

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Planteamiento de diseño para la reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado en la av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Poma Meza, Quebin Alain

ASESORA: Trujillo Ariza, Yelen Lisseth

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Transporte

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 Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71070572

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental
Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Taboada Trujillo, William Paolo	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	40847625	0000-0002-4594-1491
3	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

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 16:00 horas del día **miércoles 13 de diciembre de 2023**, 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. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | PRESIDENTE |
| ❖ MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO | SECRETARIO |
| ❖ MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 3013 -2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"PLANTEAMIENTO DE DISEÑO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE REUTILIZANDO EL PAVIMENTO DETERIORADO EN LA AV. PERÚ, AMARILIS – HUÁNUCO – 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Quebin Alain POMA MEZA**, 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 **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **1.4** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47).

Siendo las **05:20** horas del día 13 del mes de diciembre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304
Presidente


MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO
ORCID: 0000-0002-4594-1491
Secretario


MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA
ORCID: 0000-0002-0579-5135
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Mg. YELEN LISSETH, TRUJILLO ARIZA, Ingeniero asesor del Programa Académico de Ingeniería Civil. Designado mediante RESOLUCIÓN No 1998-2022-D-FI-UDH del Bach. POMA MEZA QUEBIN ALAIN, de la investigación titulada:

"PLANTEAMIENTO DE DISEÑO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE REUTILIZANDO EL PAVIMENTO DETERIORADO EN LA AV. PERÚ, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 20 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio 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, 15 de Diciembre de 2023

MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA

Asesor

DNI: 70502371

CODIGO ORCID: 0000-0002-5650-3745

PLANTEAMIENTO DE DISEÑO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE REUTILIZANDO EL PAVIMENTO DETERIORADO EN LA AV. PERÚ, AMARILIS – HUÁNUCO – 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

20% INDICE DE SIMILITUD	20% FUENTES DE INTERNET	1% PUBLICACIONES	8% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA

Asesor

DNI: 70502371

CODIGO ORCID: 0000-0002-5650-3745

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en mi camino formativo para llegar a ser un buen profesional de la carrera de Ingeniería Civil.

A mi familia especialmente, que me apoyaron y contuvieron en los malos y buenos momentos. Gracias por su instrucción sobre cómo enfrentar los desafíos sin perder la compostura ni sucumbir en el proceso y por sus sabios consejos durante mi formación personal.

A mis docentes por darme los conocimientos necesarios para mi crecimiento profesional y ético, a todos mis amigos y colegas quienes me ayudaron a desarrollarme en el ámbito formativo de la carrera profesional de Ingeniería civil de la Universidad de Huánuco.

AGRADECIMENTOS

A Dios por su gracia, bondad infinita por la vida y salud.

A mis padres, por el apoyo incondicional, moral y económicamente que me brindaron para lograr concluir la carrera profesional de Ingeniera Civil.

Agradezco profundamente a mi asesor, la MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA, por brindarme la asesoría necesaria durante el desarrollo de la presente tesis.

Asimismo, agradezco a todos los docentes que formaron parte de mi formación profesional en la carrera de Ingeniería civil de la Universidad de Huánuco, por brindarme el aprendizaje de sus experiencias como profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMENTOS	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	17
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	17
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	18
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	19
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	19
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6.1. RECURSOS TEÓRICOS.....	20
1.6.2. RECURSOS HUMANOS.....	20
1.6.3. RECURSOS ECONÓMICOS	21

1.6.4. RECURSOS ÉTICOS.....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	22
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2. BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. VEHÍCULO	25
2.2.2. CLASIFICACIÓN VEHICULAR.....	25
2.2.3. PAVIMENTO	29
2.2.4. FUNCIÓN DEL PAVIMENTO	30
2.2.5. IMPORTANCIA DEL PAVIMENTO.....	30
2.2.6. TIPO DE PAVIMENTO POR SU ESTRUCTURA	30
2.2.7. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO	33
2.2.8. PROCESO DE LOS PAVIMENTOS	34
2.2.9. MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO	37
2.2.10. CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO	40
2.2.11. ETAPAS DE DETERIORO DE PAVIMENTO	41
2.2.12. FALLAS SUPERFICIALES Y ESTRUCTURALES EN LOS PAVIMENTOS.....	42
2.2.13. CAUSAS QUE PRODUCEN FALLAS EN LOS PAVIMENTOS	42
2.2.14. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI	43
2.2.15. DEFINICIÓN DEL MÉTODO DEL PCI.	44
2.2.16. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS DEL MANUAL ASTM – 6433 (PCI).....	44

2.2.17. RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL MÉTODO PCI	45
2.2.18. PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO.....	46
2.2.19. FRESADO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS.....	47
2.2.20. MEZCLA ASFÁLTICA	48
2.2.21. CLASIFICACIÓN POR TEMPERATURA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS	49
2.2.22. PROCESO DEL RECICLAJE DE LOS PAVIMENTOS ASFALTICOS	50
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	52
2.4. HIPÓTESIS.....	53
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	53
2.5. VARIABLES.....	54
2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTE.....	54
2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTE	54
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	55
CAPITULO III.....	56
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	56
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	56
3.1.1. ENFOQUE.....	56
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	56
3.1.3 DISEÑO.....	56
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	57
3.2.1. POBLACIÓN.....	57
3.2.2. MUESTRA.....	57
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	58
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	58
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	59

3.3.3 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	60
CAPITULO IV.....	61
RESULTADOS.....	61
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	61
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS....	91
CAPITULO V.....	92
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	92
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	92
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Categoría L de Vehículos	26
Figura 2	Categoría M y N de Vehículos automotores	28
Figura 3	Paquete estructural del pavimento flexible	31
Figura 4	Paquete estructural de un pavimento rígido	32
Figura 5	Paquete estructural de pavimentos mixtos	32
Figura 6	Comportamiento estructural de pavimentos	34
Figura 7	Procesamiento de Datos.....	59
Figura 8	Resultados por unidad de muestra	61
Figura 9	Fallas por unidad	65
Figura 10	Fallas por metro lineal.....	65
Figura 11	Fallas por metro cuadrado	66
Figura 12	Distribución de fallas por metro cuadrado.....	66
Figura 13	Porcentaje de Vehículos Viernes 25/05/2023	81
Figura 14	Conteo de Vehículos Viernes 25/05/2023.....	81
Figura 15	Porcentaje de Vehículos Sábado 26/05/2023	82
Figura 16	Conteo de Vehículos Sábado 26/05/2023	83
Figura 17	Porcentaje de Vehículos Domingo 27/05/2023.....	84
Figura 18	Conteo de Vehículos Domingo 27/05/2023	84
Figura 19	Capas del pavimento asfáltico	89
Figura 20	Longitud de la Av. Perú.....	89
Figura 21	Longitud de tramo para diseño de pavimento	90
Figura 22	Plano de Ubicación	105
Figura 23	PCI para el tramo 22.....	107
Figura 24	PCI para el tramo 23.....	108
Figura 25	PCI para el tramo 24.....	109
Figura 26	PCI para el tramo 25.....	110
Figura 27	PCI para el tramo 26.....	111
Figura 28	PCI para el tramo 27.....	112
Figura 29	PCI para el tramo 28.....	113
Figura 30	PCI para el tramo 29.....	114
Figura 31	PCI para el tramo 30.....	115
Figura 32	Conteo vehicular viernes 25/05/2023.....	117

Figura 33	Conteo vehicular viernes 26/05/2023.....	117
Figura 34	Conteo vehicular viernes 27/05/2023.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones del Pavimento.....	45
Tabla 2 Principales ventajas de las técnicas de reciclado	51
Tabla 3 Operacionalización de variables	55
Tabla 3 Longitudes de las unidades de muestreo.....	57
Tabla 4 Resultados del método PCI	62
Tabla 5 Total de fallas en el pavimento asfáltico de la Av. Perú.....	64
Tabla 6 Fallas en el pavimento asfáltico de la Av. Perú.....	64
Tabla 7 Unidad de muestra N°22.....	67
Tabla 8 Unidad de muestra N°24.....	68
Tabla 9 Unidad de muestra N°25.....	69
Tabla 10 Unidad de muestra N°26.....	70
Tabla 11 Unidad de muestra N°29.....	71
Tabla 12 Unidad de muestra N°30.....	71
Tabla 13 Análisis granulométrico del pavimento reciclado	73
Tabla 14 Porcentajes para el diseño de pavimento en caliente.....	74
Tabla 15 Análisis granulométrico de mezcla mejorada para pavimento corregido.....	74
Tabla 16 Análisis comparativo de pavimento reciclado y convencional.....	76
Tabla 17 Precio de mezcla asfáltica convencional.....	77
Tabla 18 Precio de mezcla asfáltica reciclado	78
Tabla 19 Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)	78
Tabla 20 Clasificación de las muestras de suelo según SUCS.....	79
Tabla 21 Propiedades mecánicas de las muestras de suelo	79
Tabla 22 Conteo de Vehículos Viernes 25/05/2023.....	80
Tabla 23 Conteo de Vehículos Sábado 26/05/2023.....	82
Tabla 24 Conteo de Vehículos Domingo 27/05/2023.....	83
Tabla 25 IMD vehicular actual.....	85
Tabla 26 Tasa anual de crecimiento vehicular.....	85
Tabla 27 IMD vehicular futuro	86
Tabla 28 Número de ejes equivalentes.....	86
Tabla 29 Datos para diseño de Pavimento flexible	86
Tabla 30 Coeficientes estructurales para las capas de pavimento	87

Tabla 31 Coeficientes de drenaje para las Bases y Sub Bases en pavimentos flexibles.....	87
Tabla 32 Espesor de capa de pavimento flexible.....	88
Tabla 33 Comparación de SNR final y SNR requerido.	88
Tabla 34 Costo de material para reconstrucción de pavimento	91
Tabla 35 Matriz de Consistencia.....	103

RESUMEN

La presente tesis, tuvo como objetivo plantear un diseño de pavimento reutilizando el pavimento deteriorado con la finalidad de mejorar la transitabilidad vehicular. Se tuvo un enfoque cuantitativo de nivel explicativo y un diseño no experimental. Se realizó el estudio de tránsito dando como resultado que los vehículos que más se transportan por la vía son motos lineales y mototaxis, se llegó a la conclusión que el pavimento reciclado optimiza gastos de s/. 563.90 soles a s/. 466.28 soles con un ahorro del 17.3% por m², evita la formación de residuos, evita la contaminación y ofrece mejores propiedades para una mezcla asfáltica. Para plantear el diseño de pavimento se realizó estudios de suelos en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto (LABORTEC E.I.R.L.), el cual dio como resultado un CBR promedio de 19.2%. Finalmente, con el estudio de tránsito, estudio de suelo y las consideraciones del reciclaje de pavimento se llegó al siguiente diseño de pavimento flexible: carpeta asfáltica 6 cm, base 15 cm y sub base 18 cm para 2041.2 m² correspondiente al área de los 9 tramos que se requiere reconstrucción, mejorando la clasificación inicial del pavimento de la Av. Perú de PCI = 62 (BUENO), a PCI = 74 (MUY BUENO), obteniendo una mejora del 19%.

Palabras clave: Pavimento Reciclado, Pavimento flexible, Transitabilidad, transito, Mezcla Asfáltica.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to propose a pavement design reusing the deteriorated pavement with the purpose of improving vehicular trafficability. There was a quantitative approach at an explanatory level and a non-experimental design. The traffic study was carried out, resulting in the vehicles that are transported the most on the road are linear motorcycles and motorcycle taxis, It was concluded that recycled pavement optimizes expenses of s/. 563.90 soles to s/. 466.28 soles with a saving of 17.3% per m², prevents the formation of waste, prevents contamination and offers better properties for an asphalt mixture. To propose the pavement design, soil studies were carried out at the Specialized Technical Laboratory for Soil, Concrete and Asphalt (LABORTEC E.I.R.L.), which resulted in an average CBR of 19.2%. Finally, with the traffic study, soil study and pavement recycling considerations, the following flexible pavement design was reached: 6 cm asphalt layer, 15 cm base and 18 cm sub base for 2041.2 m² corresponding to the area of the 9 sections that requires reconstruction, improving the initial classification of the pavement of Av. Perú from PCI = 62 (GOOD), to PCI = 74 (VERY GOOD), obtaining an improvement of 19%.

Keywords: Recycled Pavement, Flexible Pavement, Trafficability, Transit, Asphalt Mix.

INTRODUCCIÓN

Los pavimentos desempeñan un papel crucial en nuestras vidas cotidianas al proporcionar una superficie segura y confiable para que los vehículos, los peatones y las bicicletas se desplacen. Sin embargo, a lo largo del tiempo, los pavimentos están sujetos a una serie de desgastes y daños que pueden conducir a diversas fallas. Las fallas en los pavimentos se refieren a los deterioros y defectos que ocurren en la capa de rodadura de las carreteras, calles y otros tipos de superficies pavimentadas. Estas fallas pueden ser causadas por el tráfico pesado, las condiciones climáticas extremas, la calidad deficiente de los materiales, el diseño inadecuado, el mantenimiento insuficiente y el envejecimiento natural.

Un diseño de pavimento adecuado es esencial para garantizar la funcionalidad, la comodidad y la eficiencia de los pavimentos. La presente tesis se centra en el diseño de pavimento, con el objetivo de analizar y proponer soluciones innovadoras y eficientes que contribuyan a mejorar la calidad y el rendimiento de las estructuras viales. El diseño de pavimento considera diversos aspectos técnicos, como la carga del tránsito, propiedades del suelo, materiales utilizados y las características del entorno. Además, la evolución de las tecnologías y las demandas de sostenibilidad generaron nuevas alternativas de diseño que minimicen el impacto ambiental, optimicen los recursos y mejoren la vida útil de los pavimentos.

Esta tesis se enfoca en examinar el estado actual del pavimento flexible mediante tablas y gráficos estadísticos para promover un método de diseño de pavimento, evaluar su viabilidad económica y ambiental. Se utilizó el pavimento reciclado como material alternativo para el diseño de pavimento.

Las fuentes de información tomadas en cuenta son confiables: libros, tesis de universidades públicas y privadas en el ámbito nacional e internacional, se tuvo dificultades para la elaboración de la presente tesis para la evaluación el pavimento y obtener un precio promedio de los costos de materiales.

A través de este trabajo, se espera proporcionar información valiosa para los profesionales del campo de la ingeniería vial y servir como base para futuras investigaciones en el área del diseño de pavimentos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El transporte ha crecido en todo el mundo, es factor importante para los sectores culturales, económicos y sociales, gracias a sus vías de comunicación permite el desarrollo de distintas comunidades, disminuyendo el tiempo y dinero empleados para transportarse de un lugar a otro, existen muchas formas de transportarse, la presente tesis se trata netamente sobre el transporte terrestre, su cuidado, conservación y mantenimiento. (Cordova, 2017).

Las vías de transporte terrestre desempeñan un papel fundamental como el principal canal de comunicación en nuestra nación. Su función primordial es facilitar el desplazamiento de personas, representa un recurso valioso tanto por entidades gubernamentales como por el sector privado para disminuir los costos de transacciones, especialmente en mercados donde fomentan una integración mayor con centros económicos a nivel nacional. En consecuencia, la economía en su totalidad se beneficia de contar con carreteras más apropiadas y de mayor calidad. (Cotrina, 2019).

Con la ayuda del método PCI, podemos evaluar y determinar de manera más práctica y efectiva la gravedad de varios defectos, aplicar ciertas medidas aplicadas a la superficie rodante y determinar los límites de operación. áreas para restaurar así garantizar la optimización de la vida y recursos del asfalto. (Cotrina, 2019).

La Av. Perú está situado en el distrito de Amarilis , provincia de Huánuco, departamento de Huánuco, en las coordenadas: 9°55'40"S 76°14'00"O, tiene un clima templado que varía entre 12.4°C y 26.4°C. dentro del distrito de Amarilis existen pavimentos rígidos y flexibles, dichos pavimentos no tiene los mantenimientos adecuados sobre todo en las temporadas de lluvia, provocando asentamientos o hundimientos que afectan a la transitabilidad

sobre la vía, siendo causante de muchos accidentes y llegando al extremo de perplejidad o muerte de los transeúntes sobre la vía. La Av. Perú cuenta con un pavimento flexible en estado deplorable cerca del colapso estructural, limitando la transitabilidad y siendo causante de muchos accidentes en la vía, se presentan múltiples puntos de la vía como fisuras, desprendimientos, ahuellamiento, entre otros.

Los pavimentos flexibles (asfálticos) presentan múltiples fallas si no cuenta con los mantenimientos necesarios para mantener la serviciabilidad e integridad de la población beneficiaria por esta vía, los mantenimientos se categorizan por: operaciones rutinarias, periódicas y de restauración. (Sotomayor, 2016)

En la presente tesis, se identificó los tramos donde la transitabilidad vehicular es deplorable y riesgoso en la avenida pavimentada (Av. Perú), se realizó el planteo del diseño de pavimento para los tramos de pavimento que requieran reconstrucción, reutilizando el pavimento deteriorado para mejorar la estabilidad del suelo, esta clasificación se hizo mediante el método PCI.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo plantear el diseño para la reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cómo analizar el volumen vehicular que se moviliza a través del pavimento flexible de la Av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023?

¿Cómo identificar los tramos de pavimento flexible de la Av. Perú que requieran reconstrucción con la metodología PCI, Amarilis – Huánuco – 2023?

¿Cómo plantear el diseño de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado para mejorar la transitabilidad vehicular, Amarilis – Huánuco – 2023?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Plantear el diseño para la reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar el volumen vehicular que se moviliza a través del pavimento flexible de la Av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023.

Identificar los tramos de pavimento flexible de la Av. Perú que requieran reconstrucción con la metodología PCI, Amarilis – Huánuco – 2023.

Plantear el diseño de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado para mejorar la transitabilidad vehicular, Amarilis – Huánuco – 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La presente tesis, se realizó con la finalidad de plantear un modelo de pavimento para los tramos más deteriorados de pavimento en la Av. Perú, nos permite el planteo de acciones a tomar para el diagnóstico de sí misma ya que influye en el desarrollo y aspecto de la ciudad, el deterioro de pavimento viene causando accidentes y malestares a la población de la ciudad de la eterna primavera.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El estudio para el planteo del diseño de pavimento en la Av. Perú con la norma AASHTO-93 nos indicó los pasos a seguir, previamente se realiza el estudio de la condición del pavimento para definir los tramos que requieren reconstrucción, también nos indica las acciones que se deben tomar para los resultados obtenidos en la investigación, se evaluará el estado del pavimento flexible, incluyendo el nivel de daño, su severidad y cantidad. Además, se establece si la ruta proporciona condiciones óptimas para los usuarios. Estos resultados también serán una fuente de información valiosa para aquellos aficionados en este tema. Al final seguirá siendo una instancia de aplicación.

En esta tesis era primordial conocer el estado de cada tramo de pavimento de la avenida Perú, de esta forma clasificarlo de la condición más deteriorada (fallado) a la condición más óptima (excelente) para plantear una solución para los tramos deteriorados y así tener una vía segura y eficiente para las personas.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La metodología AASHTO-93 para diseñar pavimento flexible, ofrece un modelo o una ecuación que arroja un parámetro que se llama: número estructural (SN), este valor nos indica el espesor que tendrá el pavimento, también está en función del flujo vehicular, la confiabilidad, entre otras cosas. Normalmente se utiliza un ábaco para determinar este parámetro. El ábaco se rellena con el valor de confiabilidad, el tránsito, el índice de serviciabilidad y la desviación estándar para obtener el valor subyacente SN y determinar el espesor final de las distintas capas que componen la estructura vial. (García A. , 2015)

El método PCI es de gran importancia para clasificar el estado en el que se encuentra un pavimento, la cercanía a la realidad y las soluciones que ofrece. Este proyecto incluye información de gran importancia que puede ser utilizado para futuros proyectos de

investigación e interesados en utilizar el método PCI, como punto de partida en su investigación sobre su proyecto, así como para ver problemas reales y plantear soluciones.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Los vehículos tanto ligeros como pesados que circulan por la Av. Perú son un gran impedimento para el desarrollo de esta investigación ya que pueden causar algún tipo de accidente en la vía.

Información escasa y casi nula sobre el expediente técnico o planos de la pavimentación de la Av. Perú.

Los presentes estragos que quedaron sobre el covid-19 limitan el control total del área de estudio sobre la Av. Perú.

Las herramientas necesarias para la elaboración de esta tesis son de vital importancia para obtener los resultados esperados en el estudio.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis es viable, se cuenta con recursos teóricos, recursos humanos, recursos económicos y recursos éticos.

1.6.1. RECURSOS TEÓRICOS

Se contó con basta información bibliográfica calificada, nacional e internacional que sirve de guía y apoyo a través del internet, revistas o libros acerca del tema de investigación.

1.6.2. RECURSOS HUMANOS

Se contó con personal calificado y especializado, que estuvo apoyando en el desarrollo de la presente tesis.

1.6.3. RECURSOS ECONÓMICOS

La presente tesis requiere de un fondo económico moderado, nuestra problemática se basa en un desarrollo descriptivo en base al estado actual del pavimento de la vía, por ende, fue costeado por el mismo tesista.

1.6.4. RECURSOS ÉTICOS

Las fuentes de información, así como los resultados fueron verídicos, se tiene como fin responder el problema planteado para saber la condición actual de pavimento y proponer posibles soluciones para mejorar la transitabilidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Velasquez (2020), en su investigación: *“Monografía Del Uso De Rap (Pavimentos Asfáltico Reciclados) Para La Rehabilitación De Vías Urbanas Del Municipio De Girardot - Cundinamarca”*. Tiene por objetivo principal examinar la viabilidad técnica, evaluar el análisis económico y analizar el comportamiento del material de RAP en contraste con la mezcla asfáltica convencional, con el fin de mejorar las vías urbanas de la región. Para el desarrollo de la investigación utilizó las especificaciones de carreteras establecidas por el Instituto Nacional de Vías, el cual concluye: El uso de material de pavimentos asfálticos reciclados (RAP) conlleva beneficios como la disminución de procesos de extracción y trituración de agregados, disminuye la emisión de contaminantes y la prolongación de la vida útil de los sitios de almacenamiento final de materiales resultantes de actividades de construcción.

Peréz (2021), en su investigación *“Diagnóstico De Pavimentos Mediante El Método PCI Y Análisis De La Influencia Del Mal Estado De La Vía Con Relación Al Número De Accidentes Presentados En La Av. La Victoria (Carrera 4 Este) Entre Calle 37 Sur Y Calle 27ª Sur - Colombia”*, el objetivo principal es llevar a cabo un informe de las fallas presentes en el pavimento con el propósito de analizar el impacto en términos de seguridad y movilidad causado por el deterioro de la Av. La Victoria entre la calle 37 sur y la calle 27ª sur. Se utilizó el método PCI para la evaluación del pavimento y se concluye en: El valor de PCI varía desde un valor mínimo PCI=16 (Muy Malo) el cual requiere una reconstrucción del pavimento a un valor máximo PCI=76 (Muy Bueno) que requiere un mantenimiento periódico.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Flores & Saldaña (2020), en su investigación: *“La influencia del RAP en la resistencia estructural de un pavimento reciclado en frío para el proyecto de conservación vial de la carretera Binacional Mazocruz – Puente Internacional”* tiene como objetivo principal evaluar la influencia del Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) en la resistencia estructural proporcionada por la base reciclada con estructuras de pavimentos, mediante la extracción de muestras de calicatas ubicados en los Tramos III y IV de la carretera Binacional Mazocruz - Puente Internacional, para poder desarrollarlo utilizó la guía AASHTO 93 que dio como conclusión: Tras el análisis llevado a cabo, se llega a la conclusión de que el RAP tendrá un impacto negativo en la estructura del pavimento para el proyecto en cuestión, lo cual se debe a la clasificación y composición del RAP, así como a las especificaciones del paquete estructural. Uno de los hallazgos de la tesis, puede afirmar que a medida que aumenta el porcentaje de RAP con la base granular en la mezcla, la resistencia estructural (CBR) disminuye, lo que implica la necesidad de utilizar un agente regulador para cumplir los requisitos de resistencia estructural necesarios.

Tacza & Rodriguez (2018), en su investigación: *“Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado”* tiene como objetivo principal: Plantear propuestas de intervención que mejoren las condiciones operacionales del pavimento flexible en la vía del corredor Javier Prado, para poder desarrollarlo utilizó el método del PCI que dio como resultado el valor del PCI=57 para la sección que fue tomada como muestra y concluye en que gracias al método del PCI se puede plantear alternativas para poder mejorar las condiciones del pavimento y por ende las condiciones de vida de las personas que transitan por Javier Prado.

Salazar (2019), en su investigación: *“Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca - Tumán”*, tiene como objetivo principal llevar a cabo una evaluación de las patologías del pavimento flexible utilizando el método PCI (Índice de Condición del Pavimento), con el fin de mejorar la transitabilidad en la carretera Pomalca - Tumán en el tramo que va desde el kilómetro 0 + 000 hasta el kilómetro 10 + 000, durante el año 2018, para poder desarrollarlo utilizó el método del PCI que da por conclusión: un rango de valores para el PCI entre 65.91-72.59 y lo cual es indicador que el pavimento en estudio se encuentra en un buen estado, las fallas en el pavimento como abultamiento y hundimiento, grietas, huecos y ahuellamientos leves.

Murga & Zerpa (2019), en su investigación: *“Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida costa rica y prolongación César Vallejo, Trujillo”*, tiene por objetivo principal determinar el estado de conservación del pavimento flexible en la Avenida Costa Rica y la prolongación Cesar Vallejo, ubicadas en la ciudad de Trujillo, por los métodos PCI y VIZIR. Para ello se utilizó las metodologías PCI y VIZIR, los cuales concluyeron con un puntaje promedio del valor del PCI=51.28 clasificado como regular y por la metodología VIZIR un puntaje promedio de 2.2 que se clasifica como bueno, la diferente clasificación se da porque ambas metodologías tienen diferentes categorías para clasificar la el estado del pavimento.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Cotrina (2019), en su investigación: *“Aplicación Del Método Pavement Condition Index (PCI) Para Evaluar Pavimentos Flexibles En La Progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca- Cerro De Pasco 2019”*, tiene como objetivo principal evaluar el estado de los pavimentos flexibles en el tramo entre la progresiva 46+600 y 51+600, ubicado en Yanahuanca - Cerro de Pasco durante el año 2019. Utilizando la metodología PCI se obtuvo la siguiente conclusión: el valor PCI=48.63

indicando una clasificación Regular para la calidad del pavimento. Finalmente se obtuvieron las siguientes conclusiones para las fallas del tramo de estudio: 17,47% la falla Piel de cocodrilo, 17,40% la falla de Depresión, 15,34% la falla Corrugación, 9,65% las fallas Ahuellamiento, 7,95% la falla Hinchamiento, 5,32% la falla Pulimiento de agregados, 5,60% en Parcheo y entre otras fallas menores al 5%.

Actualmente solo se encontró un antecedente local que fue desarrollado por la universidad de Huánuco (UDH) para evaluar el pavimento flexible del distrito de Yanahuanca en Cerro de Pasco.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. VEHÍCULO

Se define como un artefacto de libre operación que fueron diseñados y construidos para el transporte de personas o bienes por una vía terrestre pública o privada que este abierta al uso público. (MTC, Reglamento Nacional De Transito, 2009)

Vehículo automotor: Vehículo que cuenta con más de dos ruedas que tiene motor y tracción propia que generalmente sirve para el transporte de personas, bienes o tracción vial de otros vehículos. (MTC, Reglamento Nacional De Transito, 2009)

2.2.2. CLASIFICACIÓN VEHICULAR

La siguiente clasificación vehicular se realizado mediante Resolución Directoral N° 4848-2006-MTC/15, y posteriormente quedo aprobado la Directiva N° 002-2006-MTC/15, en esta se registró las categorías a los vehículos automotores correspondientemente que se traslada por la Red vía nacional (MTC, 2006)

Categoría L: considerado los vehículos automotores que tienen menos de 4 ruedas

- Categoría L1: Considerados los vehículos de 2 ruedas, con cilindrada hasta 50 cm³ y que alcanzan una V_{max} de 50 km/h.
- Categoría L2: Considerados los vehículos de 3 ruedas, con cilindrada hasta 50 cm³ y que alcanzan una V_{max} de 50 km/h
- Categoría L3: Considerados los vehículos de 2 ruedas, con cilindrada mayor de 50 cm³ o que alcanzan una V_{max} mayor a 50 km/h.
- Categoría L4: Considerados los vehículos de 3 ruedas sin simetría al eje longitudinal, con cilindrada mayor de 50 cm³ o que alcanzan una V_{max} que sobrepase de 50 km/h.
- Categoría L5: Considerados los vehículos de 3 ruedas sin simetría al eje longitudinal, con cilindrada mayor de 50 cm³ o que alcanzan una V_{max} mayor a 50 km/h y su peso total no sobrepase de 1000 kg (1 ton).

Llamados comúnmente: motos, motocicletas, trimotos.

Figura 1
Categoría L de Vehículos



Fuente: (Adaptado de Asociación de motociclistas del Perú,2020)

Categoría M: Son los vehículos automotores que tienen 4 ruedas o más, fueron diseñados y construidos con el fin de transportar de pasajeros

- Categoría M1: Considerados los vehículos que tiene 8 asientos o menos, sin considerar el lugar del chofer.
- Categoría M2-C1: Considerados los vehículos que tiene más de 8 asientos, sin considerar el lugar del chofer y su peso total no exceda 5 ton. Fabricados con secciones libres para el desplazamiento frecuente de los pasajeros.
- Categoría M2-C2: Considerados los vehículos que tiene más de 8 asientos, sin considerar el lugar del chofer y su peso total no exceda 5 ton. Que fueron diseñados para el transporte de personas en los asientos y en el pasadizo.
- Categoría M2-C3: Considerados los vehículos que tiene más de 8 asientos, sin considerar el lugar del chofer y su peso total no exceda 5 ton. Que fueron diseñados únicamente para el transporte de personas en los asientos.
- Categoría M3-C1: Considerados los vehículos que tiene más de 8 asientos, sin considerar el lugar del chofer y su peso total exceda 5 ton. Que fueron diseñados con áreas para pasajeros parados, que permiten el movimiento continuo de las personas.
- Categoría M3-C2: Considerados los vehículos que tiene más de 8 asientos, sin considerar el lugar del chofer y su peso total exceda 5 ton. Diseñados solo para el transporte de personas en los asientos y en el pasadizo y/o en una sección que no exceda el espacio disponible para dos asientos dobles.
- Categoría M3-C3: Considerados los vehículos que tiene más de 8 asientos, sin considerar el lugar del chofer y su peso total exceda 5 ton. Que fueron diseñados solamente para el transporte de pasajeros en los asientos.

Categoría N: Son los vehículos automotores que tiene 4 ruedas o más que fueron diseñados y construidos para el transporte de cargas y/o mercancías

- Categoría N1: Considerados vehículos cuyo peso total no exceda de 3.5 ton.
- Categoría N2: Considerados vehículos cuyo peso total este dentro de 3.5 ton hasta 12 ton.
- Categoría N3: Considerados vehículos cuyo peso total sobrepasen a 12 ton.

Figura 2
Categoría M y N de Vehículos automotores



Fuente: (Adaptado de Seguridad Vial,2018)

Categoría O: En esta categoría se encuentran los remolques - incluidos los semirremolques

- Categoría O1: Considerados los remolques cuyo peso total vehicular no exceda de 0.75 ton.
- Categoría O2: Considerados los remolques cuyo peso total vehicular se encuentren entre 0.75 ton y 3.5 ton.
- Categoría O3: Considerados los remolques cuyo peso total vehicular se encuentren entre 3.5 ton y 10 ton.
- Categoría O4: Considerados los remolques cuyo peso total vehicular excedan de 10 ton.

2.2.3. PAVIMENTO

El pavimento es una estructura formada por capas de materiales seleccionados diseñados para soportar las cargas del tráfico, distribuidas uniformemente sobre el suelo, la compresión de las capas debe asegurar la suficiente resistencia requerida. El pavimento debe asegurar un funcionamiento óptimo, respetando la vida útil de diseño, considerando el ancho adecuado, la resistencia a los deslizamientos, las cargas del tráfico y la capacidad de agarre del asfalto son importantes, al igual que su resistencia al medio ambiente. Los materiales utilizados en las capas superiores son más resistentes en comparación con las demás capas, además, el diseño considera el mínimo espesor en las capas y se respeta la resistencia, principalmente por razones económicas. (Cordova, 2017)

Desde la perspectiva del usuario, una vía es una superficie que debe garantizar comodidad y seguridad al transitar por ella, es decir, debe brindar una óptima calidad de servicio. La superficie de la carretera también se puede definir de la siguiente manera: Una superficie de la carretera está compuesta por capas de diferentes materiales granulares, que tienen la función de aguantar las cargas debido a los efectos del tráfico que pasa durante el tiempo de su diseño. Cuando el volumen de tráfico aumenta o se ha excedido la vida útil, el pavimento se degrada debido a diversas formas de daño, siendo comúnmente la pérdida de la elasticidad en la capa de asfalto. (AASHTO, 1993)

Un pavimento es un componente estructural que descansa completamente sobre un subsuelo conocido como base. Esta capa está diseñada para aguantar un sistema de capas de grosor variable, llamado estructura del pavimento, diseñado para resistir cargas externas a lo largo de un determinado período de tiempo. (ASTM D6433, 2004)

2.2.4. FUNCIÓN DEL PAVIMENTO

Una estructura de pavimento instalada sobre una base adecuada funciona para proporcionar un pavimento que permita que el vehículo pase con seguridad a una velocidad prudente y que resista a los diferentes cambios climáticos a los que estará expuesto. (Cordova, 2017).

Existen diferentes tipos de pavimento según el tipo de vehículo y la cantidad de tráfico al que se verá sometido. Por ello, el objetivo principal del proyecto es diseñar, construir, mantener y gestionar la acera, optimizando costes para la sociedad. Asimismo, se tiene en cuenta que la vía no asfaltada no es segura en su funcionamiento, ocasionando pérdida de tiempo por la limitación de velocidad y carga del vehículo, lo que incrementará el costo. (Cordova, 2017)

2.2.5. IMPORTANCIA DEL PAVIMENTO

Las carreteras pavimentadas desempeñan un papel crucial en el crecimiento económico, ya que conectan ciudades y pueblos, fomentando así el desarrollo, asimismo también garantizando un transporte seguro y un servicio óptimo para los usuarios, además de bajos costos anuales de mantenimiento debido a la alta capacidad de carga y buen desempeño de los peatones, desde las aceras hasta el tránsito vehicular.

Por esta razón, es importante diseñar el pavimento utilizando los criterios para crear caminos pavimentados en buenas condiciones que cumplan a cabalidad con todas sus funciones. (Garcia & Camposano, 2012)

2.2.6. TIPO DE PAVIMENTO POR SU ESTRUCTURA

Hay tres tipos de pavimentos que se distinguen por la estructura que se utiliza en su construcción.

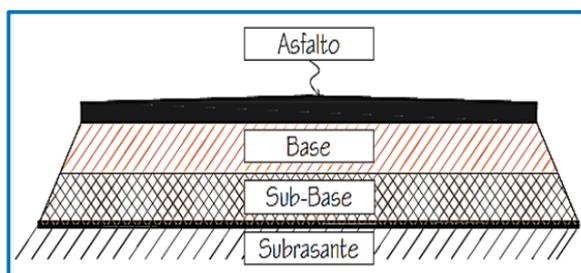
A. Pavimento Flexible

La textura de un pavimento está compuesta por capas de una selección de material granular. La capa superior, conocida como capa de desgaste, es una mezcla bituminosa que debe contener la cantidad adecuada de asfalto para resistir las cargas del tráfico y las condiciones ambientales. La estructura de la banda de rodadura soporta las fuerzas laterales, como el frenado del vehículo, y parte de las fuerzas longitudinales que se transmiten a otras partes del pavimento. (Garcia & Camposano, 2012).

El pavimento flexible es económico de construir y tiene una vida útil de 10 a 15 años, sin embargo, una desventaja es que requiere mantenimiento continuo, a diferencia del pavimento rígido. (Garcia & Camposano, 2012).

Figura 3

Paquete estructural del pavimento flexible



Fuente: (Rubio,2018)

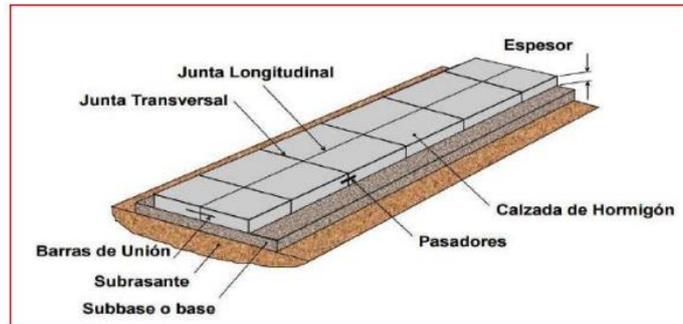
B. Pavimento Rígido

Conocido también por pavimento hidráulico, está formado por losas de hormigón armado que pueden desplazarse en una base granular. Este tipo de pavimento no sufre la deformación de las capas subyacentes. (Gamboa, 2009).

El pavimento de tipo rígido presenta un costo inicial superior al del pavimento flexible y su duración oscila entre 20 y 30 años. Requiere un

mantenimiento mínimo, centrado principalmente en el tratamiento de las juntas entre las losas. (Gamboa, 2009).

Figura 4
Paquete estructural de un pavimento rígido

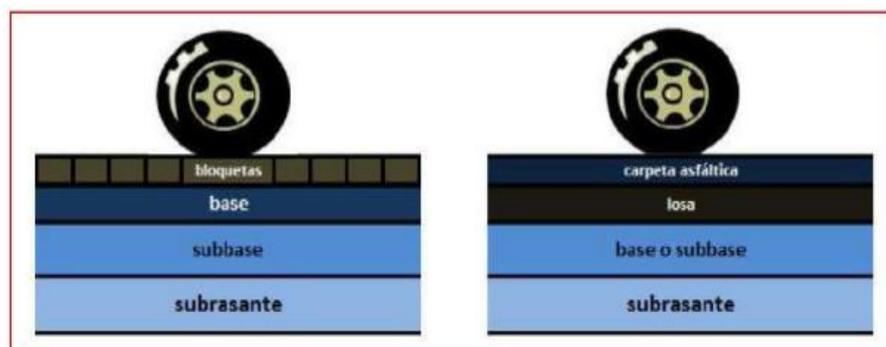


Fuente: (Adaptado de American Concrete Pavement Association ACPA, 2018)

C. Pavimento Mixto

Conocido también, por pavimento compuesto, este tipo de pavimento combina bloques prefabricados de hormigón, tanto rígidos como flexibles, se instalan a cambio de la capa de asfalto. Su objetivo principal es reducir la velocidad de los vehículos. Es especialmente adecuado para áreas urbanas, se garantiza la comodidad y seguridad de los transeúntes. Otro tipo de pavimento mixto es aquel en el que se construye una capa de asfalto sobre uno rígido. Este pavimento presenta una falla particular conocida como grieta de reflexión conjunta. (Gamboa, 2009).

Figura 5
Paquete estructural de pavimentos mixtos



Fuente: (Gamboa, 2009)

2.2.7. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

El pavimento flexible está constituido por una sucesión de capas y cargas asignadas por las propiedades del sistema.

Los pavimentos rígidos cuentan con un elevado módulo elástico y se distribuye las cargas de manera uniforme sobre una amplia superficie. El aspecto más relevante a tener en cuenta es la resistencia del concreto.

Las propiedades estructurales del pavimento para cargas externas difieren en función de sus capas constituyentes. La distribución de la carga es la principal distinción en el comportamiento entre el pavimento flexible y el rígido. (Gamboa, 2009)

En el pavimento dúctil, se colocan las capas de mayor calidad a lado de la superficie, lugar donde la tensión es más intensas. A medida que la carga se transfiere de arriba hacia abajo, las capas inferiores del pavimento absorben gradualmente estas cargas.

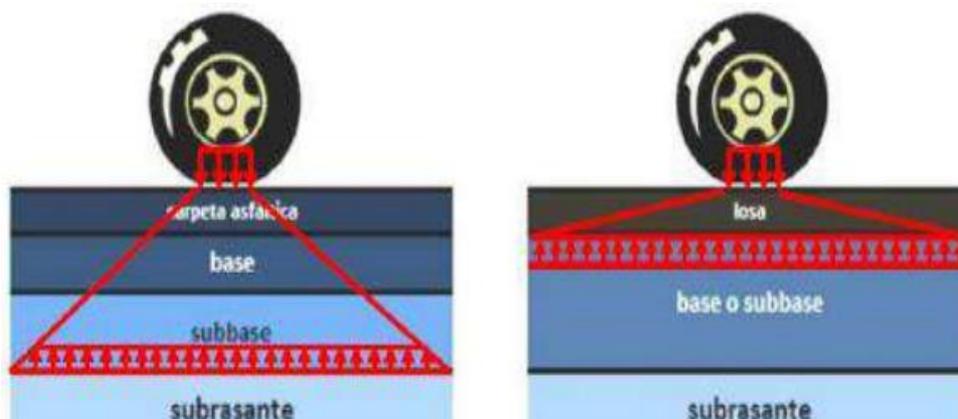
Los pavimentos flexibles presentan una menor rigidez, lo que ocasiona una mayor deformación en comparación con los pavimentos rígidos, generando así tensiones más elevadas en la capa inferior del pavimento. (Gamboa, 2009).

En el pavimento rígido, la losa desempeña la función principal de soportar la mayor carga. Las capas situadas en a arte inferior de la losa son consideradas de poca importancia en términos de durabilidad. Gracias a la rigidez del concreto, las cargas vehiculares se distribuyen de manera uniforme, provocando tensiones muy bajas en la capa de base.

Uno de los factores que influye en las propiedades del pavimento es la carga que actúa sobre él y la velocidad a la que se desplaza. El pavimento se encuentra sometido a cargas en movimiento y las cargas de impacto repetido afectan la resistencia de las capas del pavimento

que son relativamente rígidas. Por lo tanto, para pavimentos flexibles, se produce especialmente en la capa adhesiva y estabilizadora este efecto. (Gamboa, 2009).

Figura 6
Comportamiento estructural de pavimentos



Fuente:(Gamboa, 2009)

2.2.8. PROCESO DE LOS PAVIMENTOS

Los pavimentos en todo su periodo de vida útil se enfrentan a diferentes criterios para entender a qué están sujetas. Estas fases se ocupan de la construcción, restauración y mantenimiento de los pavimentos.

a) El diseño y construcción del pavimento

Se trata de un procedimiento que abarca todas las tareas requeridas para realizar y conservar una infraestructura vial, lo cual implica asegurar los recursos necesarios, llevar a cabo la construcción de las estructuras civiles, instalar equipos y gestionar todas las actividades relacionadas con su funcionamiento. El primer paso en la construcción de pavimentos es el trabajo de campo o la recopilación de información (planos, puntos topográficos, referencias satelitales, etc.). Este estudio implica la investigación de información disponible, el análisis del flujo, la evaluación de la calidad del material y considerar otros aspectos indispensables para llevar a cabo el diseño. (Cordova, 2017)

Antes de seleccionar el enfoque de investigación a utilizar en un proyecto específico, es fundamental realizar un análisis exhaustivo de toda la información disponible, esto es necesario para verificar la calidad del material proveniente de las canteras. Además, se deben llevar a cabo evaluaciones del terreno, ensayos de laboratorio, determinar las elevaciones y los grados finales del pavimento. Siempre que sea posible, agregue tanta información de tráfico como sea posible y, si no está disponible, proporcione las estimaciones necesarias. (Cordova, 2017)

B) Mantenimiento del pavimento

Son obras, actividades, operaciones, acciones y cuidados rutinarios, periódicos o urgentes, que se llevan a cabo para garantizar que las carreteras mantengan las condiciones necesarias en cuanto a su superficie, funcionamiento, estructura y seguridad, el objetivo principal es asegurar la satisfacción de los pasajeros y facilitar un flujo de tráfico adecuado. Por razones prácticas, se clasifica en mantenimiento de rutina y en mantenimiento urgente. (Gamboa, 2009)

- Mantenimiento Rutinario del pavimento

Todas las pequeñas acciones y obras de menor escala se llevan a cabo de forma permanentes, realizadas con el fin de preservar y mantener la apariencia y funcionalidad de la infraestructura vial, cooperando a que la infraestructura cumpla con su vida útil prevista, sin sufrir un deterioro significativo en su capacidad estructural, creando exigencias de carga que vienen previstas en el diseño o por otros factores. (Gamboa, 2009)

- Mantenimiento Periódico del pavimento

Son labores preventivos de gran envergadura, temporales, menos frecuentes, que se llevan a cabo de manera planificada o en respuesta a condiciones preestablecidas, con la finalidad de retrasar oportunamente el avance del proceso natural de deterioro del estado

estructural, el estado funcional o de calidad del vehículo, y el estado de seguridad de la infraestructura vial, ya sea por las demandas de las cargas previstas en el diseño original o por otros factores, contribuyendo así a su capacidad para prolongar su tiempo de vida mucho más allá del periodo previsto en su diseño original. (Cordova, 2017)

El mantenimiento regular incluye el tratamiento de la banda de rodadura y trabajos de restauración. En el primer caso, se enfoca en restaurar aspectos superficiales como la textura o simplemente preservar la durabilidad del asfalto para evitar la formación de grietas y fisuras, y se realiza mientras el pavimento aún no ha alcanzado un nivel de deterioro significativo. Ni siquiera ha llegado a la normalidad.

El segundo caso consiste en aplicar un recubrimiento suplementario al pavimento sin alterar considerablemente la estructura subyacente (lo que se conoce como recapeo) ni realizar un fresado y/o reciclado del pavimento. Esta situación se presenta cuando el pavimento está en buenas condiciones antes de que se estropee. (Cordova, 2017)

- Rehabilitación del pavimento

Esta es una actividad necesaria para restaurar la estructura vial a su capacidad de carga original y nivel de servicio en cuanto a seguridad y comodidad. Estas acciones se realizan para abordar problemas estéticos, funcionales, estructurales y/o de seguridad en el área de la red vial después de realizar trabajos de demolición parcial o completa de las infraestructuras existentes. A diferencia de la rehabilitación, la rehabilitación no significa aumentar el nivel de las carreteras, sino que implica la implementación de refuerzos viales y mejoras específicas en la infraestructura vial para acomodar futuros aumentos en el tráfico. En cuanto a la obra de rehabilitación, su alcance será mayor en términos de ampliación. (Rubio, 2018)

La rehabilitación se considera una medida no deseada dentro de un plan de conservación, ya que en muchas situaciones parece surgir

como resultado de una conservación inadecuada o como una respuesta necesaria ante los daños causados por fenómenos naturales.

Los pavimentos pueden tener dos tipos de restauración, superficial y textura. Las medidas de restauración de la superficie abordan los problemas limitados a las capas superiores del pavimento, las imperfecciones asociadas con el envejecimiento del asfalto y el agrietamiento de la superficie causado por factores térmicos. (Gamboa, 2009)

La restauración de la superficie se basa en la aplicación de una delgada capa de mezcla bituminosa fría o caliente sobre una base preexistente. Esta es la solución más sencilla al problema, ya que requiere menos tiempo para completar el trabajo y causa la menor interrupción posible a los usuarios de la carretera.

La molienda y la conformación de materiales granulares se utilizan a menudo cuando el pavimento necesita tener una mayor capacidad de carga o como otra alternativa. (Rubio, 2018)

La restauración estructural puede enfocarse hacia la reconstrucción completa. Esta es la alternativa de elección cuando la renovación va acompañada de una decisión de renovación que requiere una modificación importante de la carretera. También se contempla la opción de añadir estratos suplementarios sobre la superficie existente. (Rubio, 2018)

2.2.9. MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO

Sellado de grietas o fisuras

El relleno de fisuras es una operación que implica esencialmente en limpiar las fisuras y rellenarlas con productos asfálticos, morteros o mezclas asfálticas, con el propósito de evitar la filtración del agua a la base del pavimento y prevenir el ingreso de otros materiales a la estructura del pavimento. (Rubio, 2018)

Parche o bacheo

Son más frecuentes en la corrección de problemas específicos en el pavimento. Consiste en eliminar y reemplazar una zona localmente dañada de forma grave, o llenar agujeros causados por la descomposición.

Se realiza para reparar daños estructurales que se manifiestan a través de grietas de intensidad media a alta, hundimientos profundos, grietas por deslizamiento y daños puntuales como agujeros, roturas, etc. (Cordova, 2017). Se clasifica en:

Emergencia: Rellene los huecos con asfalto frío o caliente y posiblemente hormigón Portland, material granular, etc. Estas reparaciones se llevan a cabo con mínima o ninguna preparación previa en la zona afectada. (Cordova, 2017)

Superficie: No es necesario retirar el pavimento existente. Se trata del sellado de áreas locales con grietas, deformaciones, asentamientos y/o descomposición mediante la proyección de adhesivos y mezclas asfálticas (en caliente o en frío). El proceso implica la limpieza de la superficie, regar el asfalto, esparcir y consolidar la mezcla hasta un espesor que suele ser de 2 a 4 cm.

Carpeta: Considerar remover parte o todo el betún de la zona afectada, limpiando y corrigiendo (si es necesario) la superficie de apoyo, utilizando un spray adhesivo, el cual puede ser removido en un corto lapso de tiempo número de casos a criterio del Ingeniero, llene y compacte el asfalto alternativo. (Cordova, 2017)

Profundo: Retirar y reponer asfalto del subsuelo o subsuelo. La remoción de material de cimentación, subbase o base se realizará cuando no exista una superficie de apoyo sólida, lo cual suele ocurrir en situaciones como en el caso de falta de compactación, exceso de humedad, contaminación o presencia de material de baja calidad. En

estos casos, el material no conforme debe ser retirado y reemplazado. (Cordova, 2017)

Tratamiento Superficial In Situ (Sellado): Incluye el uso de sellador asfáltico o tratamiento superficial para ubicaciones in situ con un área menor a 300m². Riego con material asfáltico recubierto de árido asfáltico o lechada. Es adecuado para pavimentos viejos y oxidados con fisuras en forma de patas de gallo y/o pérdida de árido por una menor descomposición.

Además, se puede utilizar para solucionar inconvenientes estructurales y aumentar la resistencia al deslizamiento en áreas críticas como curvas, intersecciones y taludes. Antes de aplicar esta técnica, se requieren acciones previas como el parchado, relleno de grandes fisuras, nivelación local en zonas deformadas, así como el barrido y la remoción de residuos de la superficie. Las acciones más frecuentes son: sellar la capa con piedra triturada o grava o con mortero de arena y asfalto. Nivelación con mezcla asfáltica: Básicamente, esta operación es similar a realizar el bacheo superficial. Es adecuado para la reparación de defectos menores como: pandeo, surco, surco, etc.

El proceso de aplicación requiere barrer y alisar la superficie que se va a tratar. Luego, la mezcla se extiende a mano o con maquinaria de construcción. Por último, se compacta la mezcla utilizando un rodillo fino hasta lograr la consistencia adecuada. (Cordova, 2017)

Microfresado y/o estructuras localizadas: El fresado en frío es un proceso en la que se utiliza un equipo con un cilindro giratorio que posee dientes especialmente resistentes para eliminar el pavimento de hormigón bituminoso hasta alcanzar una profundidad específica. Estos dispositivos tienen sistema de nivelación automática y pueden trabajar con buena precisión. En el caso del fresado, esta acción específica implica la eliminación de 1 a 3 cm de pavimento para alisar áreas deformadas de elevación y ondulación, microfisuras, superficies fisuradas y desprendimientos. El dispositivo retira el material sin

perjudicar las capas subyacentes, dejando una superficie áspera y plana, facilitando la aplicación de nuevas capas con un grosor uniforme, además de optimizar la adherencia entre las capas del pavimento. La textura, por otro lado, se refiere al fresado o eliminación de un espesor de 3 a 10 mm. para mejorar la fricción de la carretera. (Medina, 2015)

2.2.10. CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO

Los pavimentos desempeñan un papel crucial en el transporte terrestre y, por lo tanto, requieren mantenimiento oportuno para mantenerse en óptimas condiciones y cumplir con su vida útil designada, asegurando un buen nivel de servicio. Los pavimentos son proyectos que implican inversiones tanto públicas como privadas, por lo que requieren mantenimiento y reparaciones para prolongar su ciclo de vida y mantener los parámetros de calidad.

Durante un largo período, se ha dado prioridad a la construcción de nuevas carreteras en lugar de la preservación de las existentes, debido a la falta de asignación de fondos para el mantenimiento y la rehabilitación. Según el diseño de un pavimento, no es necesario conservarlo durante toda su duración, sino que debe ser reconstruido una vez que haya cumplido con su tiempo de vida útil.

En la actualidad, es cada vez más necesario mantener los pavimentos en buen estado para garantizar un funcionamiento adecuado, ya que están susceptibles a sufrir deterioro debido a diversos factores externos como (el tráfico, cargas excesivas, condiciones climáticas, entre otras.) que son constantes y pueden llevar al colapso de la vía pavimentada.

El deterioro de la calzada no es muy evidente en las etapas iniciales, pero se vuelve más pronunciado a medida que avanza, hasta llegar al deterioro final, es por eso que los pavimentos están estructurados para cumplir con un periodo de vida determinado, el cual

puede dividirse en cuatro etapas: construcción, degradación inicial, degradación acelerado, degradación final. (Cordova, 2017)

2.2.11. ETAPAS DE DETERIORO DE PAVIMENTO

1) Construcción. En esta etapa la superficie de la vía se encuentra en buen estado, atendiendo de manera óptima a los transeúntes, el monto de inversión en esta etapa es el montaje estructural, el cual se construye de acuerdo a los requerimientos de diseño. (Garcia & Camposano, 2012)

2) Deterioro Imperceptible. En esta etapa, el deterioro de la superficie de la carretera es invisible a simple vista, el deterioro aumenta con el tiempo, lo que afecta el proceso de desgaste o la capa de asfalto, puede ser ocasionado por las cargas del tráfico, el incremento del volumen de vehículos y los efectos ambientales. Para controlar dicho deterioro es necesario llevar a cabo un mantenimiento exhaustivo a fin de no afectar la vida útil del pavimento; esto contribuirá a mantener una carretera en buenas condiciones y con buena mantenibilidad, el costo anual de mantenimiento es de aproximadamente 0.4% al 0.6% del costo total de construcción y el estado varía de excelente a bastante. (Garcia & Camposano, 2012)

3) Deterioro Acelerado. Después de un período de funcionamiento y a medida que ocurre una degradación apenas perceptible, la composición del pavimento se ve cada vez más dañada, reduciendo la capacidad de soportar la circulación vehicular, el daño del pavimento se vuelve más evidente en la capa asfáltica, la cual puede ser fácilmente observable. Este paso se considera corto porque la degradación es muy rápida y la condición del pavimento varía de buena a muy mala. (Garcia & Camposano, 2012)

4) Deterioro Total. Esta etapa representa el punto culminante cuando el daño en el pavimento es extremadamente grave, lo que permite observar diferentes tipos de daños y mal estado, dando lugar a

daños mecánicos y pérdida de tiempo para que los vehículos lleguen a su destino. (Garcia & Camposano, 2012)

2.2.12. FALLAS SUPERFICIALES Y ESTRUCTURALES EN LOS PAVIMENTOS

Las fallas presentes en los pavimentos se dividen en dos categorías diferentes: fallas en la superficie y fallas en la estructura. (Manual de Pavimentos, 2013)

a. Falla superficial en el pavimento

Los defectos superficiales se refieren a aquellos que se encuentran en la capa superior del pavimento y no están relacionados con la estructura del mismo. El daño de la superficie debido al tráfico repetido y las cargas ambientales se pueden reparar mediante la corrección de la impermeabilidad y la rugosidad utilizando capas delgadas de asfalto, como fresado y nivelación de grado de cierre, que contribuyen poco a la estructura general del pavimento. (Rabanal, 2014)

b. Fallas estructurales en el pavimento

El daño estructural ocurre dentro de la estructura del pavimento, deformando la capa de desgaste o la capa de asfalto, por lo que es necesario reparar el daño o reconstruir la estructura del pavimento para acomodarlo a la vida útil del pavimento, también se puede realizar una vez finalizada la vida útil del pavimento. (Rabanal, 2014)

2.2.13. CAUSAS QUE PRODUCEN FALLAS EN LOS PAVIMENTOS

1. Estabilidad del suelo: El daño estructural ocurre en la parte interna de la estructura del pavimento, deformando la capa de desgaste o la capa de asfalto, por lo que es necesario reparar el daño o reconstruir la estructura del pavimento para acomodarlo a la vida útil del pavimento. también se puede realizar una vez finalizada el ciclo de vida del pavimento. (Rabanal, 2014)

2. Proceso constructivo: La etapa de construcción del pavimento es crucial y también presenta desafíos en términos de control de calidad. Por lo tanto, es fundamental prestar atención a este paso para garantizar un control óptimo, respetando la dosificación y las medidas correctas, a fin de evitar posibles fallos o deterioros prematuros del pavimento. (Rabanal, 2014)

3. Fatiga del pavimento flexible: La fatiga del pavimento se produce como resultado de las cargas de tráfico repetidas estos provocan que el pavimento experimente una pérdida de capacidad de carga, lo que provoca la falla del pavimento. (Rabanal, 2014)

4. Años de servicio del pavimento flexible: Tienen una vida útil y deben proporcionar a los usuarios una buena usabilidad, después de lo cual el pavimento comienza a deteriorarse debido a la edad y la pérdida de propiedades del material debido a la presión del tráfico repetido al principio. (Rabanal, 2014)

2.2.14. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI

El método PCI (Pavement Condition Index) que significa índice de condición de pavimento, fue creado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos en 1974-1976 con el propósito de mantener el pavimento en buenas condiciones implementando un control para el mantenimiento de manera controlada. El principal objetivo del método PCI es determinar la condición del pavimento, ya sea de tipo rígido o flexible, mediante una inspección visual que permita determinar el grado, la gravedad y la cantidad de cada categoría de daño presente en la superficie de la capa asfáltica o abrasiva este enfoque emplea un método de interpretación fácil de usar. Este método exhaustivo de análisis y validación es muy completo, por esta razón fue aceptado por ASTM y publicado como método de análisis y aplicación en carreteras y lo denominó Método del índice de condición del pavimento ASTM D6433.

2.2.15. DEFINICIÓN DEL MÉTODO DEL PCI

El método ASTM D6433 del Índice de Condición del Pavimento es un método para evaluar y determinar la calidad de los pavimentos flexibles y rígidos, a través de una inspección visual, logrando resultados, destacando el tipo, la gravedad, la calidad y la cantidad de cada tipo de daño. Los resultados obtenidos de la evaluación que considera el impacto ambiental y la carga de tráfico como factores que generan el deterioro del pavimento, los resultados obtenidos del PCI son resultados numéricos de 0 a 100 calculados de acuerdo con el tipo de defectos observados en la capa de laminado, donde 0 pavimentos están completamente defectuosos y 100 pavimentos se encuentran en excelente estado. El método PCI está destinado únicamente a evaluar la condición de la superficie del pavimento, por lo que no es posible realizar cálculos o evaluaciones de la textura, resistencia o rugosidad del mismo. Sin embargo, el enfoque PCI brinda opciones viables para el mantenimiento o reparación de carreteras, dependiendo del tipo de defecto identificado en cada caso.

2.2.16. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS DEL MANUAL ASTM – 6433 (PCI)

Sección de pavimento: Esta es un área en la calzada con una historia consistente y continua y una condición de construcción, mantenimiento y uso. Un segmento de carretera también debe tener la misma intensidad de carga y el mismo volumen de tráfico.

Unidad de muestra del pavimento: Es una partición de la sección del pavimento que presenta un tamaño predefinido y estandarizado.

Muestra aleatoria: La selección de la unidad de muestreo de la sección para su evaluación se realiza mediante metodologías de muestreo aleatorio, como el uso de una tabla de números aleatorios o un proceso de aleatorización sistemática.

Muestra adicional: Se examina un elemento de muestra adicional a las elegidas al azar para incluir elementos de muestra que no sean representativas y poder determinar el estado del pavimento. Estas unidades tienen condiciones severas, ya sean muy malas o excelentes, atípicas en la sección transversal y defectos inusuales, como cortes en el pavimento para su instalación. Si se selecciona al azar una unidad de muestra con defectos anormales, debe contarse como una muestra extra y debe seleccionarse otra muestra aleatoria. Si se analizan todos los elementos de muestra, no hay necesidad de seleccionar muestras adicionales.

2.2.17. RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL MÉTODO PCI

El PCI es una medida cuantitativa que oscila entre cero (0), que representa un pavimento en estado fallido o en malas condiciones, hasta cien (100) que indica un pavimento en perfectas condiciones.

Tabla 1
Condiciones del Pavimento

Rangos de Calificación del PCI	
Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Fuente: (Adaptado de ASTM D6433,2004)

L: (Low: Bajo). Es posible experimentar vibraciones en el vehículo (como balanceo), pero no es necesario disminuir la velocidad por motivos de confort o seguridad; también puede haber irregularidades o hendiduras puntuales aisladas que causen un ligero rebote del automóvil, pero no generan una incomodidad significativa.

M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son notablemente perceptibles y se recomienda disminuir la velocidad para mejorar el confort y seguridad; además, existen irregularidades o caídas aisladas que generan rebotes intensos, ocasionando molestias significativas.

H: (High: Alto): La vibración experimentada en el vehículo es tan intensa que se hace necesaria una reducción considerable de la velocidad por motivos de confort y seguridad, además, se presentan protuberancias o depresiones aisladas que provocan un rebote excesivo del vehículo, generando una incomodidad considerable o representando un riesgo elevado de peligro o daño grave al vehículo.

La calidad de conducción se determina mediante la conducción de un vehículo de tamaño estándar a una velocidad predefinida dentro de los límites legales en diferentes secciones de la carretera. Las partes de la acera cerca de una señal de alto deben tener una clasificación de reducción de velocidad habitual al aproximarse a la señal.

2.2.18. PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO

Pavimento de asfalto reciclado (RAP) es el término para los materiales de superficie vial recuperados y/o retirados, incluidos el asfalto y los agregados.

Es un material creado al retirar el pavimento asfáltico para su reconstrucción o rehabilitación. Triturado y clasificado correctamente, el RAP consta de agregados bien dispersos de alta calidad revestidos de asfalto. (Velasquez, 2020)

Utilización del RAP (Pavimentos Asfálticos Reciclados)

La utilización de agregados para pavimentos asfálticos reciclados (RAP) ha demostrado ser una alternativa técnicamente factible y sostenible, tanto desde la perspectiva medioambiental como económica,

reduciendo el uso de materiales vírgenes hasta en un 5%. (Velasquez, 2020).

El RAP permite la construcción de estructuras de pavimento a partir de material triturado que normalmente se desecharía. Actualmente, existen diversos dispositivos que producen este material en alta calidad. (Velasquez, 2020).

Existen cuatro tipos de mezclas aptas para reciclar: Emulsión, cemento o cal, y finalmente preparar la mezcla en el sitio (el material nuevo se puede complementar con 10% a 5% de material molido. (Velasquez, 2020).

2.2.19. FRESADO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS

El proceso de molienda o remoción de una capa de asfalto se realiza extrayendo la mezcla en bloques y su remoción utilizando herramientas como palas, martillos trituradores neumáticos o masas de caída libre.

Este material se traslada a una fábrica donde se somete a la trituración o al machacado para evaluar las propiedades de los materiales que lo componen, clasificarlo y dosificarlo con el fin de crear nuevas mezclas. (López, 2014).

Existen 2 formas de recuperar los materiales:

1) Fresado: Se utiliza cuando se desea restaurar sólo un espesor constante, dejando una superficie uniforme y plana para la posterior distribución de una nueva capa de asfalto. El tamaño de partícula del material molido depende mayormente de los siguientes factores: El tipo de fresadora utilizada y su avance.

Este proceso consiste en fresar un riel perfecto de acuerdo al área de trabajo, brindando rugosidad para luego adherir la capa superior,

previniendo dificultades de interfase, y sin dejar rastro de daños como deformaciones permanentes. (López, 2014).

2) Demolición mecánica: Por lo general, esto se emplea cuando no hay exigencias específicas para la reutilización o restauración de un grosor específico del pavimento recuperado. En esta situación, el material se extrae en forma de piezas, fragmentos o secciones. (López, 2014).

2.2.20. MEZCLA ASFÁLTICA

Es el material predominante en los proyectos de construcción de vías, calles urbanas, aeropuertos y estacionamientos. La mezcla bituminosa es una combinación precisa de asfalto (un aglutinante a base de hidrocarburos) y materiales minerales que consisten en áridos y finos de diferentes tamaños.

A medida que las capas granulares soportan la carga del tráfico, la mezcla asfáltica tiene la función de resistir el desgaste por abrasión, impermeabilizar la superficie y brindar a los usuarios una superficie de rodadura confortable y segura.

Estas mezclas aseguran la capacidad de resistir el tráfico intenso, la impermeabilidad para evitar la desestabilización por agua y deben ser manejables para que puedan ser instaladas de manera efectiva en el lugar designado. (Buitrago & González, 2016).

La mezcla bituminosa es ampliamente utilizada en diversos proyectos de construcción como carreteras, vías urbanas, aeropuertos y estacionamientos. La mezcla bituminosa es una combinación de asfalto (un aglomerante de hidrocarburos) y materiales minerales en proporciones precisas, compuesta por agregados de diferentes tamaños y finos.

Mientras que las capas granulares brindan resistencia al tráfico, la mezcla asfáltica cumple funciones adicionales, como resistir la abrasión,

impermeabilizar la superficie y brindar una capa confortable y segura para los usuarios. También asegura la durabilidad frente a un tráfico exigente y mantiene la estabilidad estructural evitando la desestabilización causada por el agua. (Buitrago & González, 2016).

2.2.21. CLASIFICACIÓN POR TEMPERATURA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS

- Mezcla Asfáltica en Caliente

Son las mezclas bituminosas más comunes y que contienen una mezcla de ligantes, áridos y, en algunas ocasiones, aditivos.

Su proceso de fabricación se realiza con asfalto a temperaturas que oscilan entre aproximadamente 150°C a 160°C, ajustadas según la viscosidad necesaria, para dar facilidad de manejo a la mezcla y asegurar una cobertura completa de todos los áridos utilizados.

Estas mezclas asfálticas se utilizan tanto en superficie como en sustratos en la construcción de carreteras. La instalación se realiza a alta temperatura. (Buitrago & González, 2016).

- Mezcla Asfáltica en frío

Son mezclas a base de emulsión asfáltica que se procesan y aplican a temperatura ambiente. Estas temperaturas bajas se deben a que los ligantes de estas mezclas mantienen una baja viscosidad por mucho tiempo, ya que se utilizan emulsiones con asfalto fluido, ya que permite lograr una adecuada manejabilidad a la mezcla y cobertura completa de las partículas de árido, sin necesidad de altas temperaturas.

Estas mezclas se distinguen por su capacidad de ser manejables durante períodos prolongados y se emplean principalmente en

carreteras de poco tráfico, como caminos de servicio. (Buitrago & González, 2016)

- Mezcla Asfáltica en tibio

El asfalto de mezcla tibia presenta similitudes con el asfalto de mezcla caliente, con la diferencia de que se fabrica y se aplica a temperaturas más bajas. Para lograr esto, se agregan aditivos a la mezcla. Esto permite una viscosidad más baja a temperaturas reducidas y una cobertura óptima de los agregados.

El objetivo principal de utilizar estas mezclas es reducir el consumo de energía y las emisiones de gases en la producción y colocación del asfalto en caliente. (Buitrago & González, 2016)

2.2.22. PROCESO DEL RECICLAJE DE LOS PAVIMENTOS ASFALTICOS

La disposición del material envejecido del pavimento asfáltico no solo contamina el medio ambiente en su disposición final, sino que también hace que los métodos de minería y explotación agreguen nuevas materias primas en la reparación y/o reconstrucción de caminos, lo cual es técnicamente desfavorable. Porque conserva buena parte de sus propiedades a pesar de su edad.

Triturar y reutilizar el conglomerado de asfalto solo requiere del 1 % al 3 % de la adición de betún, mientras que el concreto asfáltico nuevo puede requerir del 6 % o más, lo que representa un gran ahorro.

Este aspecto, sumado a la disminución de los gastos de transporte y la baja energía requerida para producir materiales reciclados, se traduce en un importante ahorro de energía en comparación con la construcción de carreteras convencionales. (López, 2014).

El reciclaje de pavimentos asfálticos es una técnica flexible para la restauración de la superficie de las carreteras basada en la reutilización

de material procedente de capas asfálticas que han sido utilizadas y presentan pérdida de propiedades y deterioro, pero que pueden reutilizarse en una capa de desgaste. (López, 2014).

Tabla 2
Principales ventajas de las técnicas de reciclado

Técnica de Reciclado	Ventaja	Desventaja
Reciclado Superficial	Aumenta la capacidad de resistencia al deslizamiento.	El mezclado debe ser muy fino.
	Optimiza la configuración geométrica de la vía.	Estricto control para evitar agrietamientos.
	Corrige las deficiencias de origen superficial.	Garantiza la seguridad vial desde las etapas iniciales.
Reciclado "In Situ"	Aumenta la capacidad de resistencia al deslizamiento.	No se almacena el material.
	Soluciona los problemas superficiales y estructurales en su origen.	tener cuidado al compactar y controlar el porcentaje de agua.
	Elimina momentáneamente las fisuras reflejas.	Falta de difusión en el ámbito académico.
	Optimiza la configuración geométrica de la vía.	Los gremios constructores no utilizan estas técnicas.
Reciclado en Planta	Fortalece la estructura del pavimento de acuerdo a los requisitos específicos del proyecto.	Se transporta el material RAP.
	Soluciona los problemas superficiales y estructurales que se originan.	Debe diseñar la emulsión de acuerdo a las propiedades del agregado.
	Genera mezclas asfálticas con una calidad superior.	Control estricto de producción.
	Aumenta la capacidad de resistencia al deslizamiento.	Se requiere contar con equipos de una planta asfáltica.

Fuente: (L. Velásquez, 2020).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Diagnóstico: Se refiere a los resultados obtenidos después de realizar una evaluación, estudio o análisis sobre un objeto o ámbito específico. (RAE, 2014)

Rehabilitación: Realizar las obras necesarias para la restauración de las características primarias de la infraestructura vial y adecuarla a una nueva vida útil; que se relacionan principalmente con: aceras, puentes, obras de drenaje, movimiento de tierras en determinadas zonas, etc. (MTC/14, 2013)

Estado: Se refiere a la situación o manera en que se encuentra un individuo u objeto, especialmente en términos de la situación periódica de aquellos cuya condición puede experimentar cambios. (RAE, 2014)

Estado Limite: Condición en la cual deja de satisfacer los requisitos diseñados para un elemento estructural. (MTC/14, 2013)

Condición: Se refiere a un conjunto de atributos que son inherentes a la vida cotidiana de las cosas. Estos atributos son flexibles y determinan el comportamiento, el espacio y las funciones de algo. Además, la condición también se refiere al estado en el que se encuentra algo en un momento determinado. (RAE, 2014)

Conservación: Es el acto de mantener o cuidar algo con el objetivo de preservar de manera satisfactoria y sin alteraciones sus cualidades, formas y otros aspectos. (RAE, 2014)

Conservación vial o mantenimiento vial: Conjunto de operaciones técnicas encaminadas al mantenimiento continuo y sostenible de la infraestructura vial en buen estado para garantizar un servicio de calidad al usuario, puede ser rutinario o periódico. (MTC/14, 2013)

Método: Se refiere a un conjunto de estrategias y herramientas que se emplean con el fin de alcanzar un objetivo específico de manera sistemática y ordenada. (RAE, 2014)

Pavimento: Se hace referencia al pavimento como una colección de capas seleccionadas de material que soportan directamente las cargas del tráfico y las transfieren a las capas inferiores disipativamente, creando una superficie de rodadura que funciona de manera eficiente (Meméndez, 2009)

Pavimento Flexible: Son las denominadas estructuras generales de pavimento desviado o curvo, que se adapta a la carga. Este tipo de pavimento es muy utilizado en zonas de tránsito. (Meméndez, 2009)

Índice de Condición Del Pavimento: Medida numérica que evalúa la condición del pavimento, su valor oscila entre "0" (indicando un pavimento en mal estado o fallado) y "100" (indicando un pavimento en excelente estado). (Vásquez, 2002)

Tramo: Sección que está situada entre dos puntos en una línea o estructura lineal, especialmente en el caso de un camino o una vía. (RAE, 2014)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H_0 : El planteamiento de diseño para la reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado mejora la transitabilidad vehicular en la Avenida Perú, Amarilis – Huánuco – 2023.

H_1 : El planteamiento de diseño para la reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado no mejora la transitabilidad vehicular en la Avenida Perú, Amarilis – Huánuco – 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTE

- Diseño del pavimento

Indicadores:

- Condición del pavimento
- Clasificación vehicular
- Transito
- CBR (módulo de resiliencia)

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTE

- Mejora de la transitabilidad vehicular

Indicadores:

- Serviciabilidad
- Confiabilidad

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3
Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad
<p>V. Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de pavimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Norma AASHTO 93. • Observación 	<ul style="list-style-type: none"> • Condición del pavimento • Clasificación vehicular • Transito CBR (módulo de resiliencia) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cualitativa • Cuantitativa 	Discreta	Adimensional
<p>V. Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la transitabilidad vehicular 	<ul style="list-style-type: none"> • Normas ASTM 5340-98. 	<ul style="list-style-type: none"> • Serviciabilidad • Confiabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantitativa • Cualitativa 	Discreta	Adimensional

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

La presente tesis tiene un enfoque **cuantitativo**, sustraeremos datos de las observaciones realizadas en el lugar de estudio para luego analizarlo.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel que se busca alcanzar en la tesis es: **explicativo**. Esto busca averiguar la relación entre dos variables, analizado un grado de asociación, este proyecto tiene como objetivo el diseño de un pavimento asfáltico reutilizando el pavimento deteriorado para brindar un aporte a la población que es mejorar la transitabilidad vehicular en el distrito de Amarilis.

3.1.3 DISEÑO

La tesis tiene un diseño **no experimental**, se observa para cuantificar y clasificar el volumen vehicular, se describe los fenómenos presentes tal y como están en el pavimento flexible de la Av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023.

En el estudio presente se manipula las variables observadas en su ambiente natural, sucesivamente el tipo de daño y la severidad de este en el pavimento que se estudiara por tramos en la Av. Perú para plantear un diseño de pavimento para las unidades que se encuentran más deterioradas, Amarilis – Huánuco - 2023.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

En la presente tesis se considera como población al pavimento flexible de la Avenida Perú, Amarilis – Huánuco.

La población consta de 55 tramos de pavimento flexible, con un ancho promedio de 7.2 metros y una longitud de la unidad de Muestreo de 31.5 metros como lo recomienda el manual PCI (Índice de Condición de Pavimento) en la tabla 4.

Tabla 4
Longitudes de las unidades de muestreo

Ancho de Calzada (m)	Longitud de la Unidad de Muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (max.)	31.50

Nota: El manual PCI recomienda un área de análisis promedio de 230 m², con este valor se puede dimensionar el área de los tramos que se analiza para el presente proyecto. Adaptado del Manual de PCI

3.2.2. MUESTRA

En la presente tesis consideraremos la muestra a los tramos más deteriorados de la AV. Perú, estos tramos serán clasificados según la evaluación de pavimentos con la metodología PCI.

Se procedió a evaluar cada tramo de pavimento obteniendo resultados como indica la tabla N°1, la muestra será los tramos que tengan una clasificación: malo, muy malo o fallado, en valores del PCI la muestra será los tramos que tenga un valor PCI menor a 40.

Este tipo de muestro se le conoce como muestreo por cuotas.

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

El muestreo de la presente tesis es de forma no probabilística, emplearemos las fallas encontradas en el pavimento de la vía tal cual se muestren en la vida real con todas sus magnitudes para definir el PCI del pavimento en estudio, se definió al pavimento por cualidades desde un estado excelente (en perfectas condiciones) siendo la máxima calificación a un estado de pavimento fallado (inservible), mínima calificación que requiere reestructuración estructural y serán tomadas para el diseño de pavimentos para recuperar la transitabilidad vehicular segura en la Av. Perú.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas: Se parte de la observación como técnica primordial, se debe de reconocer el área de estudio, para la presente investigación: observar las fallas que se encuentran en el pavimento flexible de la avenida Perú que se encuentra ubicado en el distrito de Amarilis, se realizará las mediciones correspondientes a cada tipo de falla presente en el pavimento, se tomarán anotaciones para cada separación de los tramos analizados de acuerdo a lo indicado en la tabla N°4 extraído del manual del PCI, la norma ASTM-D6433 y la norma AASHTO 93.

Una vez evaluado el pavimento se procederá a recolectar los datos del estudio de tránsito (aforo vehicular) y la información sobre los beneficios de la reutilización del pavimento flexible que serán aplicados en nuevos diseños.

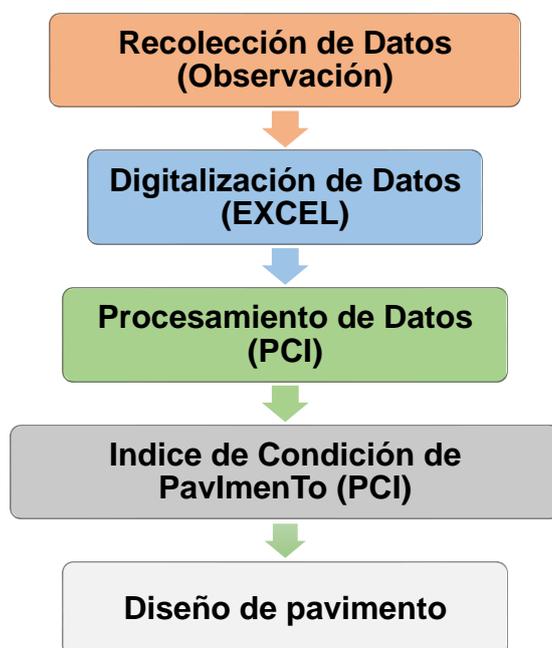
Instrumentos: Se utilizarán las siguientes herramientas para la recolección de datos:

- Plantillas de aforo vehicular.
- Plantilla método PCI
- Plantilla para recopilación de datos para diseño de pavimento

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para obtener el PCI del pavimento flexible de la avenida Perú ubicado en el distrito de Amarilis y definir el estado en el que se encuentra, utilizó el software Microsoft Excel para la obtención de resultados, se ingresaran previamente los datos del software Microsoft Excel a la plantilla PCI (plantilla de elaboración propia en base al manual PCI) donde se indica los tipos de fallas, las dimensiones de estos y la cantidad que se encontraran para cada tramo de estudio. Como segundo paso se realizó una clasificación de resultados por tramos, de los cuales se seleccionó los tramos más deteriorados, como tercer paso se realizó el estudio de tránsito al cual está sometido los tramos más deteriorados de la Av. Perú. Como cuarto paso se hizo un estudio de pavimento reciclado y los beneficios que este brinda para su reutilización, finalmente se procese a plantear el diseño de pavimento flexible en base a los datos obtenidos mostrando los beneficios que se obtendrían si se llega a ejecutar un diseño de pavimento con material reciclado.

Figura 7
Procesamiento de Datos



Nota: La finalidad que se quiere obtener es el diseño de pavimento para los tramos de pavimento más deteriorados en la Av. Perú.

3.3.3 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para obtener resultados específicos, válidos y confiables, al realizar el procedimiento utilizado en este estudio, se realizó en tablas elaboradas con los procedimientos metodológicos de PCI, y para la presentación del análisis se utilizaron gráficos de sectores, tablas de registro y gráficos de barras (Microsoft Excel) a partir de los datos tomados durante la medición de los defectos que aparecieron en campo. Los resultados se presentan en tablas de distribución de frecuencias e imágenes estadísticas para sistematizar el comportamiento de las frecuencias obtenidas; Se utilizaron estadísticas descriptivas para medir la tendencia central y la varianza, lo que permitió la prueba de hipótesis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

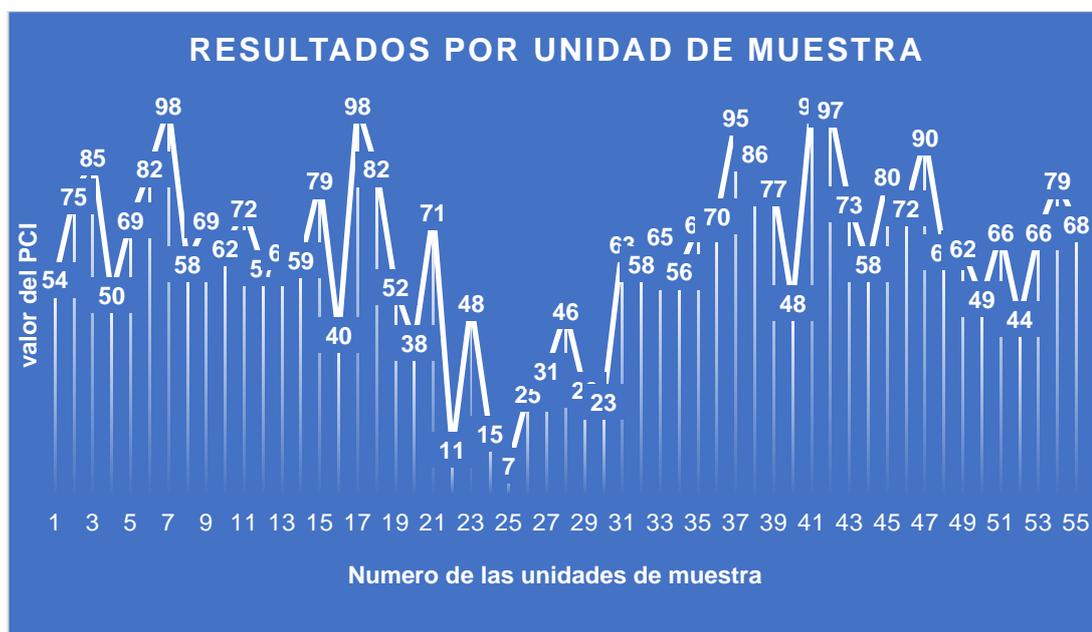
Resultados Valor PCI

A continuación, se presenta los resultados obtenidos mediante el uso del método del Índice de Condición de Pavimento (PCI). Este método se utiliza para evaluar la calidad y el estado de los pavimentos en carreteras y calles. Proporciona un valor numérico que indica la condición general del pavimento y permite tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y la rehabilitación necesaria.

A través de la metodología PCI se obtuvo la clasificación del estado en el que se encuentra el pavimento flexible de la Av. Perú.

Figura 8

Resultados por unidad de muestra



Nota: Se muestra los resultados de la metodología PCI mediante un diagrama (x,y) donde “x” representa el número de tramo analizado de la Av. Perú y “y” la clasificación de cada tramo analizado

Como muestra la figura 8 se obtuvo un valor máximo de 98 que nos indica un estado EXCELENTE y un valor mínimo de 7 que nos indica un estado FALLADO.

Tabla 5
Resultados del método PCI

Resumen de Resultados PCI						
N° de Und.	Abs. Inicial	Abs. Final	Longitud	Área	PCI	Estado
1	0.0	31.5	31.5	226.8	54	REGULAR
2	31.5	63.0	31.5	226.8	75	MUY BUENO
3	63.0	94.5	31.5	226.8	85	EXCELENTE
4	94.5	126.0	31.5	226.8	50	REGULAR
5	126.0	157.5	31.5	226.8	69	BUENO
6	157.5	189.0	31.5	226.8	82	MUY BUENO
7	189.0	220.5	31.5	226.8	98	EXCELENTE
8	220.5	252.0	31.5	226.8	58	BUENO
9	252.0	283.5	31.5	226.8	69	BUENO
10	283.5	315.0	31.5	226.8	62	BUENO
11	315.0	346.5	31.5	226.8	72	MUY BUENO
12	346.5	378.0	31.5	226.8	57	BUENO
13	378.0	409.5	31.5	226.8	61	BUENO
14	409.5	441.0	31.5	226.8	59	BUENO
15	441.0	472.5	31.5	226.8	79	MUY BUENO
16	472.5	504.0	31.5	226.8	40	REGULAR
17	504.0	535.5	31.5	226.8	98	EXCELENTE
18	535.5	567.0	31.5	226.8	82	MUY BUENO
19	567.0	598.5	31.5	226.8	52	REGULAR
20	598.5	630.0	31.5	226.8	48	REGULAR
21	630.0	661.5	31.5	226.8	71	MUY BUENO
22	661.5	693.0	31.5	226.8	11	MUY MALO
23	693.0	724.5	31.5	226.8	48	REGULAR
24	724.5	756.0	31.5	226.8	15	MUY MALO
25	756.0	787.5	31.5	226.8	7	FALLADO
26	787.5	819.0	31.5	226.8	25	MALO
27	819.0	850.5	31.5	226.8	31	MALO
28	850.5	882.0	31.5	226.8	46	REGULAR
29	882.0	913.5	31.5	226.8	26	MALO
30	913.5	945.0	31.5	226.8	23	MUY MALO
31	945.0	976.5	31.5	226.8	63	BUENO
32	976.5	1008.0	31.5	226.8	58	BUENO
33	1008.0	1039.5	31.5	226.8	65	BUENO
34	1039.5	1071.0	31.5	226.8	56	BUENO
35	1071.0	1102.5	31.5	226.8	68	BUENO
36	1102.5	1134.0	31.5	226.8	70	MUY BUENO
37	1134.0	1165.5	31.5	226.8	95	EXCELENTE
38	1165.5	1197.0	31.5	226.8	86	EXCELENTE
39	1197.0	1228.5	31.5	226.8	77	MUY BUENO

40	1228.5	1260.0	31.5	226.8	48	REGULAR
41	1260.0	1291.5	31.5	226.8	98	EXCELENTE
42	1291.5	1323.0	31.5	226.8	97	EXCELENTE
43	1323.0	1354.5	31.5	226.8	73	MUY BUENO
44	1354.5	1386.0	31.5	226.8	58	BUENO
45	1386.0	1417.5	31.5	226.8	80	MUY BUENO
46	1417.5	1449.0	31.5	226.8	72	MUY BUENO
47	1449.0	1480.5	31.5	226.8	90	EXCELENTE
48	1480.5	1512.0	31.5	226.8	61	BUENO
49	1512.0	1543.5	31.5	226.8	62	BUENO
50	1543.5	1575.0	31.5	226.8	49	REGULAR
51	1575.0	1606.5	31.5	226.8	66	BUENO
52	1606.5	1638.0	31.5	226.8	44	REGULAR
53	1638.0	1669.5	31.5	226.8	66	BUENO
54	1669.5	1701.0	31.5	226.8	79	MUY BUENO
55	1701.0	1729.6	28.6	205.9	68	BUENO
Promedio					62	BUENO

Nota: Se obtiene un promedio de PCI = 62 para todo el pavimento, esto nos indica que la Av. Perú se encuentra en un estado BUENO

En la tabla 5 podemos observar el resultado para cada unidad de muestra, la longitud de muestra que se tomó para el análisis es de 31.5 m para cada uno con excepción de la última unidad que tiene 28.6 m.

Se obtuvo el valor mínimo en la unidad 25 con un valor PCI = 7 lo cual nos indica que el pavimento en esa sección requiere una reestructuración, las unidades 22, 24, y 30 se encuentran en un estado muy malo, se recomienda en esa sección una reestructuración, las unidades 26, 27 y 29 se encuentran en un estado malo. Finalmente se obtuvo un valor máximo de PCI = 98 correspondientes a las unidades 7, 17 Y 41, en estas unidades se requiere solo el mantenimiento rutinario para no tener fallas en un periodo corto de tiempo.

Con esta clasificación obtenemos las unidades que serán nuestra muestra para el diseño de pavimento Flexible. Siendo estas las unidades 22, 23,24, 25, 26, 17,28, 29 y 30.

Tabla 6*Total de fallas en el pavimento asfáltico de la Av. Perú*

N° de falla	TIPO DE FALLA	Cantidad	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	2.6	m ²
4	Abultamientos y Hundimientos	2.5	m
7	Grieta de Borde	64.3	m
11	Parqueo	53.2	m ²
13	Huecos	56.0	und
15	Ahuellamientos	5.2	m ²
17	Grieta Parabólica	57.8	m ²
18	Hinchamiento	153.0	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	1639.4	m ²

Nota: se muestra las fallas existentes en la Av. Perú por metro lineal o metro cuadrado dependiendo del tipo de falla

Se obtuvieron 9 tipos de fallas de las 19 existentes según el manual PCI, dichas fallas se muestran en la tabla 6 donde nos indica, el tipo de falla y su número correspondiente, así como también la cantidad total de falla encontrada con su unidad de muestreo, como se puede observar se cuenta con 1639.4 m² de desprendimiento como mayor porcentaje de tipo de falla y las menores fallas presente la piel de cocodrilo y los ahuellamientos.

Tabla 7*Fallas en el pavimento asfáltico de la Av. Perú*

N° de falla	TIPO DE FALLA	Cantidad
1	Piel de Cocodrilo	4
4	Abultamientos y Hundimientos	6
7	Grieta de Borde	7
11	Parqueo	17
13	Huecos	56
15	Ahuellamientos	4
17	Grieta Parabólica	7
18	Hinchamiento	29
19	Desprendimiento de Agregados	50
Total		180

Nota: Se muestra el número de fallas existentes en la Av. Perú

Se obtuvo un total de 180 fallas: 4 zonas que cuentan con piel de cocodrilo, 6 de abultamientos y hundimientos, 7 de grieta de borde, 17 de parqueo, 56 de huecos, 4 de ahuellamientos, 7 de grieta parabólica, 29 de

hinchamiento y 50 secciones de desprendimiento, este último es la falla de mayor proporción presente.

Figura 9
Fallas por unidad



Nota: Para el tipo de falla de huecos se cuantificó por la dimensión de su área, cantidad de huecos = área de hueco / 0.47, este valor nos indica a cuantos huecos hace referencia un hueco que supera el diámetro de 76 cm según el manual del PCI.

Se tuvo en total 16 huecos que superan el diámetro de 76 cm para los cuales se tuvo que dividir entre 0.47 para saber a cuantos huecos por unidad equivale dicha falla.

Figura 10
Fallas por metro lineal



Nota: Se muestra la cantidad de fallas en el pavimento asfáltico de la Av. Perú en metros lineales.

En el caso de las grietas de borde estas se miden por metro lineal, se obtuvieron un total de 64.3 metro lineales y para los abultamientos y hundimiento se ide que atura se levantó o hundió del nivel normal del pavimento.

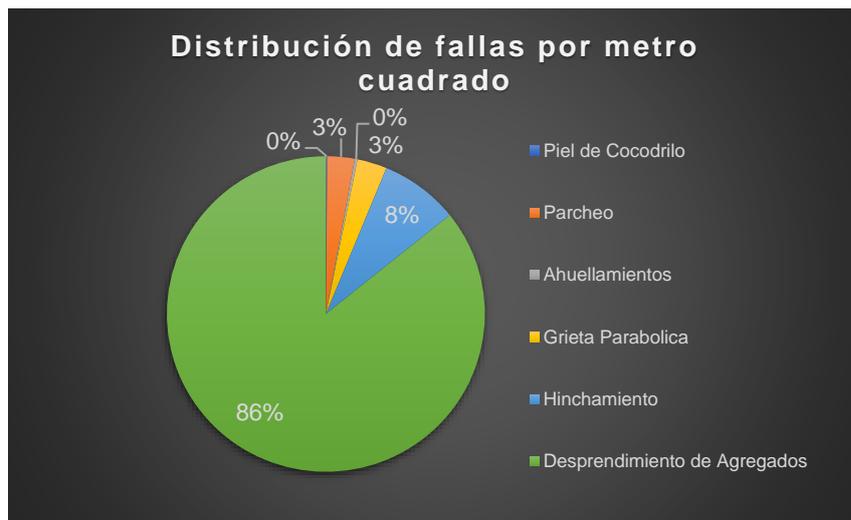
Figura 11
Fallas por metro cuadrado



Nota: Se muestra la cantidad de fallas en el pavimento asfáltico de la Av. Perú en metros cuadrados

Se presenta en mayor proporción desprendimiento de agregados con un total de 1639.4 m², en hinchamiento un total de 153 m², en grietas parabólicas un total de 57.8 m², en parcheo un total de 53.2 m² y en el caso de ahuellamiento y piel de cocodrilo valores mínimos de 5.2 m² y 2.6 m² respectivamente.

Figura 12
Distribución de fallas por metro cuadrado



Nota: Se muestra la cantidad de fallas en el pavimento de la Av. Perú en metros cuadrados en una circulo de porcentajes correspondientes a cada tipo de falla que se miden por metros cuadrados

En la figura 12 se puede mostrar el porcentaje presente de falla en la Av. Perú, obteniendo el primer lugar con 86% el desprendimiento de agregados.

Unidades de muestra para el diseño de pavimento flexible

Se hace presente los datos del análisis de las unidades de muestra después de la clasificación por la metodología PCI de las unidades 22, 24, 25, 26, 28, 29 y 30. Teniendo en consideración que estas unidades requieren reconstrucción de toda la estructura del pavimento, en cuanto a las demás unidades que se encuentran en mal estado solo se recomienda parches o recapados y mantenimientos rutinarios.

Tabla 8

Unidad de muestra N°22

UNIDAD DE MUESTRA 22				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
11	L	4.32	1.90%	4.2
13	M	9.00	3.97%	58.7
19	H	117.15	51.65%	70.4
Mayor valor deducido			70.4	PCI de 11
N° admisible			3.72	sección MUY MALO

Nota: Se muestra el cuadro resumen de la evaluación del pavimento por el método PCI para la unidad de muestra 22

Interpretación de la Tabla 8

En la unidad de muestra 22 de la Av. Perú tiene un área de 226.8 m², las fallas presentes en esta unidad son:

- Parcheo de severidad leve.
- Hueco de severidad media.
- Desprendimiento de agregados de severidad alto.

El resultado obtenido del método PCI es 11, dicho valor según el manual PCI nos indica que está considerado en una clasificación MUY MALO.

Se obtuvo 3 valores numéricos para el máximo valor deducido corregido, siendo el mayor de estos el número 89.

Se tiene tres tipos de fallas (11. Parcheo 13. Huecos 19. Desprendimiento de agregados) la primera con severidad leve, la segunda con severidad media y la última con severidad alto.

El deterioro se produjo debido a la antigüedad del pavimento, se recomienda una reconstrucción para esta unidad con la finalidad de evitar maximizar el deterioro del pavimento.

Tabla 9
Unidad de muestra N°24

UNIDAD DE MUESTRA 24				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
13	H	3.00	1.32%	57.3
19	H	117.40	51.76%	71.6
Mayor valor deducido		71.6		PCI de 15
N° admisible		3.61		sección MUY MALO

Nota: Se muestra el cuadro resumen de la evaluación del pavimento por el método PCI para la unidad de muestra 24

Interpretación de la Tabla 9

En la unidad de muestra 24 de la Av. Perú tiene un área de 226.8 m², las fallas presentes en esta unidad son:

- Huecos de severidad alta.
- Desprendimiento de agregados de severidad alta.

El resultado obtenido del método PCI es 15, dicho valor según el manual PCI nos indica que se encuentra en una clasificación MUY MALO.

Se obtuvo 2 valores numéricos para el máximo valor deducido corregido, siendo el mayor de estos el número 85.

Se tiene dos tipos de fallas (13. Huecos 19. Desprendimiento de agregados) la primera con severidad alto y la segunda con severidad alto.

El deterioro se produjo debido a la antigüedad del pavimento, se recomienda una reconstrucción para esta unidad con la finalidad de evitar maximizar el deterioro del pavimento.

Tabla 10
Unidad de muestra N°25

UNIDAD DE MUESTRA 25				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
4	H	0.80	0.35%	38.6
18	H	2.63	1.16%	34.7
19	H	176.40	77.78%	87.1
Mayor valor deducido			87.1	PCI de 7
N° admisible			2.18	sección FALLADO

Nota: Se muestra el cuadro resumen de la evaluación del pavimento por el método PCI para la unidad de muestra 25

Interpretación de la Tabla 10

En la unidad de muestra 25 de la Av. Perú tiene un área de 226.8 m², las fallas presentes en esta unidad son:

- Abultamiento y hundimiento de severidad alta
- Hinchamiento de severidad alta.
- Desprendimiento de agregados de severidad alta.

El resultado obtenido del método PCI es 7, dicho valor según el manual PCI nos indica que se encuentra en una clasificación FALLADO.

Se obtuvo 3 valores numéricos para el máximo valor deducido corregido, siendo el mayor de estos el número 93.

Se tiene dos tipos de fallas (4. Abultamiento y hundimiento 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados) todos los tipos de falla presente con severidad alto.

El deterioro se produjo debido a la antigüedad del pavimento, se recomienda una reconstrucción para esta unidad con la finalidad de evitar maximizar el deterioro del pavimento.

Esta unidad representa el tramo más deteriorado del pavimento de la Av. Perú. Cuenta con la menor clasificación PCI = 7, se encuentra en un estado FALLADO y la transitabilidad Vehicular por esta unidad es muy riesgosa.

Tabla 11
Unidad de muestra N°26

UNIDAD DE MUESTRA 26				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
19	H	158.90	70.06%	74.9
Mayor valor deducido		74.9		PCI de 25
N° admisible		3.31		sección MALO

Nota: Se muestra el cuadro resumen de la evaluación del pavimento por el método PCI para la unidad de muestra 26

Interpretación de la Tabla 11

En la unidad de muestra 26 de la Av. Perú tiene un área de 226.8 m², las fallas presentes en esta unidad son:

- Desprendimiento de agregados de severidad alta.

El resultado obtenido del método PCI es 25, dicho valor según el manual PCI nos indica que se encuentra en una clasificación MALO. Se obtuvo 1 valor numérico para el máximo valor deducido corregido, siendo el número 75.

Se tiene un tipo de falla (19. Desprendimiento de agregados) con severidad alto. El deterioro se produjo debido a la antigüedad del pavimento, se recomienda una reconstrucción para esta unidad con la finalidad de evitar maximizar el deterioro del pavimento.

Tabla 12
Unidad de muestra N°29

UNIDAD DE MUESTRA 29				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
19	M	1.20	0.53%	8.7
19	H	127.58	56.25%	72.3
Mayor valor deducido		72.3		PCI de 26
N° admisible		3.54		sección MALO

Nota: Se muestra el cuadro resumen de la evaluación del pavimento por el método PCI para la unidad de muestra 29

Interpretación de la Tabla 12

En la unidad de muestra 29 de la Av. Perú tiene un área de 226.8 m², las fallas presentes en esta unidad son:

- Desprendimiento de agregados de severidad media.
- Desprendimiento de agregados de severidad alta.

El resultado obtenido del método PCI es 26, dicho valor según el manual PCI nos indica que se encuentra en una clasificación MALO. Se obtuvo 2 valores numéricos para el máximo valor deducido corregido, siendo el mayor de estos el número 74.

Se tiene un tipo de falla (19. Desprendimiento de agregados) con severidad media y alta. El deterioro se produjo debido a la antigüedad del pavimento, se recomienda una reconstrucción para esta unidad con la finalidad de evitar maximizar el deterioro del pavimento.

Tabla 13
Unidad de muestra N°30

UNIDAD DE MUESTRA 30				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
4	M	0.40	0.18%	8.3
18	M	2.70	1.19%	13.6
19	H	132.95	58.62%	72.9
Valor deducido más alto		72.9		PCI de 23
N° admisible de deducidos		3.49		sección MUY MALO

Nota: Se muestra el cuadro resumen de la evaluación del pavimento por el método PCI para la unidad de muestra 30

Interpretación de la Tabla 13

En la unidad de muestra 30 de la Av. Perú tiene un área de 226.8 m², las fallas presentes en esta unidad son:

- Abultamiento y hundimiento de severidad media.
- Hinchamiento de severidad media.
- Desprendimiento de agregados de severidad alta.

El resultado obtenido del método PCI es 23, dicho valor según el manual PCI nos indica que se encuentra en una clasificación MUY MALO. Se obtuvo 3 valores numéricos para el máximo valor deducido corregido, siendo el mayor de estos el número 77.

Se tiene tres tipos de falla (4. Abultamiento y hundimiento 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados) la primera con severidad media, la segunda con severidad media y la última con severidad alto.

El deterioro se produjo debido a la antigüedad del pavimento, se recomienda una reconstrucción para esta unidad con la finalidad de evitar maximizar el deterioro del pavimento.

- Los resultados mostrados son de las unidades más deterioradas dentro de las unidades de muestra para realizar el diseño de pavimento.

Resultados pavimento reciclado

- Al tratarse de una tesis explicativa se hizo una recopilación de diferentes fuentes bibliográficas de estudios anteriores sobre los beneficios de reutilizar el pavimento deteriorado y analizar si es favorable la aplicación de este método.

El análisis granulométrico del material después de ser reciclado tiene los siguientes resultados, como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14
Análisis granulométrico del pavimento reciclado

N° DE MALLAS	GRANULOMETRÍA DE MATERIAL RECICLADO			
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACION MAC - 2
1 1/2"	38,10			
1"	25,40			
3/4"	19,05		100,00	100
1/2"	12,70	1,00	99,00	80 – 100
3/8"	9,53	2,00	97,00	70 – 88
1/4"	6,35	12,00	85,00	
N.° 4	4,76	10,00	75,00	51 – 68
N.° 6	3,36	12,00	63,00	
N.° 8	2,38	9,00	54,00	
N.° 10	2,00	4,00	50,00	38 – 52
N.° 16	1,19	10,00	40,00	
N.° 20	0,84	5,00	35,00	
N.° 30	0,59	4,00	31,00	
N.° 40	0,43	4,00	27,00	17 – 28
N.° 50	0,29	4,00	23,00	
N.° 80	0,18	4,00	19,00	8 – 17
N.° 100	0,15	5,00	14,00	
N.° 200	0,07	3,00	11,00	4 – 8
Cazoleta		11,00		

Nota: El análisis granulométrico indica que un 25% de la muestra se queda retenido en la malla N° 4, siendo este porcentaje la grava de la muestra, un 11% que pasa la malla N° 200 perteneciente a un tipo fino y entre estas mallas un total de 64 % lo cual nos indica que la muestra del pavimento reciclado pertenece a una granulometría del tipo arena o arcilla. Adaptado de Balbín & Chochon (2019), de su tesis “Diseño de mezcla asfáltica con material reciclado para la mejora del comportamiento mecánico del pavimento en el tramo km 90+000 al km 95+000 de la carretera Canta a Huayllay ubicado en el distrito y provincia de Canta en el departamento de Lima”.

Balbín & Chochon (2019), en su tesis nos proporciona los porcentajes para un diseño de pavimento de caliente.

Tabla 15
Porcentajes para el diseño de pavimento en caliente

DISEÑO DE MEZCLA PARA PAVIMENTO		
1	Piedra huso 67	10%
2	Confitillo	20%
3	Arena para pavimento	30%
4	Material Reciclado	40%

Nota: Se puede observar que un 40% del material utilizado para un diseño de pavimento es el pavimento reciclado, Adaptado de Balbín & Chochon (2019)

Balbín & Chochon (2019), en su tesis realiza una mejora en la granulometria de la mezcla, esto con la finalidad de lograr la Gradacion MAC 2, gradacion recomendable para el diseño de pavimentos.

Tabla 16
Análisis granulométrico de mezcla mejorada para pavimento corregido

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE			
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIO N MAC-2
1 1/2"	38,10			
1"	25,40			
3/4"	19,05		100.00	100
1/2"	12,70	6.10	93.90	80 – 100
3/8"	9,53	13.00	80.90	70 – 88
1/4"	6,35	8.10	72.80	
N.º 4	4,76	13.20	59.60	51 – 68
N.º 6	3,36	6.80	52.80	
N.º 8	2,38	6.50	46.30	
N.º 10	2,00	3.00	43.30	38 – 52
N.º 16	1,19	8.40	34.90	
N.º 20	0.84	4.40	30.50	
N.º 30	0.59	4.30	26.20	
N.º 40	0.43	4.30	21.90	17 – 28
N.º 50	0.29	3.40	18.50	
N.º 80	0.18	4.00	14.50	8 – 17
N.º 100	0.15	2.90	11.60	
N.º 200	0,07	3.60	8.00	4 – 8

Nota: Se puede observar que el porcentaje que pasa por cada malla se encuentra dentro de los valores establecidos por la Gradación MAC 2, Adaptado de Balbín & Chochon (2019)

Ruiz & Salcedo (2012), en su investigación nos indica. Las tecnologías que utilizan pavimento reciclado ofrecen importantes ventajas en términos de rendimiento, calidad, economía y reducción de contaminantes. Se desarrollarán enfoques para el diseño, incorporación, fabricación y construcción de mezclas asfálticas usando RAP. Es necesario integrar de forma permanente esta tecnología en las carreteras debido a sus notables ventajas ambientales, para complementar las estructuras sostenibles que se están implementando en nuestro país en respuesta a la creciente preocupación global por conservar el medio ambiente.

Marcillo (2018), nos dice que: La investigación experimental desempeña un papel fundamental al llevar a cabo pruebas de compresión en briquetas, con el propósito de identificar y comparar el porcentaje óptimo del plástico como agregado para lograr una resistencia mayor en comparación con el asfalto convencional. Esto contribuye tanto a una mejora en las obras civiles como al cuidado del medio ambiente. La estabilidad que proporciona las mezclas modificadas supera casi el doble la estabilidad que ofrece una muestra de referencia, aunque todas cumplen con los requisitos de estabilidad Marshall para un asfalto destinado al tráfico pesado, establecido en las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes, que exigen un mínimo de 1800 libras

Martucci (2018) indica en su investigación que entre los beneficios de utilizar el reciclaje con asfalto espumado se encuentran: la reutilización del pavimento existente, disminuyendo la extracción de nuevos áridos; la obtención de capas estructurales recicladas de alta calidad; la reducción de los tiempos de construcción, lo que conlleva a la disminución de costos y beneficia a los usuarios; y la mejora en la seguridad, entre otros aspectos positivos.

Las fuentes bibliograficas utilizadas recomiendan la reutilización de pavimento para la creacion de nuevas mezclas para pavimentación con propiedades mejoradas.

En la tabla 17, el cuadro comparativo entre el pavimento convencional y el pavimento reciclado revela que el pavimento con material reciclado cumple con las especificaciones técnicas de la guía del MTC (2013). En contraste, el pavimento convencional no cumple con todas las especificaciones requeridas, lo que demuestra que el pavimento reciclado es superior en términos de calidad.

Tabla 17
Análisis comparativo de pavimento reciclado y convencional

Datos	Pavimento reciclado		Pavimento convencional		Requisitos	
					Mín.	Máx.
Peso Específico bulk (g/cm³)	2.46		2.47		-	-
Contenido de Cemento Asfáltico Óptimo (%)	4.10		6.30		7.00	7.50
N.º de golpes por cara	75.00		75.00		-	-
V.M.A. (%)	13.90		15.60		-	-
Vacios con Cemento Asfáltico (%)	70.60		75.00		-	-
Porcentaje Vacíos (%)	4.10		4.50		3.00	5.00
Estabilidad (kg) o (kN)	1315.40	(12.90)	2170	(21.28)	830.50	-
Flujo (mm) (10-2 pulg)	3.50	(13.80)	4.60	(18.10)	8.00	14.00
Absorción de Asfalto (%)	0,05		0.05		-	-
Estabilidad / Flujo (kg/cm) o (lb/pulg)	3748.00	(9.00)	4717	(120)	1700	4000.00
Temperatura de la Mezcla (°C)	140 - 145		140 - 145		-	-

Nota: Al analizar los resultados de estabilidad y flujo de ambos tipos de pavimento, se evidencia que el pavimento reciclado cumple con las especificaciones técnicas establecidas por el MTC (2013), a diferencia del pavimento convencional que no las cumple. Es importante destacar que el pavimento reciclado tiende a presentar una ligera propensión a fallas debido

a su fragilidad, mientras que el pavimento convencional tiende a deformarse con mayor facilidad., Adaptado de Balbín & Chochon (2019)

Análisis de costos unitarios de los materiales para una mezcla asfáltica convencional y una mezcla asfáltica reciclada.

Para el análisis se consideran los precios actuales, según un valor promedio del costo de los materiales para el año 2023, con la información obtenida de forma la tabla 18 Y tabla 19 de los cuales se van a comparar y verificar si es conveniente o no el uso del pavimento reciclado.

Para la elaboración de mezcla asfáltica se utiliza: cemento asfáltico y agregados, dentro de los agregados están los agregados pétreos que por lo general está compuesto por piedra chancada o grava y los rellenos que cumple la función de rellenar los vacíos y mejorar la cohesión entre los materiales de la mezcla asfáltica, también se puede utilizar aditivos si se requiere modificar las propiedades normales de la mezcla.

Tabla 18
Precio de mezcla asfáltica convencional

Mezcla asfáltica en caliente convencional			Unidad: m ³	
Materiales	Ud.	Cantidad	Costo S/	Parcial S/
Cemento asfáltico	galón	37.60	13.50	507.60
Piedra chancada	m ³	0.28	72.30	20.24
Arena chancada	m ³	0.46	78.40	36.06
Total				563.90

Nota: Para 1 m³ de mezcla asfáltica convencional se requiere un costo aproximado de 563.90 soles

Tabla 19*Precio de mezcla asfáltica reciclado*

Mezcla asfáltica en caliente reciclada			Unidad: m ³	
Materiales	Ud.	Cantidad	Costo S/	Parcial S/
Cemento asfáltico	galón	31.20	13.50	421.20
Piedra chancada	m3	0.32	72.30	23.13
Arena chancada	m3	0.28	78.40	21.95
Total				466.28

Nota: Para 1 m³ de mezcla asfáltica reciclada se requiere un costo aproximado de 466.28 soles

Se requiere de un costo de 466.28 soles para la elaboración de una mezcla asfáltica con material reciclado, mientras que para una mezcla convencional el costo es de 563.90 soles.

Utilizando la mezcla asfáltica como recurso para pavimentaciones se puede ahorrar 97.62 soles por cada metro cubico de material, optimizando el gasto en un 17.3 % de una mezcla convencional.

El costo de la mezcla asfáltica tanto reciclado como convencional pueden variar dependiendo del lugar, las condiciones para cuando se utilicen y el transporte hasta el lugar de la obra.

Resultados Estudio de Suelo

Se realizó el estudio de suelos con dos calicatas en el lugar donde se plantea el diseño de reconstrucción de pavimento de la Av. Perú.

Tabla 20*Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)*

N° de Ensayo	Ensayo de CBR				Proctor		CBR		Met. de Com.
	Ident.	SUCS	LL	IP	MDS gr/cm ³	OCH %	CBR 100 %	CBR 95%	
1	C-01	SM	29.20%	4.50%	1.982	5.5	53.60	21.00	"C"
2	C-02	SM	34.60%	5.70%	1.965	6.7	36.50	17.40	"C"

Nota: El valor obtenido del CBR para la primera calicata es 21% y para la segunda es 17.4%

Los ensayos de laboratorio nos indican que la muestra analizada está considerada como bueno para un terreno de apoyo; sin embargo, se puede mejorar estas propiedades, se puede cortar 20 cm y reemplazar por un material de cantera.

Tabla 21
Clasificación de las muestras de suelo según SUCS

N° de calicata	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación de suelos	Valor como terreno de apoyo
C-01	M-1	0.00- 1.50	Arena Limosa de baja plasticidad	Bueno
C-02	M-1	0.00- 1.50	Arena Limosa de baja plasticidad	Bueno

Nota: Los estudios realizados coinciden, dan como resultado un tipo de suelo Arena limosa que tiene baja plasticidad

Las muestras tomadas son de lugares; sin embargo, se tiene casi las mismas propiedades para cada tipo de suelo, esto nos indica que se mantiene la homogeneidad del suelo en el tramo de estudio.

Tabla 22
Propiedades mecánicas de las muestras de suelo

N° de calicata	Clasificación SUCS	Distribución granulométrica			Limite Líquido %	Índice Plástico %	Limite Plástico %
		Grava %	Arena %	Fino %			
C-01	SM	30.30	53.60	16.10	29.2	24.7	4.5
C-02	SM	43.30	44.30	12.30	34.6	28.9	5.7

Nota: La clasificación obtenida para nuestra muestra de suelo según SUCS es SM, nos indica que se obtiene una clasificación de Arena Limosa

Resultados Análisis de Tránsito

Se realizó el estudio de tránsito mediante un conteo vehicular durante tres días para obtener un aproximado de la cantidad de vehículos futuros que

circulará por la Av. Perú, de esta forma poder plantear el diseño de pavimento flexible teniendo en consideración la utilización del pavimento reciclado, referido a los porcentajes de utilización de materiales y gasto aproximado.

Se obtiene una clasificación L para las motos lineales y mototaxis, los autos, camionetas y minivans están en la categoría M y los camiones livianos y pesados en la categoría N. Contabilizados en el tramo desde el Jr. México hasta el Jr. Mayo de la Av. Perú.

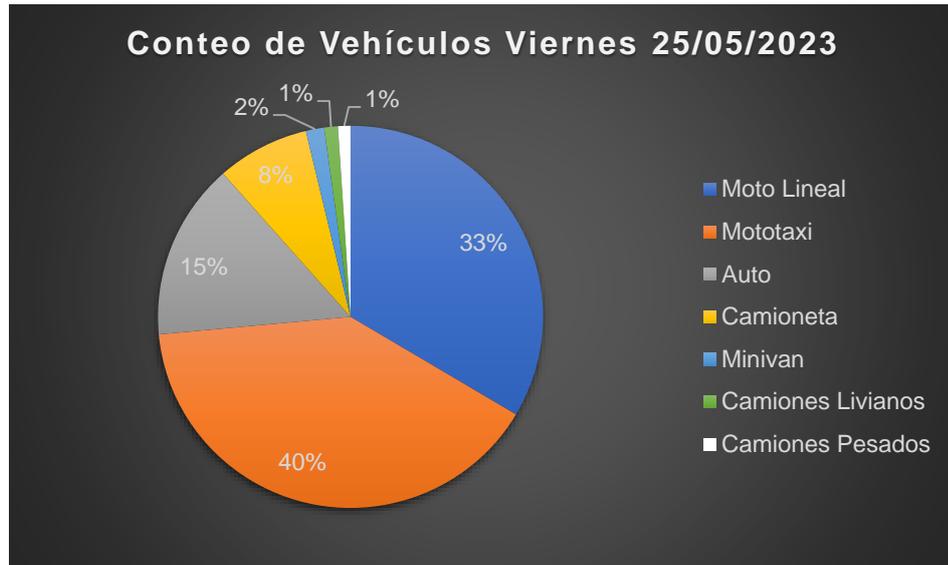
Tabla 23
Conteo de Vehículos Viernes 25/05/2023

Conteo de Vehículos Viernes 25/05/2023								
Horario (24 horas)	Moto Lineal	Moto taxi	Aut o	Camio neta	Mini van	Camiones Livianos	Camiones Pesados	Total
7:00 - 8:00	47	42	34	10	2	2	1	138
8:00 - 9:00	48	51	21	8	3	2	4	137
9:00 - 10:00	53	54	17	14	1	1	1	141
10:00 - 11:00	48	67	25	11	4	3	1	159
11:00 - 12:00	35	59	12	9	2	0	2	119
12:00 - 13:00	61	72	28	13	5	2	1	182
13:00 - 14:00	76	88	31	17	3	1	0	216
14:00 - 15:00	63	79	26	16	2	3	3	192
15:00 - 16:00	49	58	19	10	4	1	0	141
16:00 - 17:00	38	47	11	8	1	4	4	113
17:00 - 18:00	52	52	22	15	0	2	2	145
18:00 - 19:00	42	61	27	11	1	0	0	142
Total	612	730	273	142	28	21	19	

Nota: En el ámbito de estudio se presencia más el transporte de vehículos livianos (motos y mototaxis), El uso de vehículos pesados es limitado y en la mayoría de casos es para el transporte de mercancía para las tiendas de la zona

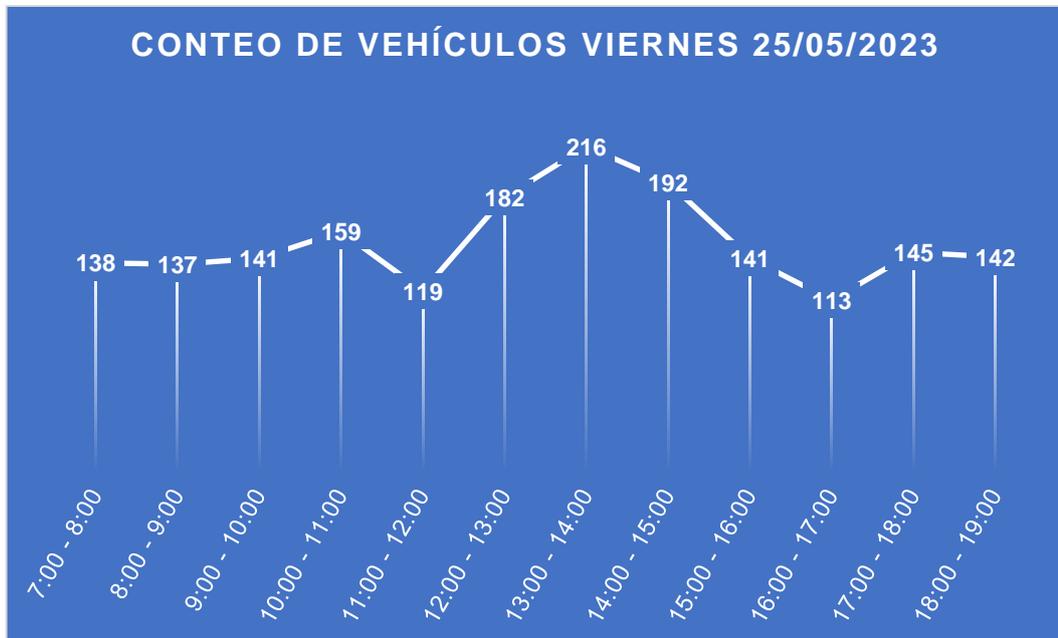
En la tabla 23 se muestra la cantidad de vehículos presentes en el tramo desde el Jr. México hasta el Jr. Mayo de la Av. Perú el día Viernes 25/05/2023, dicho conteo se realizó de los vehículos que se traslada por la Av. Perú mas no los vehículos que cruzan la avenida.

Figura 13
Porcentaje de Vehículos Viernes 25/05/2023



Los vehículos que circulan con mayor frecuencia durante el día viernes son los mototaxis con un 40%, las motos lineales con un 33% y los autos con un 15%.

Figura 14
Conteo de Vehículos Viernes 25/05/2023



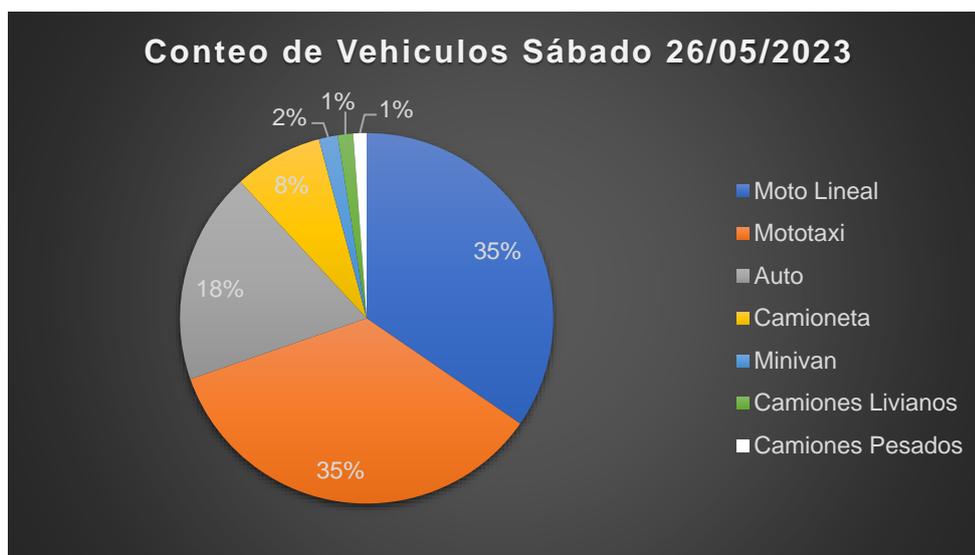
El día Viernes 25/05/2023 se tiene una mayor cantidad de vehículos entre 1:00 pm y 2:00 pm y una mínima cantidad entre las 4:00 pm y 5:00 pm.

Tabla 24
Conteo de Vehículos Sábado 26/05/2023

Conteo de Vehículos Sábado 26/05/2023								
Horario (24 horas)	Moto Lineal	Moto taxi	Auto	Camioneta	Minivan	Camiones Livianos	Camiones Pesados	Total
7:00 - 8:00	52	28	22	6	3	3	0	114
8:00 - 9:00	41	40	24	8	2	0	1	116
9:00 - 10:00	59	51	21	13	4	0	0	148
10:00 - 11:00	51	49	32	11	4	2	1	150
11:00 - 12:00	43	48	23	7	1	1	0	123
12:00 - 13:00	56	63	34	10	2	3	4	172
13:00 - 14:00	63	59	37	14	3	3	2	181
14:00 - 15:00	54	47	28	11	1	4	2	147
15:00 - 16:00	44	42	24	8	1	2	1	122
16:00 - 17:00	42	51	19	9	2	1	4	128
17:00 - 18:00	39	63	17	17	4	1	1	142
18:00 - 19:00	27	37	24	13	0	2	3	106
Total	571	578	305	127	27	22	19	

En la tabla 24 se muestra la cantidad de vehículos presentes en el tramo desde el Jr. México hasta el Jr. Mayo de la Av. Perú el día Sábado 26/05/2023, dicho conteo se realizó de los vehículos que se traslada por la Av. Perú mas no los vehículos que cruzan la avenida.

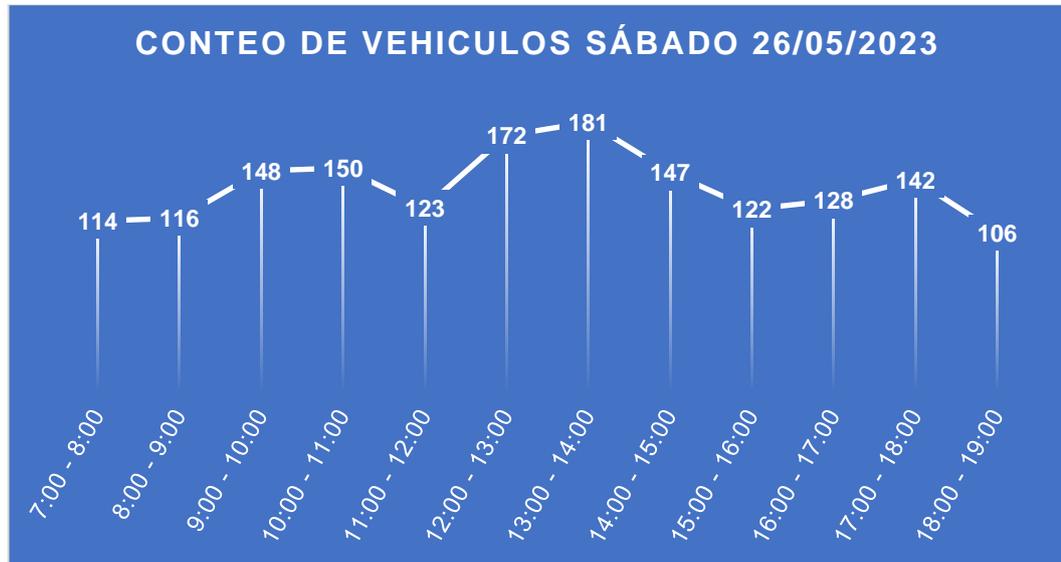
Figura 15
Porcentaje de Vehículos Sábado 26/05/2023



Los vehículos que circulan con mayor frecuencia durante el día sábado son los mototaxis con un 35%, las motos lineales con un 35% y los autos con un 18%.

Figura 16

Conteo de Vehículos Sábado 26/05/2023



El día Sábado 26/05/2023 se tiene una mayor cantidad de vehículos entre 1:00 pm y 2:00 pm y una mínima cantidad entre las 3:00 pm y 4:00 pm.

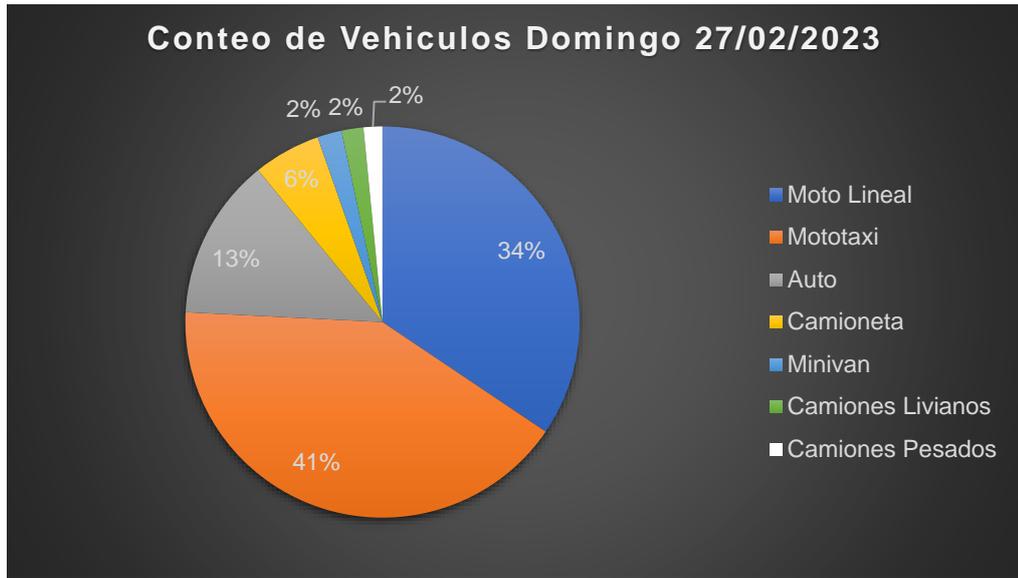
Tabla 25

Conteo de Vehículos Domingo 27/05/2023

Conteo de Vehículos Domingo 27/05/2023								
Horario (24 horas)	Moto Lineal	Moto taxi	Auto	Camioneta	Mini van	Camiones Livianos	Camiones Pesados	Total
7:00 - 8:00	46	45	23	8	2	2	3	129
8:00 - 9:00	54	77	20	10	2	2	4	169
9:00 - 10:00	62	65	19	7	2	2	2	159
10:00 - 11:00	30	50	22	4	4	1	2	113
11:00 - 12:00	34	41	20	3	6	4	0	108
12:00 - 13:00	42	54	17	6	1	2	0	122
13:00 - 14:00	43	64	16	2	2	3	4	134
14:00 - 15:00	46	46	14	13	4	0	1	124
15:00 - 16:00	45	60	16	10	1	3	1	136
16:00 - 17:00	56	59	8	14	3	4	0	144
17:00 - 18:00	29	49	7	7	4	5	4	105
18:00 - 19:00	50	34	26	2	0	0	3	115
Total	537	644	208	86	31	28	24	

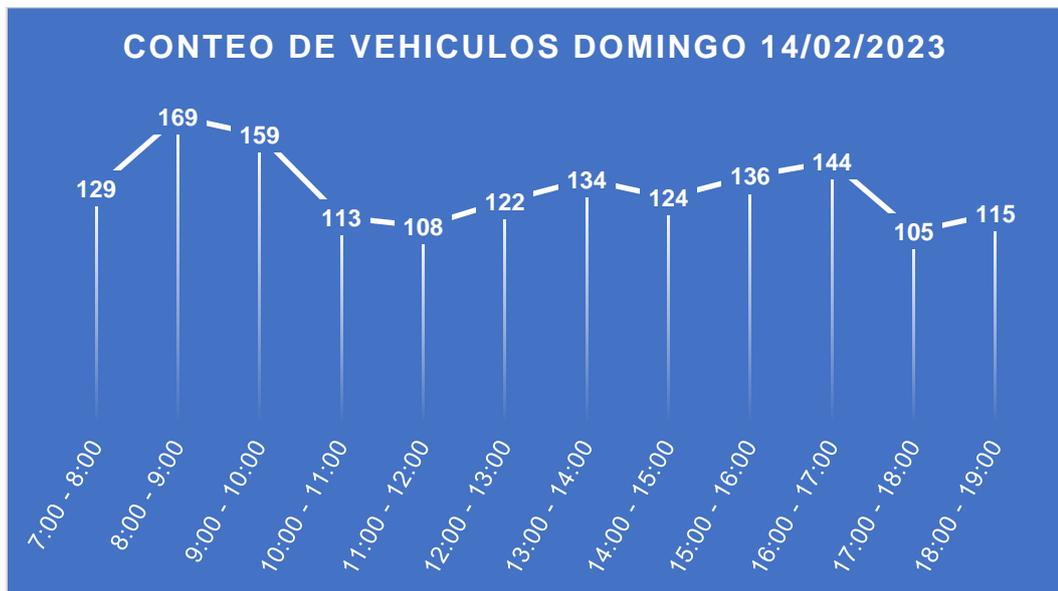
En la tabla 25 se muestra la cantidad de vehículos presentes en el tramo desde el Jr. México hasta el Jr. Mayo de la Av. Perú el día Domingo 27/05/2023, dicho conteo se realizó de los vehículos que se traslada por la Av. Perú mas no los vehículos que cruzan la avenida.

Figura 17
 Porcentaje de Vehículos Domingo 27/05/2023



Los vehículos que circulan con mayor frecuencia durante el día domingo son los mototaxis con un 41%, las motos lineales con un 34% y los autos con un 13%.

Figura 18
 Conteo de Vehículos Domingo 27/05/2023



El día Domingo 27/05/2023 se tiene una mayor cantidad de vehículos entre 8:00 am y 9:00 am y una mínima cantidad entre las 5:00 pm y 6:00 pm.

El IMDs viene a ser el promedio de un tipo de vehículo que transita por un determinado lugar (Jr. México - Jr. Mayo, un tramo de la Av. Perú), el IMDa

es el factor corregido del IMDs, para vehículos livianos se multiplica por 0.9394 y para vehículos pesados por 1.0234.

Tabla 26
IMD vehicular actual

	Tramo	Moto Lineal	Moto taxi	Auto	Camioneta	Mini van	Camiones Livianos	Camiones Pesados
IMDs	Jr. México Jr. Mayo	266.3	351.0	140.7	56.7	15.3	8.7	11.0
	Jr. Mayo Jr. México	307.0	299.7	121.3	61.7	13.3	15.0	9.7
	Total	573.3	650.7	262.0	118.3	28.7	23.7	20.7
IMDa	Jr. México Jr. Mayo	250.19	329.73	132.14	53.23	14.40	8.14	11.26
	Jr. Mayo Jr. México	288.40	281.51	113.98	57.93	12.53	14.09	9.89
	Total	538.59	611.24	246.12	111.16	26.93	22.23	21.15
2023	Total, de vehículos	539	611	246	111	27	22	21

Nota: En la última fila de la tabla 26 se muestra el año de estudio y el total de vehículos en un escenario actual

Para el diseño de pavimento tomamos en cuenta un escenario futuro, se consideró que el planteo del presente estudio se puede ejecutar por las autoridades gubernamentales dentro de 4 años.

Tabla 27
Tasa anual de crecimiento vehicular

Tasa de crecimiento anual de vehículos livianos	r:	0.60 %
Tasa de crecimiento anual de vehículos pesados	r:	4.50 %
Tiempo que transcurre del estudio hasta la ejecución del proyecto.	n:	4 años

Nota: La tabla 27 indica la tasa de crecimiento actual de vehículos livianos y vehículos pesados, también el tiempo que se llevara a cabo la ejecución del proyecto

El total de vehículos a considerar para la obtención del número de ejes equivalentes y plantear el diseño de pavimento se muestra en la tabla 28.

Tabla 28
IMD vehicular futuro

		Moto Lineal	Moto taxi	Auto	Camioneta	Mini van	Camiones Livianos	Camiones Pesados
2027	Total, de vehículos	549	622	250	113	27	22	24

Nota: La tabla 28 indica el conteo de vehículos livianos y vehículos pesados, en el tiempo que se llevará a cabo la ejecución del proyecto

El ESAL o W18 viene a ser la cantidad de repeticiones aproximadas del eje de carga equivalente: 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un determinado periodo.

Tabla 29
Número de ejes equivalentes

Pavimento flexible		
Tasa de crecimiento anual de vehículos pesados	r:	4.50 %
Vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor "Fca" vehículos pesados $\text{Factor Fca} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$	Fca	31.37
N° de calzadas, sentidos y carriles por cada sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Fd*Fc (Factor direccional*Factor carril)	Fc*Fd	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL) $\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL O W18	627 477

Nota: La tabla 29 nos indica que para un periodo de 20 años se tendrá 627 477 repeticiones

Tabla 30
Datos para diseño de Pavimento flexible

Cargas de tráfico vehicular	ESAL(W18)	627 477
Subrasante	CBR =	19.2 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	MR (psi) =	16931.82
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo: TP3
N° de etapas	Etapas:	1
Confiabilidad	Conf =	80.00 %
Coficiente de desviación estándar normal	ZR =	-0.842
Desviación estándar combinado	So =	0.45
Índice de serviciabilidad Inicial	Pi =	2

Índice de serviciabilidad Final	Pt =	3.8
Diferencial de serviciabilidad	Δ PSI =	1.8

Nota: la tabla 30 muestra los datos necesarios para el diseño de pavimento flexible

Se obtiene el valor del número estructural requerido SN mediante la siguiente formula:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SNR + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SNR + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Da por resultado SNR=2.17165.

Se define los coeficientes estructurales para cada capa del pavimento de acuerdo a las condiciones requeridas para la AV. Perú.

Tabla 31

Coefficientes estructurales para las capas de pavimento

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa superficial recomendado para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendado para Tráfico > 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendado para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
0.170	0.054	0.047

Nota: Los coeficientes mostrados corresponden al tipo de carpeta asfáltica a utilizar, condiciones de base granular y sub base granular que se empleará para el diseño del pavimento

Tabla 32

Coefficientes de drenaje para las Bases y Sub Bases en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

Nota: El manual AASHTO recomienda el valor de 1 para los coeficientes de drenaje para pavimentos expuesto a niveles de humedad normales

Se obtiene el valor del número estructural final SN mediante la siguiente fórmula:

$$SN = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Se debe asegurar que el valor de número estructural final debe ser mayor al número estructural requerido para mantener la seguridad y confiabilidad para los usuarios.

Tabla 33

Espesor de capa de pavimento flexible

d1	d2	d3
6 cm	15 cm	18 cm
Capa superficial	Base	Sub Base

Nota: Los valores propuestos para el diseño de pavimento son: asfalto 6 cm, base 15 cm y sub base 18 cm

El valor del número estructural requerido final es: 2.676.

Corroboración del número estructural requerido y número estructural final indicando que cumple las condiciones propuestas por el manual AASHTO.

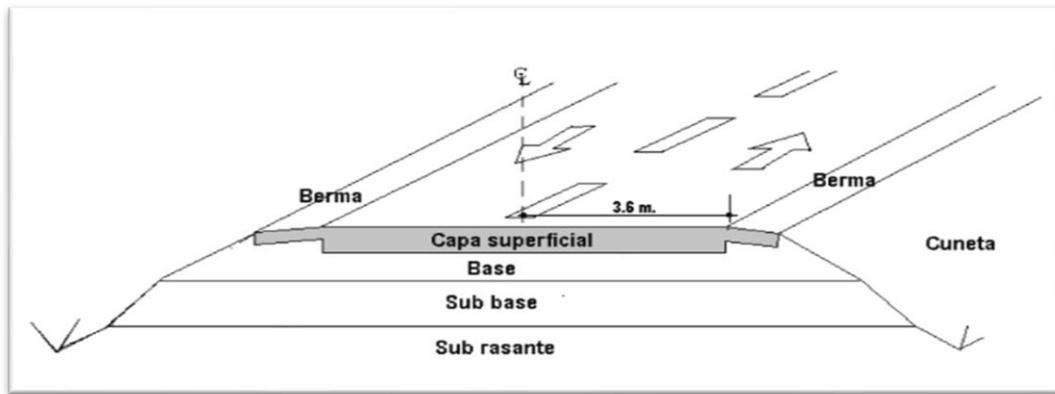
Tabla 34

Comparación de SNR final y SNR requerido

SNR (Requerido)	2.172	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	2.676	SI CUMPLE

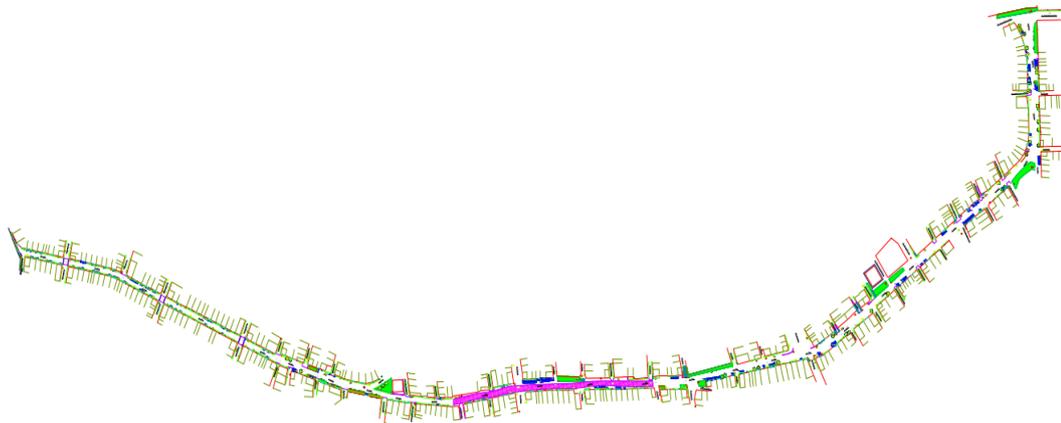
Nota: Se comprueba que el SNR final es mayor que el SNR requerido por tanto el diseño es correcto

Figura 19
Capas del pavimento asfáltico



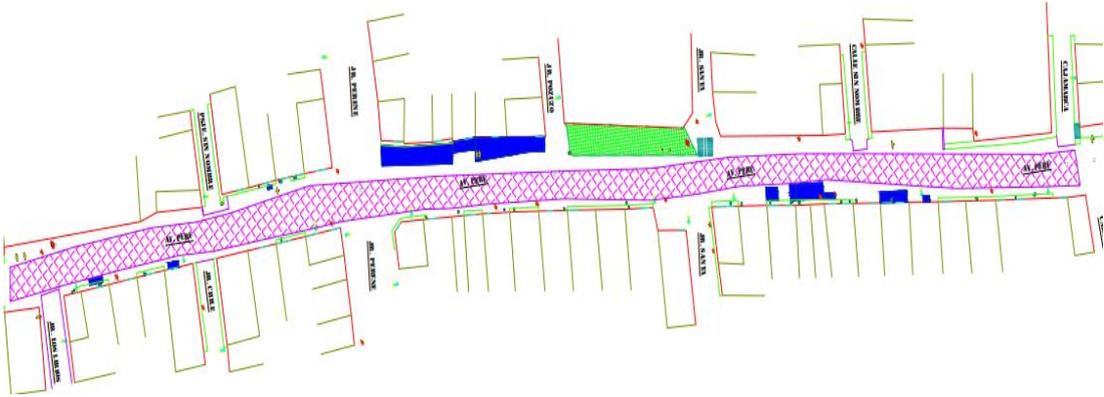
Nota: Según el manual AASHTO las dimensiones establecidas para el presente diseño son permitidas, careta asfáltica 6 cm, base 15 cm y sub base 18 cm

Figura 20
Longitud de la Av. Perú



Nota: La Av. Perú tiene 1729.6 metros lineales, la parte resaltada de morado es el tramo para el cual se plantea el diseño de pavimento

Figura 21
Longitud de tramo para diseño de pavimento



Nota: La longitud lineal para el diseño de pavimento es de 283.5 m

Área de diseño de pavimento

El área del diseño de pavimento corresponde a 7 tramos de 31.5 metros lineales por 7.2 metros de ancho.

$$A_T = 7 * 31.5 * 7.2 = 1587.6 \text{ m}^2$$

Volumen de material para diseño de pavimento

Volumen para cada capa de pavimento flexible según el manual AASHTO.

Sub base: Como lo indicado en el diseño de pavimento, el espesor de la sub base es de 18 cm = 0.18 m

$$V_{subbase} = 1587.6 * 0.18 = 285.79 \text{ m}^3$$

Base: Como lo indicado en el diseño de pavimento, el espesor de la base es de 15 cm = 0.15 m

$$V_{base} = 1587.6 * 0.15 = 238.14 \text{ m}^3$$

Carpeta asfáltica: Como lo indicado en el diseño de pavimento, el espesor de la carpeta asfáltica es de 6 cm = 0.06 m

$$V_{asfalto} = 1587.6 * 0.06 = 95.26 \text{ m}^3$$

Costo de material

Tabla 35

Costo de material para reconstrucción de pavimento

CAPA	CANTIDAD (m ³)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
Carpeta asfáltica	95.26	466.28	44417.83
Base	238.14	44.50	10507.23
Sub base	285.79	40.00	11431.60
Total (soles)			66356.66

Nota: El monto es solo del costo de los materiales, sale un total de 66356.66 soles

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Mediante el estudio realizado, la hipótesis H_0 : “El planteamiento de diseño de reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado mejora la transitabilidad vehicular en la Av. Perú”, queda comprobado como se muestra en el capítulo IV.

El diseño de pavimento reutilizando el pavimento deteriorado, reduce costos en su ejecución de s/. 563.90 soles a s/. 466.28 soles optimizando los gastos en un 17.3% por m², haciendo viable y favorable el proceso constructivo. La clasificación inicial del pavimento de la Av. Perú es de PCI = 62 (BUENO), luego de emplear el estudio realizado llega a una clasificación PCI = 74 (MUY BUENO), se obtiene una mejora del 19% aproximadamente de su valor inicial.

El diseño del pavimento planteado tiene una vida útil de 20 años y está diseñado para que sea ejecutada dentro de 4 años aproximadamente, el pavimento flexible de la Av. Perú se encuentra deteriorado por la falta de mantenimiento y limpieza, dichas acciones mencionadas en el capítulo 4 debe ser tomadas por las autoridades para mejorar la transitabilidad vehicular.

Por tanto, se comprueba la Hipótesis H_1 como verdadera.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

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

Rengifo & Vargas (2017), en su Tesis: “Análisis comparativo entre pavimento flexible convencional y pavimento flexible reciclado en las cuadras 1-29 de la avenida La Paz San Miguel – Lima”, llevó a cabo un análisis comparativo de las propiedades físicas entre el pavimento convencional y el pavimento reciclado, revelando una disminución del 40% en la cantidad de agregado grueso y fino requerido. Se notó una mejora significativa en la calidad del asfalto utilizado, en contraste con la propuesta de tesis, donde se utilizó un 60% de material grueso y fino, lo cual sugiere un avance positivo en el diseño de la mezcla y su rendimiento.

Chuman (2016), en su Tesis: “Reutilización de pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta procesadora que produce mezcla asfáltica en caliente para pavimentos en Huancayo 2016”, realizó una evaluación del reciclado del pavimento flexible utilizando una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente, con la adición de porcentajes del 25%, 20% y 15% a la nueva mezcla asfáltica. Esto incluyó un nuevo diseño de la mezcla Marshall que incorporaba el material reciclado, específicamente en una mezcla asfáltica de clasificación MAC-2, utilizando el porcentaje de agregado grueso reciclado que dio mejores resultados, fue del 25%. Se obtuvo la rigidez de 2823.4 kg/cm en este escenario.

Balbín & Chochon (2019), en su tesis: “Diseño de mezcla asfáltica con material reciclado para la mejora del comportamiento mecánico del pavimento en el tramo km 90+000 al km 95+000 de la carretera Canta a Huayllay ubicado en el distrito y provincia de Canta en el departamento de Lima 2019”, durante el análisis de la curva granulométrica del pavimento reciclado, se pudo observar una falta de agregado grueso por encima de la malla n.º4, lo cual indica que no cumple con los requisitos granulométricos establecidos. Para

corregir esta deficiencia, se aumentó la cantidad de agregado grueso hasta un 30% en comparación con la piedra que tenía un 10% y el confitillo con un 20%. Después de corregir la cantidad de agregado grueso en el material reciclado, se identificó una falta de agregado fino, lo cual no cumplía con los límites granulométricos requeridos. Para solucionar esta situación, se incrementó la cantidad de agregado fino hasta un 30%, principalmente utilizando arena de pavimento.

Monroy et al (2020), en su tesis: "Monografía del uso de rap (pavimentos asfáltico reciclados) para la rehabilitación de vías urbanas del municipio de Girardot - Cundinamarca", Indica que, en cuanto a los costos, se determinó que al utilizar el material RAP (Recycled Asphalt Pavement) en pavimentos asfálticos de material reciclado en planta, se logra una reducción en los costos de producción. Esto se debe a que el RAP proporciona volúmenes significativos de agregados.

En la presente tesis, se hizo un análisis comparativo de los precios para un asfalto reciclado y uno convencional, en la que se obtiene un 17.3% menos para el reciclado que del costo convencional, se utilizó un 40% de material reciclado para el diseño de mezcal asfáltica en caliente para un volumen total de 122.5 m³.

CONCLUSIONES

La Av. Perú es una vía de suma importancia para las personas de AA.HH. San Luis del sector 1, 2, 3 y 4, por tanto, las condiciones en las que se encuentra el pavimento flexible de la Av. Perú deben ser optimas; sin embargo, el pavimento de la progresiva 0.6615 km a 0.9450 km se encuentra en un estado deplorable, es necesario la reconstrucción del pavimento para recuperar la transitabilidad vehicular y asegurar la salud de los transportistas que a diario pasar por a Av. Perú. Se planteó una solución de reconstrucción utilizando pavimento reciclado y optimizando costos hasta un 17.3% de un diseño convencional, teniendo las mismas especificaciones estructurales y hasta mejores según indica el manual AASHTO.

Los vehículos que más transitan por la Av. Perú pertenecen a la categoría L (motos lineales y trimotos o mototaxis), estos vehículos son los que más sufren de las fallas del pavimento, se cuantificó los vehículos y se sacó un promedio de estos dando como resultado 573 motos lineales, 651 trimotos o mototaxis, 262 autos, 118 camionetas, 29 minivans, 24 camiones livianos y 21 camiones pesados, siendo estos dos últimos los causantes de agravar en mayor porcentaje las fallas presentes en el avenida Perú.

El pavimento flexible de la Av. Perú que se encuentra ubicado en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, con un análisis cuantitativo según los parámetros del Manual del método de Índice de Condición de Pavimento (PCI) se pudo definir los tramos que necesitan una reconstrucción de pavimento.

- Tramo N°22, valor de PCI = 11
- Tramo N°24, valor de PCI = 15
- Tramo N°25, valor de PCI = 7
- Tramo N°26, valor de PCI = 25
- Tramo N°27, valor de PCI = 31
- Tramo N°29, valor de PCI = 26
- Tramo N°30, valor de PCI = 23

Los cuales se plantea una reconstrucción de pavimento, con el fin de devolver la funcionalidad y seguridad que debe ofrecer una vía a sus usuarios.

La utilización de pavimento reciclado para un nuevo diseño ofrece: sostenibilidad ambiental, reducción de residuos, ahorro de recursos (hasta un 40%) y costos (hasta un 17.3%), mejora la calidad del pavimento. El diseño de pavimento planteado consta de una carpeta asfáltica de 6 m, una base de 15 cm y una sub base de 18 cm, para un área de 1587.6 m² que compete a 7 tramos analizados por la metodología PCI para garantizar su funcionalidad para los vehículos que transitan por la Av. Perú.

RECOMENDACIONES

Se recomienda un monitoreo frecuencial del estado en el que se encuentra el pavimento para y determinar el aumento de deterioro del pavimento, este estudio nos permitirá identificar la gravedad de falla existente en el pavimento y poder pronosticar el estado en el futuro y así plantear medidas de rehabilitación y mantenimiento del pavimento con anticipación.

Se recomienda poner puntos de control para realizar estudios de tránsito, llevar un organizador o plantilla de conteo para evitar cometer errores al momento de cuantificar la cantidad de vehículos.

Se recomienda realizar un estudio del estado del pavimento por otra metodología y compararlo con la metodología PCI, puede ser el método VIZIR, definir las fallas y plantear soluciones para cada una de las fallas presentes.

Se recomienda plantear nuevos métodos de solución, el diseño de pavimento para toda la Av. Perú sería lo mejor, debido a la antigüedad del pavimento y la falta de mantenimientos rutinarios el pavimento acorto su vida útil en gran proporción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). *Guide for design of pavement Structures*. Washington D.C.
- ASTM D6433. (2004). *INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS*.
- Balbín, R., & Chochon, V. (2019). *Diseño de mezcla asfáltica con material reciclado para la mejora del comportamiento mecánico del pavimento en el tramo km 90+000 al km 95+000 de la carretera Canta a Huayllay ubicado en el distrito y provincia de Canta en el departamento de Lima*. Obtenido de Repositorio Universidad de San Martín de Porres:
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6001>
- Buitrago, J., & González, A. (2016). *Caracterización del rap e identificación de su influencia en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Distrital:
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3207>
- Chuman, J. (2016). *Reutilización de pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente para pavimentos en Huancayo 2016*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Peruana Los Andes:
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/267>
- Cordova, W. (2017). *Diagnóstico situacional del estado de conservación de la pavimentación flexible de la prolongación Santa tramo canal Mochica y avenida América utilizando el método Índice de Condición del pavimento, Trujillo 2017*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Privada de Trujillo:
<http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/7>
- Cotrina, L. (2019). *Aplicación Del Método Pavement Condition Index (PCI) Para Evaluar Pavimentos Flexibles En La Progresiva 46+600-51+600, Yanahuanca- Cerro De Pasco 2019*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad de Huánuco:
<http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2444;jsessionid=6D277F00EA482A4EC8127080272C6950>
- Flores, C., & Saldaña, A. (Julio de 2020). *La influencia del RAP en la resistencia estructural de un pavimento reciclado en frío para el proyecto de conservación vial de la carretera Binacional Mazocruz – Puente Internacional*. Obtenido de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC):
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652416>
- Gamboa, K. (10 de 12 de 2009). *CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN APLICADO EN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. LAS PALMERAS DE PIURA*. Obtenido de Repositorio Institucional PIRHUA: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1351>

- Garcia, A. (2015). *DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO POR EL METODO AASHTO-93 EMPLEANDO EL SOFTWARE DISAASHTO-93*. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: <https://core.ac.uk/download/pdf/143451539.pdf>
- Garcia, K., & Camposano, J. (03 de 2012). *DIAGNÓSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL DE LA VIA: AV. ARGENTINA – AV. 24 DE JUNIO POR EL MÉTODO: ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS-2012*. Obtenido de Universidad Peruana de los Andes: <https://vbook.pub/download/pci-tesis-pavimento-rigido-qwyvynm8ynwm>
- López, D. (2014). *Reciclado de pavimentos en carreteras*. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Fuerzas Armadas: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9085?locale=es>
- Medina, A. (2015). *Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI*. Obtenido de Repositorio Academico UPC: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581505>
- Meméndez, J. (2009). *Ingeniería de Pavimentos*. Obtenido de La librería del Ingeniero: <https://www.libreriaingeniero.com/2020/07/ingenieria-de-pavimentos-ing-jose-rafael-menendez.html>
- Monroy, M., León, J., & Ramos, M. (2020). *Monografía del uso de rap (pavimentos asfáltico reciclados) para la rehabilitación de vías urbanas del municipio de Girardot - Cundinamarca*. Obtenido de Repositorio institucional UNIMINUTO: <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/12063>
- MTC. (2006). *Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/70BB89715784FCC505257E05007DD33F/\\$FILE/RD_4848_2006_MTC15_Clasificaci%C3%B3nVehicular.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/70BB89715784FCC505257E05007DD33F/$FILE/RD_4848_2006_MTC15_Clasificaci%C3%B3nVehicular.pdf)
- MTC. (2009). *REGLAMENTO NACIONAL DE TRANSITO*. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_1_56.pdf
- MTC/14. (14 de 06 de 2013). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones- PROVIAS: http://www.proviasdes.gob.pe/Prog_incentivos/Normatividad/Norm_sectorial_vinc_meta_40/Glosario_Terminos_Uso_Frecuente_jun13.pdf
- Murga, C., & Zerpa, R. (2019). *Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida costa rica y prolongación César Vallejo, Trujillo*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5381>

- Ochoa, R. (2017). *Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Camino Real de la urbanización La Rinconada del distrito Trujillo*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3589>
- Peréz, D. (10 de 11 de 2021). *Diagnóstico de pavimentos mediante el método pci y análisis de la influencia del mal estado de la vía con relación al número de accidentes presentados en la av. la victoria (carrera 4 este) entre calle 37 sur y calle 27a sur*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/27110>
- Puga, C. (2018). *Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca) - Ecuador*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31534>
- Rabanal, J. (2014). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento*. Obtenido de Repositorio Institucional UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/5511>
- RAE. (2014). *Diccionario de la lengua española (23a ed.)*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/conservar?m=form>
- Rengifo , J., & Vargas, M. (2017). *Análisis comparativo entre pavimento flexible convencional y pavimento flexible reciclado en las cuadras 1-29 de la avenida La Paz San Miguel - Lima*. Obtenido de Repositorio Universidad de San Martin de Porres: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3520>
- Rubio, H. (2018). *Evaluación superficial del pavimento flexible de la av. Federico Villarreal del distrito de Trujillo, aplicando el método del PCI*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Privada Antenor Orrego: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5648>
- Salazar, A. (2019). *Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca - Tumán*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40648>
- Sotomayor, G. (2016). *Diagnóstico del estado situacional de la vía: Avenida Perú, por el método: índice de condición de pavimentos*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Alas Peruanas: <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/910>
- Tacza, E., & Rodriguez, B. (18 de 06 de 2018). *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado*. Obtenido de Repositorio Académico de la Universidad Peruana de Ciencias

Aplicadas:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624556>

Vásquez, L. (2002). *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS*. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Velasquez, L. (2020). *Monografía Del Uso De Rap (Pavimentos Asfáltico Reciclados) Para La Rehabilitación De Vías Urbanas Del Municipio De Girardot - Cundinamarca*. Obtenido de Corporación Universitaria MInuto de Dios: <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/12063>

Zapata, A. (08 de 01 de 2019). *Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la calle Lima del asentamiento humano San Pedro, distrito Piura, provincia de Piura y departamento de Piura, noviembre 2017*. Obtenido de Repositorio institucional ULADECH Católica: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/8337>

Zevallos, R. (2018). *Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017*. Obtenido de Repositorio de Universidad Cesar Vallejo: https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_ebb8645fa2ce35b48d9767630ffd90be

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Poma Meza, Q. (2024). *Planteamiento de diseño para la reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado en la av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

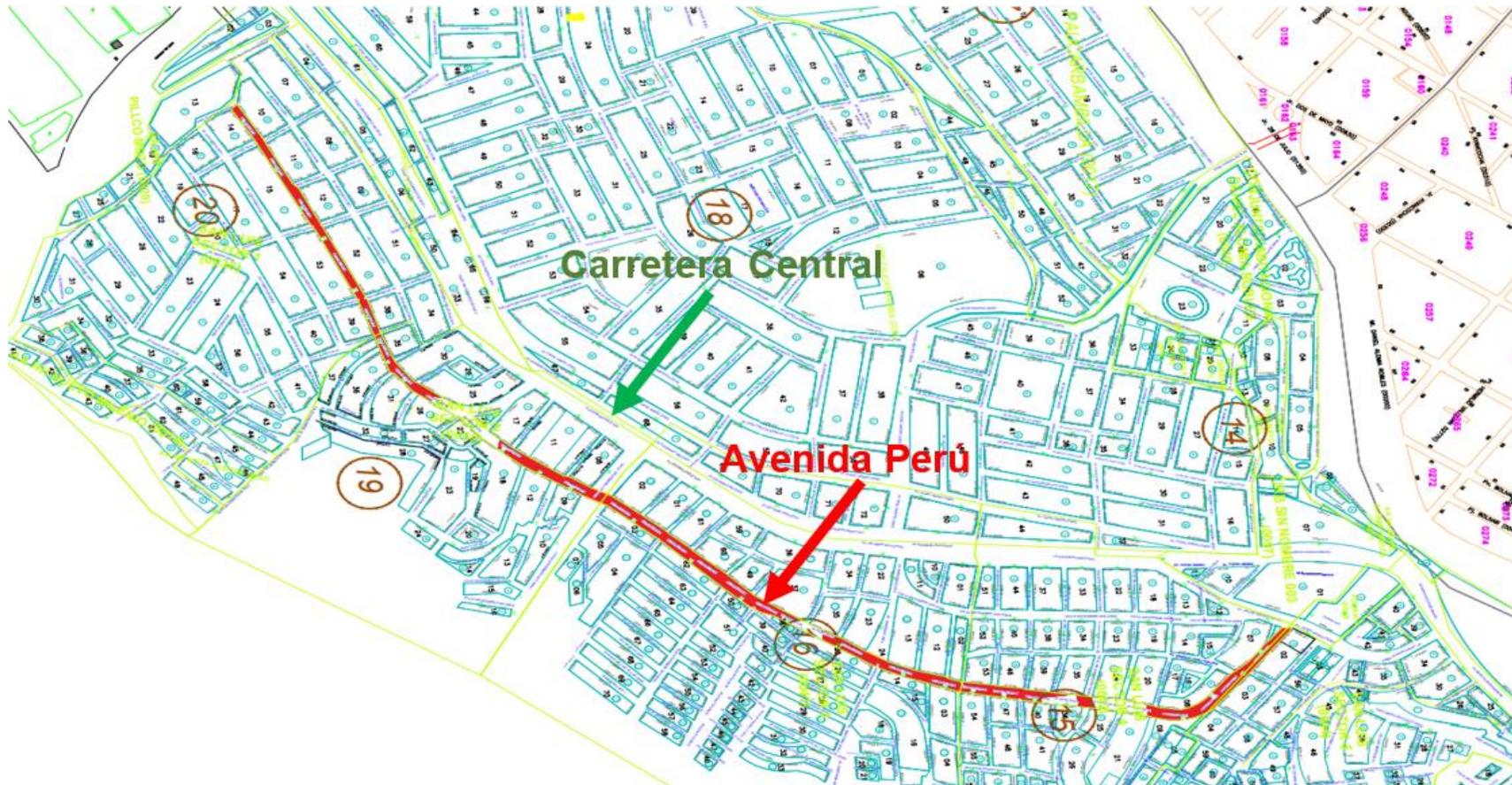
ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 36
Matriz de Consistencia

TÍTULO: “PLANTEAMIENTO DE DISEÑO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE REUTILIZANDO EL PAVIMENTO DETERIORADO EN LA AV. PERÚ, AMARILIS – HUÁNUCO – 2023”.					
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo plantear el diseño para la reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023?</p> <p>Problema específico</p> <p>¿Cómo analizar el volumen vehicular que se moviliza a través del pavimento flexible de la Av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023?</p> <p>¿Cómo identificar los tramos de pavimento flexible de la Av. Perú que requieran reconstrucción con la metodología PCI, Amarilis – Huánuco – 2023?</p> <p>¿Cómo plantear el diseño de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado para mejorar la transitabilidad vehicular, Amarilis – Huánuco – 2023?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Plantear el diseño para la reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Analizar el volumen vehicular que se moviliza a través del pavimento flexible de la Av. Perú, Amarilis – Huánuco – 2023.</p> <p>Identificar los tramos de pavimento flexible de la Av. Perú que requieran reconstrucción con la metodología PCI, Amarilis – Huánuco – 2023.</p> <p>Plantear el diseño de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado para mejorar la transitabilidad vehicular, Amarilis – Huánuco – 2023.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>H₀: El planteamiento de diseño para la reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado mejora la transitabilidad vehicular en la Avenida Perú, Amarilis – Huánuco – 2023.</p> <p>H₁: El planteamiento de diseño para la reconstrucción de tramos de pavimento flexible reutilizando el pavimento deteriorado no mejora la transitabilidad vehicular en la Avenida Perú, Amarilis – Huánuco – 2023.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>- Mejora de la transitabilidad vehicular</p> <p>Variable independiente:</p> <p>- Diseño de pavimento</p>	<p>Enfoque</p> <p>El enfoque de la tesis es cuantitativo</p> <p>Alcance o nivel</p> <p>El alcance de la tesis es explicativo.</p> <p>Diseño</p> <p>El diseño de la tesis es no experimental</p>	<p>Población</p> <p>En la presente tesis se considera como población 55 tramos de pavimento flexible, ancho promedio 7.2 m y longitud promedio 31.5 m.</p> <p>Muestra</p> <p>En la presente tesis consideraremos la muestra a los tramos que tengan una clasificación: malo, muy malo o fallado, en valores del PCI la muestra será los tramos que tenga un valor PCI menor a 40</p>

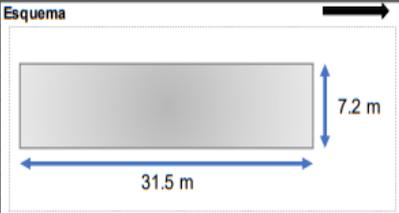
ANEXO 2
PLANO DE UBICACIÓN

Figura 22
Plano de Ubicación



ANEXO 3
PCI PARA LAS UNIDADES DE MUESTRA

Figura 23
PCI para el tramo 22

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-18)		
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA		
Exploración de la condición superficial por unidades de inspección		
Nombre de Via	Av. Perú	Esquema 
Distrito	Amarilis	
Unidad de inspección	Unidad (22)	
Fecha de inspección	23/12/2022	
Abscisa inicial	661.5	
Abscisa final	693	
Ancho de Via	7.2	
Área de inspección (m²)	226.8	
Inspeccionada por	POMA MEZA QUEBIN ALAIN	

No.	Daño	Un.
1	Piel de cocodrilo	m²
2	Exudación	m²
3	Agrietamiento en Bloque	m²
4	Abultamientos y Hundimientos	m
5	Corrugación	m²
6	Depresión	m²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de Reflexión de Juntas de PCCP	m
9	Desnivel Carril / Berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m

No.	Daño	Un.
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	m²
12	Pulimento de Agregados	m²
13	Huecos	un
14	Cruce de Vía Férrea	m²
15	Ahuellamiento	m²
16	Desplazamiento	m²
17	Grieta Parabólica o Por Deslizamiento	m²
18	Hinchamiento	m²
19	Desprendimiento de Agregado Grueso	m²

Tipos de fallas existentes															
	1			2			3			4			5		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6			7			8			9			10		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11			12			13			14			15		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	4.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	16			17			18			19					
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.75	0.00	0.00	113.4
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117.15			

CALCULO DE PCI				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
11	L	4.32	1.90%	4.2
13	M	9	3.97%	58.7
19	H	117.15	51.65%	70.4
Valor total de Deducion			VDI	133.30

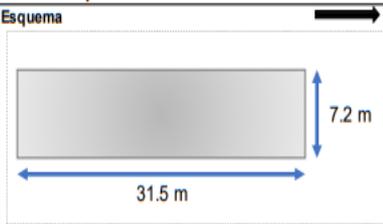
CALCULO DE PCI	
Numero de deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido mas alto (HDVI)	70.4
Numero maximo de valore deducidos (mi)	3.72

Nº	Valores deducidos						VDT	q	VDC
1	70.4	58.7	4.2	0	0	0	133.3	3	82.1
2	70.4	58.7	2	0	0	0	131.1	2	88.7
3	70.4	2	2	0	0	0	74.4	1	74.4
MAX VDC								88.7	

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
CONDICIO DE ESTADO DE PAVIMENTO

11
MUY MALO

Figura 24
PCI para el tramo 23

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-18)		
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA		
Exploración de la condición superficial por unidades de inspección		
Nombre de Via	Av. Perú	Esquema 
Distrito	Amarilis	
Unidad de Inspección	Unidad (23)	
Fecha de Inspección	23/12/2022	
Abscisa inicial	693	
Abscisa final	724.5	
Ancho de Via	7.2	
Área de Inspección (m ²)	226.8	
Inspeccionada por	POMA MEZA QUEBIN ALAIN	

No.	Daño	Un.
1	Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en Bloque	m ²
4	Abultamientos y Hundimientos	m
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de Reflexión de Juntas de PCCP	m
9	Desnivel Carril / Bema	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m

No.	Daño	Un.
11	Parqueo y Acometidas de Servicios	m ²
12	Pulimento de Agregados	m ²
13	Huecos	un
14	Cruce de Vía Férrea	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Desplazamiento	m ²
17	Grieta Parabólica o Por Deslizamiento	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Desprendimiento de Agregado Grueso	m ²

Tipos de fallas existentes															
	1			2			3			4			5		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6			7			8			9			10		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11			12			13			14			15		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	16			17			18			19					
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43	0.00	0.00	109.4	0.00	0.00	0.00

CALCULO DE PCI				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
18	H	2.43	1.07%	44.3
19	M	109.4	48.24%	36.4
Valor total de Deducción			VDI	80.70

CALCULO DE PCI	
Numero de deducidos > 2 (q)	2
Valor deducido mas alto (HDVI)	44.3
Numero maximo de valore deducidos (mi)	6.12

N°	Valores deducidos						VDT	q	VDC
1	44.3	36.4	0	0	0	0	80.7	2	62.3
2	44.3	2	0	0	0	0	46.3	1	38.4
MAX VDC									62.3

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
CONDICIO DE ESTADO DE PAVIMENTO

38
MALO

Figura 25
PCI para el tramo 24

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-18)	
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA	
Exploración de la condición superficial por unidades de inspección	
Nombre de Vía	Av. Perú
Distrito	Amarilis
Unidad de inspección	Unidad (24)
Fecha de inspección	23/12/2022
Abscisa inicial	724.5
Abscisa final	756
Ancho de Vía	7.2
Área de inspección (m ²)	226.8
Inspeccionada por	POMA MEZA QUEBIN ALAIN

Esquema

No.	Daño	Un.
1	Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en Bloque	m ²
4	Abultamientos y Hundimientos	m
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de Reflexión de Juntas de PCCP	m
9	Desnivel Carril / Berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m

No.	Daño	Un.
11	Parqueo y Acometidas de Servicios	m ²
12	Pulimento de Agregados	m ²
13	Huecos	un
14	Cruce de Vía Férrea	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Desplazamiento	m ²
17	Grieta Parabólica o Por Deslizamiento	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Desprendimiento de Agregado Grueso	m ²

Tipos de fallas existentes															
	1			2			3			4			5		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6			7			8			9			10		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11			12			13			14			15		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	16			17			18			19					
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117.4			

CALCULO DE PCI				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
13	H	3	1.32%	57.3
19	H	117.4	51.76%	71.6
Valor total de Deducción			VDI	128.90

CALCULO DE PCI	
Numero de deducidos > 2 (q)	2
Valor deducido mas alto (HDVI)	71.6
Numero maximo de valore deducidos (mi)	3.608163265

N°	Valores deducidos							VDT	q	VDC
1	71.6	57.3	0	0	0	0	0	128.9	2	84.6
2	71.6	2	0	0	0	0	0	73.6	1	73.6
MAX VDC										84.6

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
CONDICIO DE ESTADO DE PAVIMENTO

15
MUY MALO

Figura 26
PCI para el tramo 25

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-18)	
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA	
Exploración de la condición superficial por unidades de inspección	
Nombre de Via	Av. Perú
Distrito	Amarilis
Unidad de Inspección	Unidad (25)
Fecha de Inspección	23/12/2022
Abscisa Inicial	756
Abscisa final	787.5
Ancho de Via	7.2
Área de Inspección (m²)	226.8
Inspeccionada por	POMA MEZA QUEBIN ALAIN



No.	Daño	Un.
1	Piel de cocodrilo	m²
2	Exudación	m²
3	Agrietamiento en Bloque	m²
4	Abultamientos y Hundimientos	m
5	Corrugación	m²
6	Depresión	m²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de Reflexión de Juntas de PCCP	m
9	Desnivel Carril / Berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m

No.	Daño	Un.
11	Parqueo y Acometidas de Servicios	m²
12	Pulimento de Agregados	m²
13	Huecos	un
14	Cruce de Vía Férea	m²
15	Ahuellamiento	m²
16	Desplazamiento	m²
17	Grieta Parabólica o Por Deslizamiento	m²
18	Hinchamiento	m²
19	Desprendimiento de Agregado Grueso	m²

Tipos de fallas existentes															
	1			2			3			4			5		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00
	6			7			8			9			10		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11			12			13			14			15		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	16			17			18			19					
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63	0.00	0.00	176.40			

CALCULO DE PCI

Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
4 H		0.8	0.35%	38.6
18 H		2.63	1.16%	34.7
19 H		176.4	77.78%	87.1
Valor total de Deduccion			VDI	160.40

CALCULO DE PCI	
Numero de deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido mas alto (HDVI)	87.1
Numero maximo de valore deducidos (mi)	2.18

N°	Valores deducidos								VDT	q	VDC
1	87.1	38.6	34.7	0	0	0	0	0	160.4	3	93.4
2	87.1	38.6	2	0	0	0	0	0	127.7	2	84.7
3	87.1	2	2	0	0	0	0	0	91.1	1	91.1
MAX VDC											93.4

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
CONDICIO DE ESTADO DE PAVIMENTO

7
FALLADO

Figura 27
PCI para el tramo 26

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-18)		
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA		
Exploración de la condición superficial por unidades de inspección		
Nombre de Vía	Av. Perú	
Distrito	Amarilis	
Unidad de inspección	Unidad (26)	
Fecha de inspección	23/12/2022	
Abscisa inicial	787.5	
Abscisa final	819	
Ancho de Vía	7.2	
Área de inspección (m²)	226.8	
Inspeccionada por	POMA MEZA QUEBIN ALAIN	

No.	Daño	Un.
1	Piel de cocodrilo	m²
2	Exudación	m²
3	Agrietamiento en Bloque	m²
4	Abutamientos y Hundimientos	m
5	Corrugación	m²
6	Depresión	m²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de Reflexión de Juntas de PCCP	m
9	Desnivel Caril / Berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m

No.	Daño	Un.
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	m²
12	Pulimento de Agregados	m²
13	Huecos	un
14	Cruce de Vía Férrea	m²
15	Ahuellamiento	m²
16	Desplazamiento	m²
17	Grieta Parabólica o Por Deslizamiento	m²
18	Hinchamiento	m²
19	Desprendimiento de Agregado Grueso	m²

Tipos de fallas existentes																
	1			2			3			4			5			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	6			7			8			9			10			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	11			12			13			14			15			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	16			17			18			19						
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

CALCULO DE PCI				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
19	H	158.9	70.06%	74.9
Valor total de Deducion			VDI	74.90

CALCULO DE PCI	
Numero de deducidos > 2 (q)	1
Valor deducido mas alto (HDVI)	74.9
Numero maximo de valore deducidos (mi)	3.31

Nº	Valores deducidos							VDT	q	VDC
1	74.9	0	0	0	0	0	0	74.9	1	74.9
									MAX VDC	74.9

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
CONDICIO DE ESTADO DE PAVIMENTO

25
MALO

Figura 28
PCI para el tramo 27

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-18)		
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA		
Exploración de la condición superficial por unidades de inspección		
Nombre de Via	Av. Perú	
Distrito	Amarillos	
Unidad de inspección	Unidad (27)	
Fecha de inspección	23/12/2022	
Abscisa inicial	819	
Abscisa final	850.5	
Ancho de Via	7.2	
Área de inspección (m²)	226.8	
Inspeccionada por	POMA MEZA QUEBIN ALAIN	

No.	Daño	Un.
1	Piel de cocodrilo	m²
2	Exudación	m²
3	Agrietamiento en Bloque	m²
4	Abultamientos y Hundimientos	m
5	Corrugación	m²
6	Depresión	m²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de Reflexión de Juntas de PCCP	m
9	Desnivel Carril / Berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m

No.	Daño	Un.
11	Pardero y Acometidas de Servicios	m²
12	Pulimento de Agregados	m²
13	Huecos	un
14	Cruce de Vía Férrea	m²
15	Ahuellamiento	m²
16	Desplazamiento	m²
17	Grieta Parabólica o Por Deslizamiento	m²
18	Hinchamiento	m²
19	Desprendimiento de Agregado Grueso	m²

Tipos de fallas existentes															
	1			2			3			4			5		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6			7			8			9			10		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11			12			13			14			15		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	16			17			18			19					
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H			
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	111.80			

CALCULO DE PCI

Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
19 H		111.8	49.29%	69.5
Valor total de Deduccion			VDI	69.50

CALCULO DE PCI	
Numero de deducidos > 2 (q)	1
Valor deducido mas alto (HDVI)	69.5
Numero maximo de valore deducidos (mi)	3.80

N°	Valores deducidos							VDI	q	VDC
1	69.5	0	0	0	0	0	0	69.5	1	69.5
									MAX VDC	69.5

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
CONDICIO DE ESTADO DE PAVIMENTO

31
MALO

Figura 29
PCI para el tramo 28

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-18)															
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA															
Exploración de la condición superficial por unidades de inspección															
Nombre de Via	Av. Perú					Esquema					→				
Distrito	Amarilis														
Unidad de inspección	Unidad (28)														
Fecha de inspección	23/12/2022														
Abscisa Inicial	850.5														
Abscisa final	882														
Ancho de Via	7.2														
Área de inspección (m²)	226.8														
Inspeccionada por	POMA MEZA QUEBIN ALAIN														

No.	Daño	Un.
1	Piel de cocodrilo	m²
2	Exudación	m²
3	Agrietamiento en Bloque	m²
4	Abultamientos y Hundimientos	m
5	Corrugación	m²
6	Depresión	m²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de Reflexión de Juntas de PCCP	m
9	Desnivel Carril / Bema	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m

No.	Daño	Un.
11	Parqueo y Acometidas de Servicios	m²
12	Pulimento de Agregados	m²
13	Huecos	un
14	Cruce de Vía Férrea	m²
15	Ahuellamiento	m²
16	Desplazamiento	m²
17	Grieta Parabólica o Por Deslizamiento	m²
18	Hinchamiento	m²
19	Desprendimiento de Agregado Grueso	m²

Tipos de fallas existentes															
	1			2			3			4			5		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6			7			8			9			10		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11			12			13			14			15		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	16			17			18			19					
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	118.4	14.175			

CALCULO DE PCI				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
19	M	118.4	52.20%	47.4
19	H	14.175	6.25%	34.9
Valor total de Deducion			VDI	82.30

CALCULO DE PCI	
Numero de deducidos > 2 (q)	2
Valor deducido mas alto (HDVI)	47.4
Numero maximo de valore deducidos (mi)	5.831

Nº	Valores deducidos						VDT	q	VDC
1	47.4	34.9	0	0	0	0	82.3	2	63.7
2	47.4	2	0	0	0	0	49.4	1	39.4
MAX VDC									63.7

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO	36
CONDICIO DE ESTADO DE PAVIMENTO	MALO

Figura 30
PCI para el tramo 29

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-18)		
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA		
Exploración de la condición superficial por unidades de inspección		
Nombre de Vía	Av. Perú	Esquema 
Distrito	Amarilis	
Unidad de inspección	Unidad (29)	
Fecha de inspección	23/12/2022	
Abscisa inicial	882	
Abscisa final	913.5	
Ancho de Vía	7.2	
Área de inspección (m²)	226.8	
Inspeccionada por	POMA MEZA QUEBIN ALAIN	

No.	Daño	Un.
1	Piel de cocodrilo	m²
2	Exudación	m²
3	Agrietamiento en Bloque	m²
4	Abultamientos y Hundimientos	m
5	Corrugación	m²
6	Depresión	m²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de Reflexión de Juntas de PCCP	m
9	Desnivel Carril / Berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m

No.	Daño	Un.
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	m²
12	Pulimento de Agregados	m²
13	Huecos	un
14	Cruce de Vía Férrea	m²
15	Ahuellamiento	m²
16	Desplazamiento	m²
17	Grieta Parabólica o Por Deslizamiento	m²
18	Hinchamiento	m²
19	Desprendimiento de Agregado Grueso	m²

Tipos de fallas existentes															
	1			2			3			4			5		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6			7			8			9			10		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11			12			13			14			15		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	16			17			18			19					
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.2		
															113.4
															14.175
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	127.58	

CALCULO DE PCI				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
19	M	1.2	0.53%	8.7
19	H	127.575	56.25%	72.3
Valor total de Deducion			VDI	81.00

CALCULO DE PCI	
Numero de deducidos > 2 (q)	2
Valor deducido mas alto (HDVI)	72.3
Numero maximo de valore deducidos (mi)	3.54

Nº	Valores deducidos						VDT	q	VDC
1	72.3	8.7	0	0	0	0	81	2	61.8
2	72.3	2	0	0	0	0	74.3	1	74.3
								MAX VDC	74.3

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
CONDICIO DE ESTADO DE PAVIMENTO

26
MALO

Figura 31
PCI para el tramo 30

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-18)		
PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA		
Exploración de la condición superficial por unidades de inspección		
Nombre de Vía	Av. Perú	
Distrito	Amarilis	
Unidad de inspección	Unidad (30)	
Fecha de inspección	23/12/2022	
Abscisa inicial	913.5	
Abscisa final	945	
Ancho de Vía	7.2	
Área de inspección (m²)	226.8	
Inspeccionada por	POMA MEZA QUEBIN ALAIN	

No.	Daño	Un.
1	Piel de cocodrilo	m²
2	Exudación	m²
3	Agrietamiento en Bloque	m²
4	Abultamientos y Hundimientos	m
5	Corrugación	m²
6	Depresión	m²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de Reflexión de Juntas de PCCP	m
9	Desnivel Carril / Bema	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m

No.	Daño	Un.
11	Parqueo y Acometidas de Servicios	m²
12	Pulimento de Agregados	m²
13	Huecos	un
14	Cruce de Vía Férrea	m²
15	Ahuellamiento	m²
16	Desplazamiento	m²
17	Grieta Parabólica o Por Deslizamiento	m²
18	Hinchamiento	m²
19	Desprendimiento de Agregado Grueso	m²

Tipos de fallas existentes															
	1			2			3			4			5		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
	6			7			8			9			10		
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11			12			13			14			15		
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	16			17			18			19					
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	132.95

CALCULO DE PCI				
Tipo de falla	Severidad	Total	Densidad	Valor Deducido
4	M	0.4	0.18%	8.3
18	M	2.7	1.19%	13.6
19	H	132.95	58.62%	72.9
Valor total de Deducción			VDI	94.80

CALCULO DE PCI	
Numero de deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido mas alto (HDVI)	72.9
Numero maximo de valore deducidos (mi)	3.48877551

N°	Valores deducidos							VDT	q	VDC
1	72.9	13.6	8.3	0	0	0	0	94.8	3	61.9
2	72.9	13.6	2	0	0	0	0	88.5	2	64.9
3	72.9	2	2	0	0	0	0	76.9	1	76.9
	MAX VDC									76.9

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
CONDICIO DE ESTADO DE PAVIMENTO

23
MUY MALO

ANEXO 6
PLANTILLA AFORO VEHICULAR

Figura 32
Conteo vehicular viernes 25/05/2023

Conteo de Vehículos Viernes 25/05/2023								
Horario (24 horas)	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camioneta	Minivan	Camiones Livianos	Camiones Pesados	Total
7:00 - 8:00								138
8:00 - 9:00								137
9:00 - 10:00								141
10:00 - 11:00								159
11:00 - 12:00								119
12:00 - 13:00								182
13:00 - 14:00								216
14:00 - 15:00								192
15:00 - 16:00								141
16:00 - 17:00								113
17:00 - 18:00								145
18:00 - 19:00								142
Total	612	730	273	142	28	21	19	

Figura 33
Conteo vehicular viernes 26/05/2023

Conteo de Vehículos Sábado 25/05/2023								
Horario (24 horas)	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camioneta	Minivan	Camiones Livianos	Camiones Pesados	Total
7:00 - 8:00								114
8:00 - 9:00								116
9:00 - 10:00								148
10:00 - 11:00								150
11:00 - 12:00								123
12:00 - 13:00								172
13:00 - 14:00					—			181
14:00 - 15:00								147
15:00 - 16:00								122
16:00 - 17:00								128
17:00 - 18:00								142
18:00 - 19:00					2			106
Total	571	578	305	127	27	22	19	

Figura 344
Conteo vehicular viernes 27/05/2023

Conteo de Vehiculos Domingo 25/05/2023								
Horario (24 horas)	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camioneta	Minivan	Camiones Livianos	Camiones Pesados	Total
7:00 - 8:00								129
8:00 - 9:00								169
9:00 - 10:00								159
10:00 - 11:00								113
11:00 - 12:00								108
12:00 - 13:00								122
13:00 - 14:00								134
14:00 - 15:00								124
15:00 - 16:00								136
16:00 - 17:00								144
17:00 - 18:00								105
18:00 - 19:00								115
Total	537	644	208	86	31	28	24	

ANEXO 7
PANEL FOTOGRÁFICO



Conteo vehicular para obtener el IMD de la Av. Perú



Conteo vehicular para obtener el IMD de la Av. Perú



Conteo vehicular para obtener el IMD de la Av. Perú





Se puede observar el desprendimiento de pavimento en los bordes de la Av. Perú



Se puede observar el desprendimiento de pavimento en los bordes de la Av. Perú



Se puede observar la falta de limpieza y mantenimiento del pavimento en la Av. Perú



Se puede observar que la acumulación de agua aumenta la rapidez del deterioro del pavimento en la Av. Perú



Se puede observar que la acumulación de agua aumenta la rapidez del deterioro del pavimento en la Av. Perú



Se puede observar que el desprendimiento del pavimento se encuentra en varios puntos de la Av. Perú, en algunos lugares casi ya no hay nada de pavimento



ANEXO 8
RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1998-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 10 de octubre de 2022

Visto, el Oficio N° 1287-2022-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 373328-0000007565 del Bach. **Quebin Alain POMA MEZA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 373328-0000007565, presentado por el (la) Bach. **Quebin Alain POMA MEZA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone a la Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Quebin Alain POMA MEZA**, a la Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BLCR/EJML/ato.

ANEXO 9
RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1125-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 18 de mayo de 2023

Visto, el Oficio N° 788-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "PLANTEAMIENTO DE DISEÑO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE REUTILIZANDO EL PAVIMENTO DETERIORADO EN LA AV. PERÚ, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. **Quebin Alain POMA MEZA**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1998-2022-D-FI-UDH, de fecha 10 de octubre de 2022, perteneciente a la Bach. **Quebin Alain POMA MEZA** se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 788-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "PLANTEAMIENTO DE DISEÑO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE REUTILIZANDO EL PAVIMENTO DETERIORADO EN LA AV. PERÚ, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. **Quebin Alain POMA MEZA**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza (Secretario) y Mg. Rissel Machuca Guardia (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "PLANTEAMIENTO DE DISEÑO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE REUTILIZANDO EL PAVIMENTO DETERIORADO EN LA AV. PERÚ, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. **Quebin Alain POMA MEZA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Iberrani Muñoz Lozano
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/ata.

ANEXO 10
RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE JURADOS REV. PARA
EL INF. FINAL DE TESIS.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2276-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 02 de octubre de 2023

Visto, el Of. N° 1551-2023-C-PAIC-FI-UDH y el Exp. N° 440376-0000008497 presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil, quien informa que el (la) Bach. **Quebin Alain POMA MEZA**, solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "PLANTEAMIENTO DE DISEÑO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE REUTILIZANDO EL PAVIMENTO DETERIORADO EN LA AV. PERÚ, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023".

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **NOMBRAR**, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "PLANTEAMIENTO DE DISEÑO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE REUTILIZANDO EL PAVIMENTO DETERIORADO EN LA AV. PERÚ, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. **Quebin Alain POMA MEZA**, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas PRESIDENTE
- Mg. William Paolo Taboada Trujillo SECRETARIO
- Mg. Martín César Valdivieso Echevarría VOCAL

Artículo Segundo. - Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE,



Distribución:
C PAIC -Mat. y Reg. Acad.- Interesado- Jurado (03)-Archivo
BCR/EJML/nto.