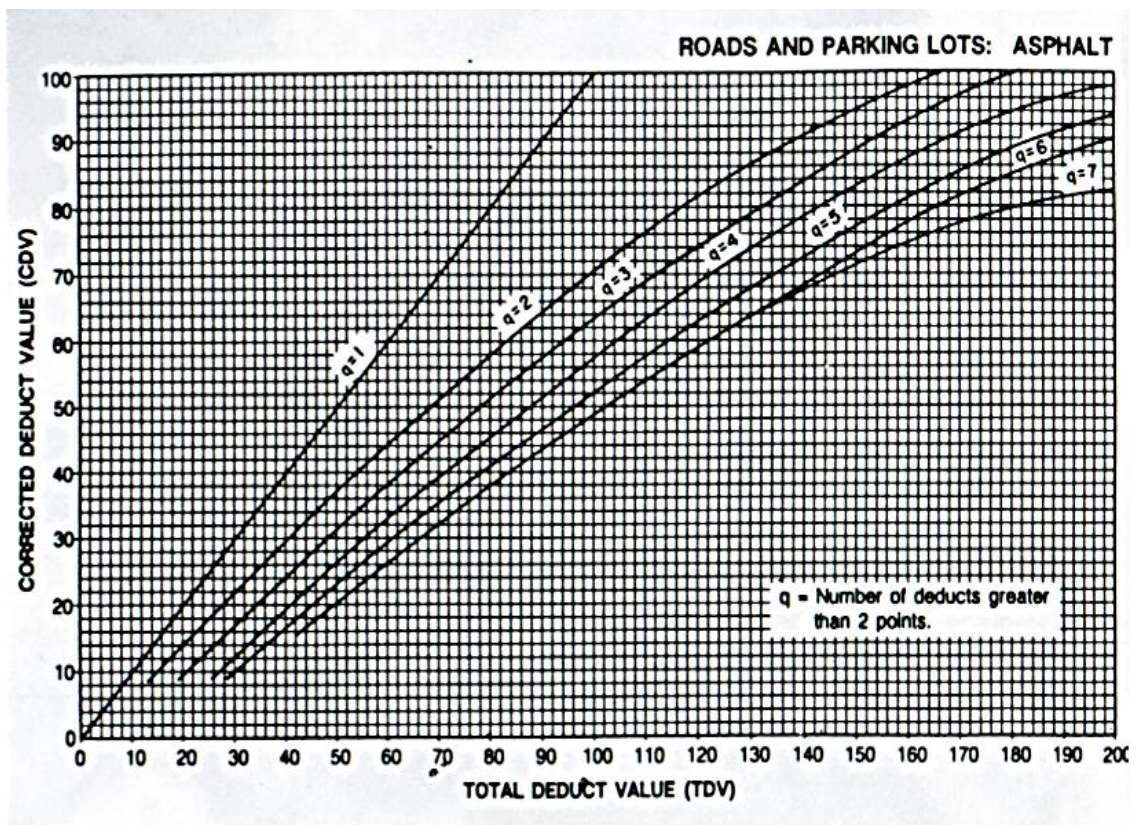


Tabla 13

Evaluación superficial de pavimentos

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS			
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)			
PROYECTO:	EL SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL RADIO URBANO DE HUANUCO - 2024		
NOMBRE DE LA VIA:	Jiron Pedro Barroso cuadra 1 Jiron Pedro Barroso cuadra 2 Jiron Pedro Barroso cuadra 3	EVALUADOR:	AQUINO VARGAS SHEILA MILAGROS KETEL
UNIDAD DE MUESTRA:			
MUESTRA	M2	FECHA:	
ANCHO DE VIA (m):	6		
AREA DE LA UNIDAD (m2):	590		
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Blow up / Buckling	PC	m2
2	Grieta de esquina	EX	m2
3	Losa dividida	AGB	m2
4	Grieta de durabilidad D	ABH	m2
5	Escala	COR	m2
6	Sello de junta	DEP	m2
7	Desnivel carril / berma	GB	m
8	Grieta lineal	GR	m
9	Parqueo (grande)	DSN	m
10	Parqueo (pequeño)	GLT	m
13	Bombeo	HU	und
14	Punzonamiento	CVF	m2
15	Cruce de vía férrea	AHU	m2
16	Desconchamiento	DES	m2
17	Retracción	GRP	m2
18	Descascaramiento de esquina	HIN	m2
19		DAG	m2
SEVERIDADES			
LOW	BAJA	L	

11	Pulimento de agregados	PAR	m2		MEDIUM	MEDIA	M			
12	Popouts	PUL	m2		HIGH	ALTA	H			
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	M	9,99					9,99	0,88	10	
3	H	4,89	18,10				68,99	14,40	55	
9	H	2					2	1,00	20	
2	L	15					15	1,00	28	
10	M	17					17	1,00	32	
3	L	4					4	1,00	32	
6	M	14					14	1,00	32	
									TOTAL	168

Número de valores deducidos >2 (q)

4
55
5,13

Valor deducido más alto (HV Di):

Número máximo de valores deducidos (mi)

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
55	32	20	10					117	4	64
55	32	20	2					109	3	66

55	32	2	2						91	2	62
55	2	2	2						61	1	58
									HDV		69
									PCI		77
									CLASIFICACIÓN		
									MALO		

Tabla 14

Rango y clasificación del tramo

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Figura 5

CDV (Cumulative Deduct Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo

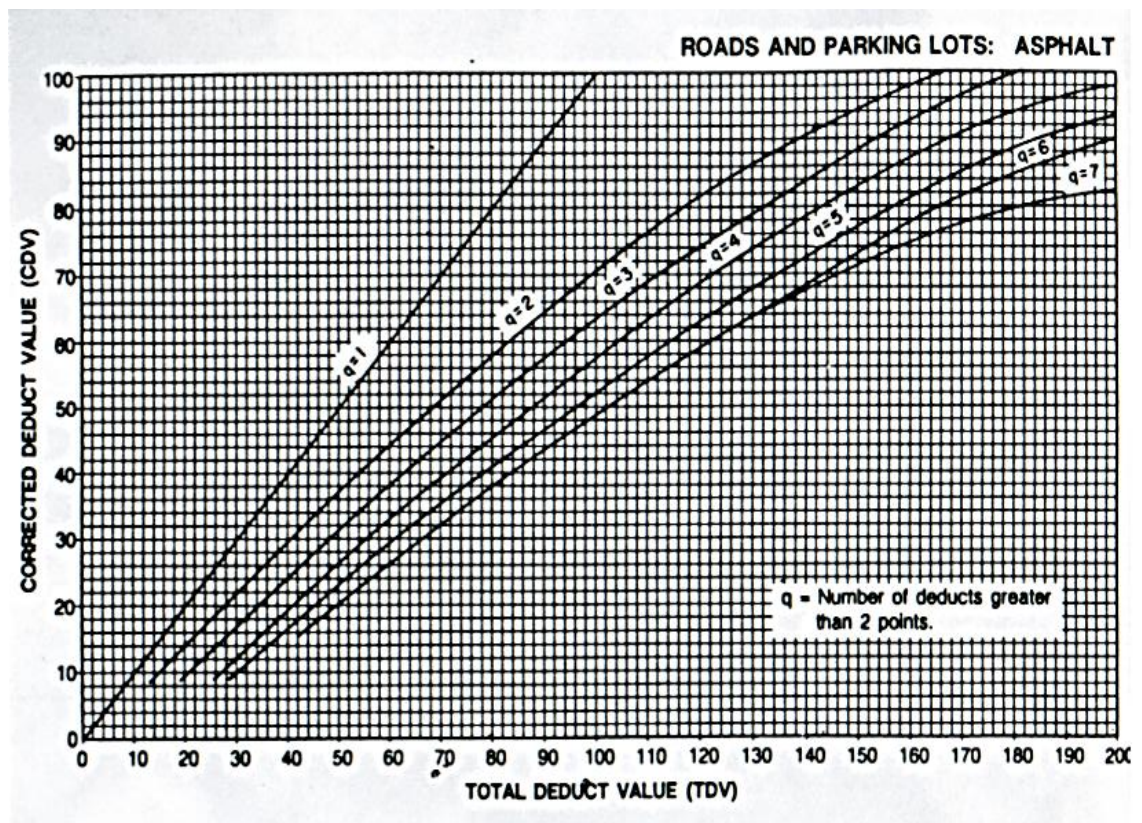


Tabla 15

Evaluación superficial de pavimentos

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS			
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)			
PROYECTO:		EL SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL RADIO URBANO DE HUANUCO - 2024	
NOMBRE DE LA VIA:		Jiron San Cristóbal cuadra 4 Jiron San Cristóbal cuadra 3	EVALUADOR:
UNIDAD DE MUESTRA:			
MUESTRA		M2	FECHA:
		Jiron San Cristóbal cuadra 4 Jiron San Cristóbal cuadra 3	
ANCHO DE VIA (m):		6	
AREA DE LA UNIDAD (m2):		590	
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Blow up / Buckling	PC	m2
2	Grieta de esquina	EX	m2
3	Losa dividida	AGB	m2
4	Grieta de durabilidad D	ABH	m2
5	Escala	COR	m2
6	Sello de junta	DEP	m2
7	Desnivel carril / berma	GB	m
8	Grieta lineal	GR	m
9	Parqueo (grande)	DSN	m
10	Parqueo (pequeño)	GLT	m
13	Bombeo	HU	und
14	Punzonamiento	CVF	m2
15	Cruce de vía férrea	AHU	m2
16	Desconchamiento	DES	m2
17	Retracción	GRP	m2
18	Descascaramiento de esquina	HIN	m2
19		DAG	m2
SEVERIDADES			
LOW	BAJA	L	

11	Pulimento de agregados	PAR	m2
12	Popouts	PUL	m2

MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	M	12							12	0,88	10
3	H	4,89	18,10						68,99	14,40	55
9	H	12							12	1,00	12
2	L	15							15	1,00	28
10	M	12							12	1,00	12
3	L	18							18	1,00	18
6	M	14							14	1,00	14
										TOTAL	190

Número de valores deducidos >2 (q)

4
55
5,13

Valor deducido más alto (HV Di):

Número máximo de valores deducidos (mi)

CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									CDT	Q	CDV
55	32	20	10						117	4	64
55	32	20	2						109	3	66
55	32	2	2						91	2	62

55	2	2	2						61	1	58								
										<table border="1"> <tr> <td>HDV</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>PCI</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CLASIFICACIÓN</td> </tr> <tr> <td colspan="2">MALO</td> </tr> </table>		HDV	90	PCI	120	CLASIFICACIÓN		MALO	
HDV	90																		
PCI	120																		
CLASIFICACIÓN																			
MALO																			

Tabla 16

Rango y clasificación del tramo

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Figura 6

CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo

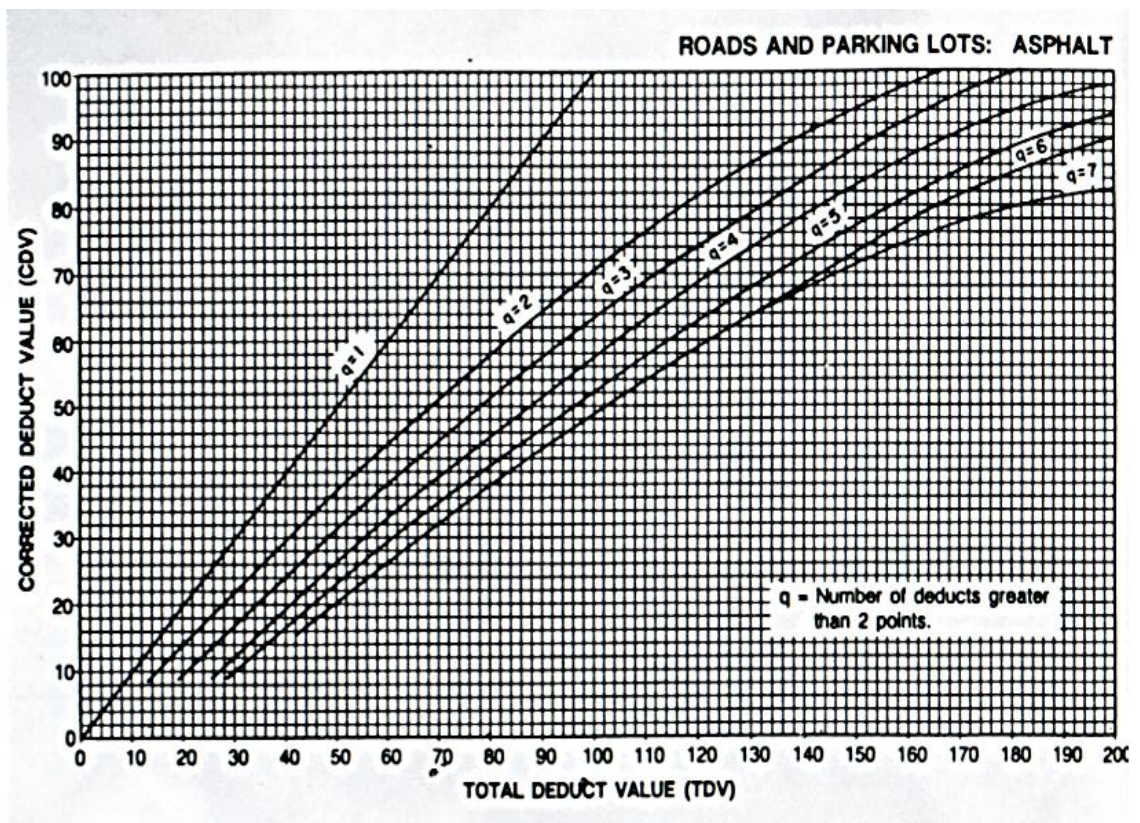


Tabla 17

Evaluación superficial de pavimentos

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS			
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)			
PROYECTO:		EL SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL RADIO URBANO DE HUANUCO - 2024	
NOMBRE DE LA VIA:		Jiron Bolívar cuadra 2 Jiron San Cristóbal cuadra 2 Jiron Libertad cuadra 2 Jiron Leoncio Prado cuadra 1 Prolongación Junín Jiron Ayacucho cuadra 4	EVALUADOR: AQUINO VARGAS SHEILA MILAGROS KETEL
UNIDAD DE MUESTRA:		M2	
MUESTRA		Jiron Bolívar cuadra 2 Jiron San Cristóbal cuadra 2 Jiron Libertad cuadra 2 Jiron Leoncio Prado cuadra 1 Prolongación Junín Jiron Ayacucho cuadra 4	FECHA:
ANCHO DE VIA (m):		6	
AREA DE LA UNIDAD (m2):		590	
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Blow up / Buckling	PC	m2
2	Grieta de esquina	EX	m2
3	Losa dividida	AGB	m2
4	Grieta de durabilidad D	ABH	m2
13	Bombeo	HU	und
14	Punzonamiento	CVF	m2
15	Cruce de vía férrea	AHU	m2
16	Desconchamiento	DES	m2
17	Retracción	GRP	m2

5	Escala	COR	m2
6	Sello de junta	DEP	m2
7	Desnivel carril / berma	GB	m
8	Grieta lineal	GR	m
9	Parqueo (grande)	DSN	m
10	Parqueo (pequeño)	GLT	m
11	Pulimento de agregados	PAR	m2
12	Popouts	PUL	m2

18	Descascaramiento de esquina	HIN	m2
19		DAG	m2

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	M	12						12	0,88	10	
3	M	4,89	18,10					68,99	14,40	55	
9	H	12						12	1,00	12	
9	M	8						8	1,00	8	
2	L	15						15	1,00	28	
10	M	12						12	1,00	12	
2	H	18						18	1,00	18	
10	L	7						7	1,00	7	
3	L	18						18	1,00	18	
6	M	14						14	1,00	14	
11	L	12						12	0,12	10	
3	H	9						9	1,00	9	
3	L	19						19	1,00	19	
									TOTAL		350

Número de valores deducidos >2 (q)

4

Valor deducido más alto (HV Di):

55

Número máximo de valores deducidos (mi)

5,13

CALCULO DEL PCI										CDT	Q	CDV
VALORES DEDUCIDOS												
55	32	20	10							117	4	64
55	32	20	2							109	3	66
55	32	2	2							91	2	62
55	2	2	2							61	1	58
										HDV	180	
										PCI	220	
										CLASIFICACIÓN		
										MALO		

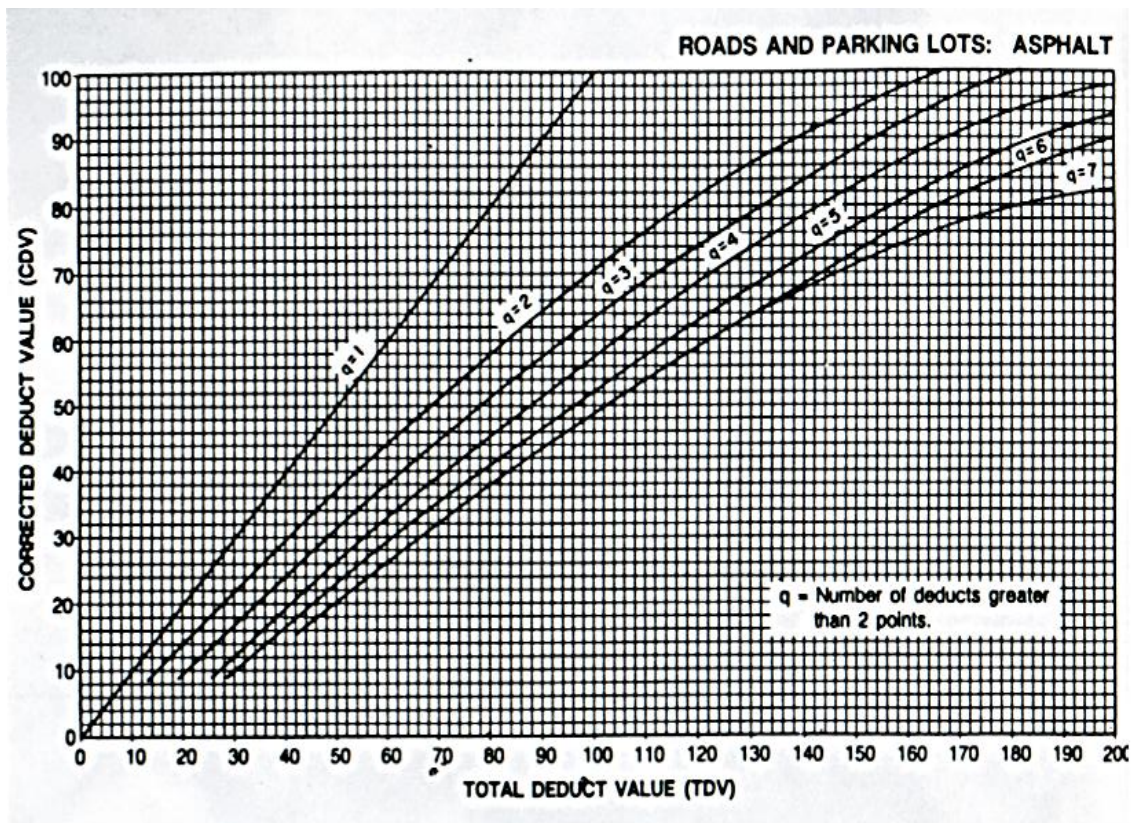
Tabla 18

Rango y clasificación del tramo

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Figura 7

CDV (Cumulative Deducted Value Adjusted): Ajuste total basado en el CD) del tramo



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

La presente discusión aborda el impacto del deterioro del pavimento rígido en la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024, evidenciando que el servicio de infraestructura vial no ha logrado cumplir adecuadamente con su función de soportar el flujo vehicular. La investigación concluyó que el mal estado del pavimento, marcado por fisuras, hundimientos y otros desperfectos, limita significativamente la seguridad y eficiencia del tránsito, lo que se traduce en mayores riesgos para los usuarios y en un incremento de la congestión vehicular. Uno de los aspectos críticos identificados es la falta de mantenimiento preventivo y correctivo, lo que ha permitido que el pavimento se degrade a un ritmo acelerado. La ausencia de intervenciones oportunas contribuye a la formación de fisuras y hundimientos, deteriorando aún más la superficie vial. Este fenómeno es especialmente preocupante en zonas de alto tránsito, donde el desgaste se vuelve más acelerado y la infraestructura no puede responder a las demandas de carga y movilidad. La tesis de Castro, A. (2023) respalda estos hallazgos al investigar el estado del pavimento rígido en las vías perimetrales del Mercado Modelo de Huánuco. Utilizando el método PCI, Castro identificó que un alto porcentaje de la infraestructura se encontraba en condiciones críticas, con un 41.03% clasificado como Fallado y un 28.21% como Muy Malo. Estos datos cuantitativos evidencian que la situación en Huánuco no es un caso aislado, sino parte de un problema estructural más amplio que afecta a la red vial de la ciudad. El deterioro del pavimento se puede atribuir a diversos factores, entre los que se incluyen la sobrecarga vehicular, las condiciones climáticas adversas y la falta de inversión en mantenimiento. Estos elementos combinados generan un círculo vicioso: el desgaste del pavimento conduce a una disminución en la calidad del tránsito, lo que a su vez aumenta la presión sobre las vías y acelera aún más su deterioro. Este escenario destaca la urgencia de implementar estrategias integrales que aborden tanto la

rehabilitación inmediata del pavimento como la planificación de un mantenimiento continuo a largo plazo.

Comparativamente, tanto la investigación actual como la tesis de Castro, A. (2023) subrayan la necesidad imperante de intervenciones de mantenimiento y rehabilitación en las áreas más deterioradas. Mientras que la investigación de 2024 se enfoca en la relación directa entre el estado deficiente del pavimento y la transitabilidad vehicular, la tesis aporta un análisis detallado de los niveles de deterioro, ofreciendo una base cuantitativa sólida para la formulación de políticas y estrategias de mejora. En conclusión, la evidencia recopilada indica que el servicio de infraestructura vial con pavimento rígido en Huánuco no ha contribuido de forma positiva a la transitabilidad vehicular debido a su estado deficiente. La combinación de desgaste avanzado, falta de mantenimiento y condiciones adversas ha comprometido la capacidad de la infraestructura para soportar adecuadamente el flujo vehicular. Por ello, es fundamental que las autoridades implementen un plan integral de mantenimiento y rehabilitación, que no solo atienda las reparaciones inmediatas, sino que también contemple estrategias preventivas a largo plazo, garantizando así la seguridad y eficiencia del tránsito en el área urbana de Huánuco.

La presente discusión evidencia que la falta de acciones correctivas para mejorar el estado del pavimento rígido agrava significativamente la situación de transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco. La ausencia de intervenciones y medidas de reparación oportunas ha permitido que los problemas estructurales se perpetúen y se intensifiquen con el tiempo, lo que no solo acelera el deterioro del pavimento, sino que también incrementa considerablemente los costos futuros de rehabilitación. Esta inacción repercute directamente en la seguridad de los usuarios, ya que la falta de mantenimiento preventivo y correctivo se convierte en un factor determinante que contribuye a la congestión y a la ineficiencia de la infraestructura vial. Esta problemática en Huánuco se ve reflejada y respaldada por la tesis de Sánchez, F. (2023), en la cual se realizó una investigación en la Avenida San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas, Perú. En dicho estudio, se aplicó el método del PCI (Índice de Condición del Pavimento) para determinar el estado del pavimento rígido. Los resultados obtenidos

permitieron clasificar el deterioro del pavimento y, entre las conclusiones destacadas, se resaltaron varios aspectos críticos: la necesidad de implementar mantenimientos preventivos para evitar el deterioro progresivo de la vía, la importancia de mejorar los procesos constructivos y la selección de materiales para prevenir fallas como el pulimiento de agregados, la recomendación de realizar estudios geotécnicos detallados para abordar problemas relacionados con el asentamiento de la subrasante y la conveniencia de establecer un programa de monitoreo periódico del pavimento para detectar y corregir oportunamente las fallas emergentes.

Al comparar ambos estudios, se puede concluir que tanto la situación en Huánuco como los hallazgos de la investigación en la Avenida San Pedro apuntan a la necesidad imperante de implementar estrategias de gestión más efectivas. La falta de mantenimiento oportuno en ambas investigaciones se traduce en pavimentos deteriorados, lo cual afecta directamente la transitabilidad vehicular y la seguridad de los usuarios. La ausencia de un programa de mantenimiento integral genera un círculo vicioso: el deterioro del pavimento conduce a un tránsito ineficiente y peligroso, lo que, a su vez, aumenta la demanda de intervenciones correctivas que, de no ser aplicadas de manera oportuna, resultan en mayores costos económicos y riesgos para los usuarios. En resumen, la evidencia demuestra que la inacción en la implementación de medidas correctivas en el pavimento rígido no solo perpetúa el deterioro de la infraestructura vial en Huánuco, sino que también impide la fluidez y seguridad del tránsito vehicular. Tanto la investigación actual como la tesis de Sánchez, F. (2023) resaltan la necesidad de adoptar un enfoque proactivo y multidimensional, que incluya mantenimientos preventivos, mejoras en los procesos constructivos, estudios geotécnicos y un sistema de monitoreo continuo, para garantizar una infraestructura vial robusta y sostenible a largo plazo.

CONCLUSIONES

- Se concluye que el servicio de infraestructura vial con pavimento rígido no influyó en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024, debido a que el pavimento se encuentra en un estado deficiente. Donde el deterioro general del pavimento impide que la vía cumpla con su función de soportar adecuadamente el flujo vehicular. La falta de mantenimiento y la presencia de desgaste avanzado generan condiciones que limitan la capacidad de la vía para ofrecer un tránsito seguro y eficiente, afectando directamente a los usuarios y evidenciando la necesidad de una intervención urgente.
- Se determinó que el mal estado de conservación del pavimento rígido influye negativamente en la transitabilidad vehicular, ocasionando una circulación pésima. La degradación acelerada del pavimento, producto de una conservación deficiente, afecta la distribución uniforme de las cargas vehiculares. Esto se traduce en irregularidades en la superficie que obligan a los conductores a reducir la velocidad y a ser más cautelosos, lo que genera congestión y eleva el riesgo de incidentes. La falta de acciones de mantenimiento preventivo agrava la situación, comprometiendo la seguridad y eficiencia del tránsito en la zona.
- Se concluye que las deformaciones superficiales, como fisuras y grietas, influyen significativamente en una pésima transitabilidad vehicular. Al existir fisuras y grietas crea una superficie irregular que obliga a los conductores a maniobrar de manera inesperada, afectando la fluidez del tránsito. Estas imperfecciones no solo dificultan un desplazamiento continuo, sino que también aumentan la probabilidad de accidentes al generar situaciones de riesgo. El impacto de estas deformaciones es palpable en la congestión y en la inseguridad que se experimenta durante el tránsito diario.
- Se concluye que la falta de acciones correctivas para mejorar el estado del pavimento rígido agrava significativamente la situación de transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco. La ausencia de intervenciones y medidas de reparación oportunas permite que los problemas estructurales persistan y se intensifiquen con el tiempo. Esta

inacción no solo perpetúa el deterioro del pavimento, sino que también incrementa los costos futuros de rehabilitación y afecta negativamente la seguridad de los usuarios. La falta de mantenimiento preventivo y correctivo es un factor clave que contribuye a la congestión y a la ineficiencia de la infraestructura vial, subrayando la necesidad de implementar estrategias de gestión más efectivas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Huánuco, a través de su gerencia de infraestructura, realizar un diagnóstico integral y plan de rehabilitación urgente del pavimento rígido, dado al mal estado general del pavimento que impide una óptima transitabilidad, donde se lleve una evaluación detallada de la infraestructura vial para identificar las áreas críticas y establecer un plan de intervención inmediata. Esto permitirá priorizar y ejecutar las acciones necesarias para recuperar la funcionalidad de la vía.
- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Huánuco, a través de su gerencia de infraestructura, implementar un programa riguroso de mantenimiento preventivo y correctivo. Considerando que la deficiente conservación del pavimento influye negativamente en el flujo vehicular, donde este es crucial establecer y fortalecer un plan de mantenimiento periódico. La implementación de inspecciones regulares y reparaciones tempranas ayudará a prevenir el deterioro acelerado y a mantener la calidad de la infraestructura vial, contribuyendo a una mejor transitabilidad.
- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Huánuco, a través de su gerencia de infraestructura, ejecutar proyectos y servicios viales que contribuyan a corregir deformaciones superficiales, fisuras y grietas. Dado que las fisuras y grietas afectan significativamente la fluidez del tránsito, se recomienda la utilización de técnicas y materiales especializados para reparar y nivelar las superficies dañadas. Estas intervenciones permitirán mejorar la seguridad y la eficiencia del tránsito vehicular al garantizar una superficie uniforme.
- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Huánuco, a través de su gerencia de infraestructura, desarrollar e implementar un plan integral de acciones correctivas y de seguimiento. Considerando que la ausencia de medidas correctivas efectivas agrava el deterioro del pavimento. Esto permitirá tomar medidas proactivas para evitar futuros deterioros y garantizar la sostenibilidad de la infraestructura vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Areche, B. (2019). *Evaluación de fallas superficiales del pavimento utilizando los métodos del índice de condición de pavimentos y del manual del M.T.C. para su tipo de intervención en el Jr. Leoncio Prado del distrito de Huánuco 2017.*
- Casas, D. (2021). *Efecto del cambio climático sobre el ciclo de vida de tres secciones de pavimentos flexibles.*
- Castro Cabra, A. A. (2023). *Determinación de las condiciones del deterioro del pavimento rígido, mediante el método PCI y volumen de tránsito en las vías perimetrales del Mercado Modelo de Huánuco – 2023* [Tesis de licenciatura, Universidad de Huánuco]. Universidad de Huánuco. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4809>
- Ccasani, M., & Ferro, Y. (2017). *Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimentos.*
- Chávez, B. (2015). *Planeamiento del diseño estructural de pavimento reciclado con emulsión asfáltica CSS-1 en la carretera Rancho – Pachachupan.*
- CONSTRUNEIC. (2021). *Pavimento rígido.* <https://construneic.com/pavimentos/pavimento-rigido/>
- Costa, A. (2019). *Patologías de los pavimentos. Entrega 05.* <https://asefma.es/wp-content/uploads/2019/05/31.-patologias-5.pdf>
- Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos. (1990). *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación.* <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>
- Espinoza, T. (2015). *Evaluación del estado actual del pavimento asfáltico de la vía Huánuco-Kotosh por el método del índice de condición del pavimento.*
- Figuroa Recavarren, J. D., & Neyra Rojas, W. A. (2023). *Evaluación vial mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo Av. Gustavo Pinto -*

- Av. Jorge Basadre Grohmann Este, Tacna – 2023* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada de Tacna]. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3251>
- García Chávez, E. S. (2023). *Evaluación del estado del pavimento rígido en el corredor vial central de Huánuco mediante el método PCI – 2023* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huánuco]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/20.500.14257/1235>
- González Sánchez, M. R. (2023). *Evaluación del pavimento rígido en el tramo de la Avenida Mariscal López en Asunción, Paraguay, mediante el método PCI – 2023* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Asunción]. <http://repositorio.una.edu.py/handle/123456789/98765>
- Miranda, R. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*.
- Pérez Martínez, L. R. (2023). *Análisis integral del estado del pavimento rígido en la Ruta 1 de Paraguay mediante el método PCI – 2023* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción]. <http://repositorio.ucnsa.edu.py/handle/123456789/54321>
- Quispe Paredes, M. F. (2023). *Evaluación integral de la condición del pavimento rígido en el tramo de la Av. El Sol, distrito de Amarilis, Huánuco – 2023* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huánuco]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/20.500.14257/1234>
- Ramírez Quispe, J. A. (2023). *Evaluación de la condición del pavimento rígido en la Avenida Arce de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, mediante el método PCI – 2023* [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.uma.edu.bo/handle/20.500.14074/12345>
- Rojas Vargas, L. A. (2023). *Evaluación de la condición del pavimento rígido en la Vía de Acceso al Centro Histórico de Arequipa mediante el método PCI* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
- Sánchez Delgado, F. L. (2023). *Estado de condición del pavimento rígido mediante el método del PCI de la Av. San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas, 2023* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6170>

- Suarez, C. (2019). *Determinación del estado de deterioro del tramo de Av. Vice en Piura, aplicando el método PCI.*
- Unicoechea, J., & Barragán, W. (2020). *Evaluación de deterioros de la capa superficial del pavimento flexible de un (1) km de vía comprendida desde la calle 16 con carrera 12 con calle 15 y calle 14 hasta calle 11 con calle 12 del municipio de Girardot, Cundinamarca.*
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.*
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- Zevallos, R. (2017). *Identificación y evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca. 2017.*

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Aquino Vargas, S. (2026). *El servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco - 2024.* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.
<http://...>

ANEXOS 1

TITULO: EL SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL RADIO URBANO DE HUANUCO - 2024

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Población y muestra
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera el servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿De qué manera el estado de conservación del pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar si el servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar si el estado de conservación del pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>HiG. El servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.</p> <p>HoG. El servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>H1. El estado de conservación del pavimento rígido influye en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024</p> <p>Ho1. El estado de conservación del pavimento rígido no influye en una</p>	<p>El servicio de la infraestructura vial con pavimento rígido</p>	<p>Fisuras y grietas</p> <p>Deformaciones</p> <p>Fisura longitudinal</p> <p>Fisura transversal y/o diagonal</p> <p>Fisura en esquina</p> <p>Fisura múltiple</p> <p>Rotura o bache</p> <p>Deformaciones superficiales</p> <p>Descascaramiento</p> <p>Desprendimientos/peladura</p> <p>Pulimento superficial</p> <p>Fisura plástica</p>	<p>Para este trabajo se ha determinado la población las calles que se encuentran dentro del radio urbano de la ciudad de Huánuco, lugar donde se conforma por su totalidad del fenómeno a estudiar, en las unidades de población</p>

vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024? ¿De qué manera las deformaciones superficiales fisuras y grietas en el pavimento rígido influye en la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024? ¿De qué manera las acciones correctivas en la infraestructura vial con pavimento rígido influyen en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024?	vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024 Determinar si las deformaciones superficiales fisuras y grietas en el pavimento rígido influye en la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024 Determinar si las acciones correctivas en la infraestructura vial con pavimento rígido influyen en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024	óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024 H2. Las deformaciones superficiales fisuras y grietas en el pavimento rígido influye en la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024 Ho2. Las deformaciones superficiales fisuras y grietas en el pavimento rígido no influye en la transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024 H3. Las acciones correctivas en la infraestructura vial con pavimento rígido influyen en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024 Ho3. Las acciones correctivas en la infraestructura vial con pavimento rígido no influyen en una óptima transitabilidad vehicular en el radio urbano de Huánuco – 2024	transitabilidad vehicular	Daño del pavimento Severidad de daño del pavimento Densidad (%) de daño Reparación del pavimento Restablecer la seguridad del tránsito; Restablecer la comodidad de circulación sobre el pavimento; Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento;	poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación La muestra será de 17 jirones de la ciudad de Huánuco.
--	---	---	----------------------------------	---	---

ANEXO 2

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA ABSCISA INICIAL [] UNIDAD DE MUESTREO []
 CÓDIGO VÍA [] ABSCISA FINAL [] NÚMERO DE LOSAS []
 INSPECCIONADA POR FECHA [] []

N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño
21	Blow up / Buckling	27	Desnivel carril / berma	34	Punzonamiento
22	Grieta de esquina	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida	29	Parqueo (grande)	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad D	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		
daño	severidad	N° Losas	Densidad(%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					o o o o o
					o o o o o
					1 2 3 4

ANEXO 3

PANEL FOTOGRAFICO

Figura 8

Jirón abtao cuadra 11



En la imagen se observa la cuadra 11 del jirón Abato, donde se evidencian notables fisuras en el pavimento rígido. Se aprecian grietas de diversas longitudes y profundidades que revelan el desgaste de la superficie, probablemente ocasionado por el tránsito constante y la falta de mantenimiento adecuado. La iluminación resalta los detalles de estas fracturas, ofreciendo una visión clara del deterioro que afecta a esta infraestructura vial y subrayando la necesidad de intervenciones correctivas para garantizar la seguridad y el confort de los usuarios.

Figura 9

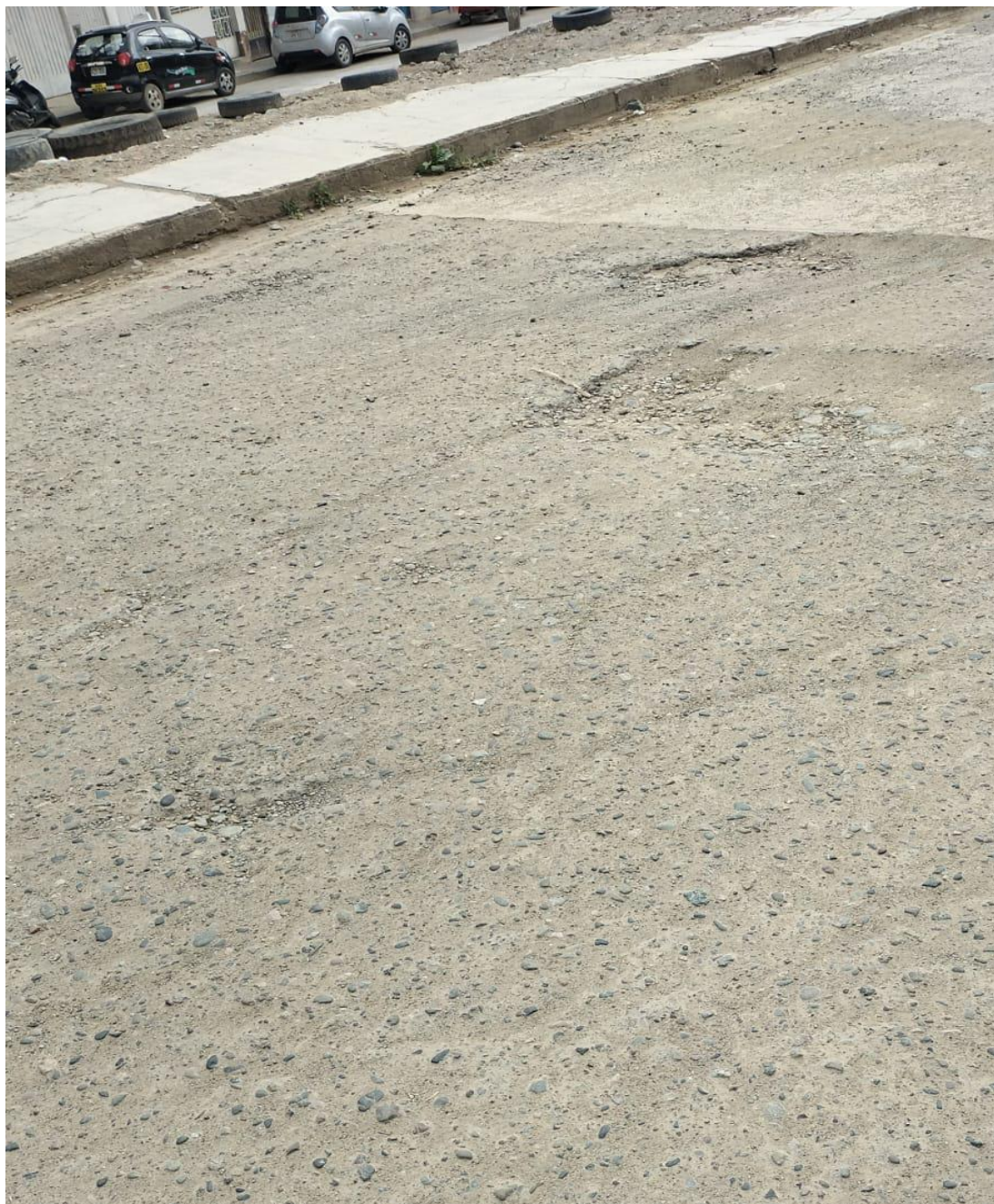
Jirón progreso cuadra 2



En la imagen se observa la cuadra 2 de progreso, donde se evidencian fisuras considerables en el pavimento rígido. Las grietas, de notable extensión y profundidad, reflejan un deterioro avanzado de la superficie, probablemente ocasionado por el tránsito intenso y la falta de un mantenimiento preventivo adecuado. La imagen resalta la severidad del desgaste, subrayando la urgente necesidad de implementar acciones de reparación y mantenimiento para mejorar la seguridad y funcionalidad de la infraestructura vial.

Figura 10

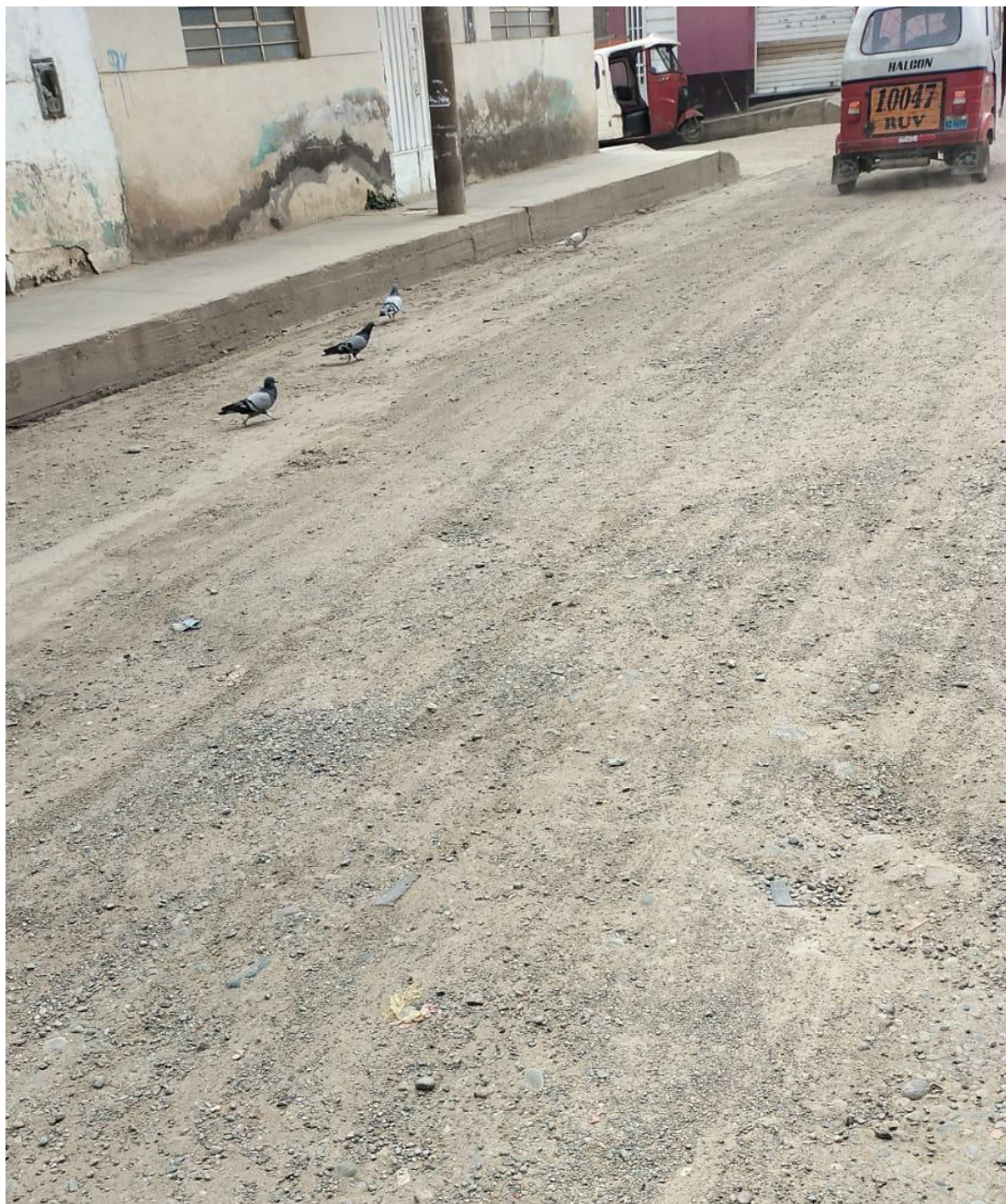
Jirón Leoncio Prado cuadra 19



En la imagen de Leoncio Prado, cuadra 19, se evidencia que falta una parte del pavimento, dejándolo en un estado de deterioro avanzado. La ausencia de material y la exposición de la base subrayan la falta de mantenimiento, lo que afecta gravemente la transitabilidad y la seguridad de los usuarios. Esta deficiencia estructural resalta la urgencia de intervenir para reparar y reforzar la infraestructura vial, evitando así mayores riesgos y garantizando un tránsito fluido y seguro en la zona.

Figura 11

Jirón Leoncio Prado cuadra 17



En la imagen correspondiente a Leoncio Prado, cuadra 17, se evidencia la ausencia total de pavimento rígido. La falta de una superficie consolidada se refleja en un terreno irregular y deteriorado, que afecta directamente la transitabilidad y seguridad de los usuarios. La carencia del pavimento adecuado no solo dificulta el flujo vehicular, sino que también expone a los conductores a mayores riesgos de accidentes. Este cuadro subraya la urgente necesidad de intervenciones para rehabilitar la vía y restablecer una infraestructura vial que garantice condiciones óptimas para el tránsito.

Figura 12

Jirón San Martín cuadra 13



En la imagen se observa la vía en San Martín, la 13, donde se evidencia la aplicación de parches en el pavimento, indicativos de reparaciones puntuales. Además, se aprecian hundimientos en diversas áreas, lo que demuestra un deterioro estructural que afecta la uniformidad y estabilidad de la superficie. Estos hundimientos y el parcheo realizado sugieren que las intervenciones han sido temporales y no han logrado solucionar los problemas subyacentes, comprometiendo la seguridad y fluidez del tránsito vehicular en la zona.

Figura 13

Jirón San Martín cuadra 15



En la imagen correspondiente a San Martín, la 15, se evidencia una superficie deteriorada con la presencia de múltiples baches y áreas donde se han aplicado reparaciones puntuales o parcheo. Estos defectos muestran un desgaste avanzado del pavimento, indicando que las intervenciones realizadas han sido temporales y poco efectivas para resolver los problemas estructurales. La combinación de baches y parches resalta la necesidad de un mantenimiento integral y adecuado para garantizar una transitabilidad segura y fluida para los usuarios de la vía.

Figura 14

Jirón Pedro Barroso cuadra 1



En la imagen correspondiente a la cuadra 1 de Pedro Barroso se aprecia un estado de deterioro significativo en el pavimento. Se observan fisuras que se extienden a lo largo de la superficie, hundimientos que crean irregularidades y baches de diversos tamaños, además de otros desperfectos que evidencian la falta de un mantenimiento adecuado. Estos daños comprometen la seguridad y fluidez del tránsito, resaltando la necesidad urgente de intervenciones integrales para restablecer la funcionalidad y seguridad de la vía.

Figura 15

Jirón Pedro Barroso cuadra 2 y 3



En las imágenes correspondientes a las cuadras 2 y 3 de Pedro Barroso se evidencia un deterioro generalizado del pavimento. Se observan baches, fisuras y otros desperfectos que indican un estado deficiente de la vía. Esta situación, resultado de una falta de mantenimiento integral, afecta la uniformidad de la superficie y compromete la seguridad y fluidez del tránsito vehicular. Es urgente implementar intervenciones correctivas para mejorar la infraestructura y garantizar condiciones óptimas para los usuarios.

Figura 16

Jirón San Cristóbal cuadra 1



En la imagen correspondiente a San Cristóbal, cuadra 4, se observan fisuras significativas que se extienden tanto en dirección transversal como longitudinal a lo largo del pavimento. Estas grietas evidencian un deterioro avanzado en la infraestructura vial. Además, se aprecian hundimientos en diferentes zonas, lo que genera irregularidades en la superficie y compromete la seguridad del tránsito. Esta situación resalta la urgencia de implementar medidas de mantenimiento y rehabilitación para asegurar una transitabilidad segura y mejorar la calidad de la vía.

Figura 17

Jirón Bolívar cuadra 2



En la imagen correspondiente a Jirón Bolívar, cuadra 2, se observan fisuras tanto transversales como longitudinales en el pavimento. Estas grietas evidencian un desgaste avanzado que afecta la integridad de la vía, mientras que la aplicación de parcheo señala intervenciones puntuales y temporales para tratar el deterioro. La combinación de estos defectos compromete la uniformidad y estabilidad del pavimento, poniendo en riesgo la seguridad y fluidez del tránsito. Es necesaria una intervención integral para corregir estos desperfectos y garantizar condiciones óptimas para los usuarios.

Figura 18

Jirón San Cristóbal cuadra 2



En la imagen correspondiente a San Cristóbal, cuadra 2, se observan fisuras tanto transversales como longitudinales, acompañadas de hundimientos notables. Estos desperfectos evidencian un estado de deterioro avanzado en la superficie del pavimento, lo que afecta negativamente la transitabilidad y la seguridad de los usuarios. La presencia simultánea de grietas y hundimientos indica que el mantenimiento de la vía es insuficiente, resaltando la necesidad de intervenciones integrales para rehabilitar la infraestructura y garantizar condiciones óptimas de circulación.

Figura 19

Jirón Libertad cuadra 2



En la imagen correspondiente a Jirón Libertad, cuadra 2, se observa un deterioro severo del pavimento. Se evidencian fisuras tanto transversales como longitudinales, acompañadas de hundimientos y baches, lo que refleja un estado generalizado de mala conservación. Estos desperfectos afectan negativamente la estabilidad y uniformidad de la vía, comprometiendo la seguridad y la fluidez del tránsito. La situación resalta la necesidad urgente de una intervención integral para rehabilitar la infraestructura y asegurar condiciones óptimas para los usuarios.

Figura 20

Prolongación Junín



En la imagen correspondiente a Prolongación Junín se evidencian fisuras tanto transversales como longitudinales, acompañadas de hundimientos en el pavimento rígido. Estos desperfectos indican un estado avanzado de deterioro en la infraestructura vial, lo que afecta la estabilidad y la seguridad de la vía. A pesar de tratarse de pavimento rígido, la mala condición observada demuestra que no se han implementado las acciones de mantenimiento necesarias para preservar su integridad. Esta situación compromete la fluidez del tránsito y resalta la urgencia de intervenciones integrales para rehabilitar la vía y garantizar condiciones óptimas para los usuarios.

Figura 21

Jirón Ayacucho cuadra 4



En la imagen correspondiente a Jirón Ayacucho, cuadra 4, se evidencian fisuras tanto transversales como longitudinales, junto con hundimientos notables en el pavimento. Estos desperfectos indican un desgaste avanzado en la infraestructura vial, lo que sugiere un mantenimiento insuficiente. La combinación de grietas y hundimientos compromete la estabilidad de la vía y afecta la seguridad y fluidez del tránsito vehicular. Este deterioro resalta la urgencia de implementar acciones correctivas y de rehabilitación integral para restablecer condiciones óptimas de uso y garantizar la seguridad de los usuarios.